

Morfología, diversidad y distribución de los Cyclopoida (Copepoda) de zonas áridas del centro-norte de México. II. Eucyclopinae y análisis biogeográfico

Morphology, diversity, and distribution of the Cyclopoida (Copepoda) from arid areas of central-north. Mexico. II. Eucyclopinae and biogeographic analysis

Nancy F. Mercado-Salas y Eduardo Suárez-Morales

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Chetumal, A. P. 424. Chetumal, Quintana Roo 77014, México
e-mail: esuarez@ecosur.mx

Mercado-Salas N. F. y E. Suárez-Morales. 2012. Morfología, diversidad y distribución de los Cyclopoida (Copepoda) de zonas áridas del centro-norte de México. II. Eucyclopinae y análisis biogeográfico. *Hidrobiológica* 22(2): 99-124.

RESUMEN

Este trabajo representa la continuación de un artículo previo relativo a la fauna de copépodos ciclopoideos de las zonas áridas del centro-norte de México, en este caso de la subfamilia Eucyclopinae. Con base en muestras previamente recolectadas (1985–2008) y de nuevas recolecciones, revisamos la fauna de euciclópinos de estas extensas zonas áridas de México. El estudio incluyó tres ecoregiones prioritarias (CONABIO) que incluyen parte de los estados de Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Chihuahua y Coahuila. Se encontraron 22 especies de Eucyclopinae así como 18 nuevos registros estatales. Se proporcionan diagnósis e ilustraciones taxonómicas de las especies encontradas y se presentan análisis comparativos de los especímenes examinados. Los registros reportados en este artículo junto con los de la subfamilia Cyclopinae previamente publicados, representaron un incremento de 20% en la lista de especies de ciclopoideos de aguas continentales presentes en el país. Se efectuó un análisis biogeográfico conjunto de los Cyclopoida que muestra un alto grado de endemismo en esta particular región geográfica (20%), similar al detectado para el grupo en la península de Yucatán (19%). Mediante un análisis de similitud (Jaccard), se encontró que la fauna de las zonas áridas norteñas es muy similar a la del centro del país y a la del sur de los Estados Unidos. Otro grupo afín está presente en el Caribe insular, América Central y sur de México. Existe una diferencia considerable entre la fauna de ciclopoideos de Sudamérica con respecto a la del resto del continente.

Palabras clave: Biogeografía, copépodos de vida libre, endemismo, zooplancton de aguas continentales.

ABSTRACT

This work represents a continuation of a previous article about the cyclopoid copepod fauna in arid areas of north-central Mexico, in this case about the subfamily Eucyclopinae. From samples previously collected (1985-2008) and from new samples, we reviewed the eucyclopine copepod fauna from this vast arid area of Mexico. Three priority ecoregions (CONABIO) were included, comprising part of the states of Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Chihuahua, and Coahuila. Up to 22 species of the Eucyclopinae were found, among which 18 are new state records. Diagnoses and taxonomic illustrations of the species recorded are provided together with a comparative analysis of the specimens examined. The records reported in this paper plus those previously published on the subfamily Cyclopinae, represented a 20% increase in the list of species of Cyclopoida from inland waters present in Mexico. An overall biogeographic analysis of the Cyclopoida was performed; it shows a high degree of endemism in this region (20%), similar to that detected for the group in the Yucatan Peninsula (19%). Using a Similitude Analysis (Jaccard) we found that the

fauna of the northern arid areas is very similar to that of central Mexico and southern United States. Another group was formed by the Caribbean, Central America, and southern Mexico. There is a considerable divergence between the South American cyclopoid fauna with the rest of the continent.

Key words: Biogeography, endemism, free-living copepods, freshwater zooplankton.

INTRODUCCIÓN

La familia Cyclopidae Rafinesque, 1815 incluye todas las formas de ciclopoideas de vida libre presentes en sistemas dulceacuícolas; se agrupan en cuatro subfamilias, dos de ellas, Cyclopinæ Kiefer, 1927 y Eucyclopinæ Kiefer 1927, son las más diversificadas (Boxshall & Defaye, 2008). La subfamilia Eucyclopinæ está constituida por 10 géneros y aproximadamente 185 especies y subespecies, incluyendo al género *Austriocyclops* Kiefer, 1964, el cual había sido considerado como parte de la subfamilia Cyclopinæ, y que recientemente fue reubicado en los Eucyclopinæ (Pospisil & Stoch, 1997).

Hasta hace algunos años, la subfamilia Eucyclopinæ, uno de los grupos taxonómicos más complejos entre los Cyclopidae, estaba definida por la presencia de tres elementos (setas o espinas) en el segmento terminal (o único) de la quinta pata torácica (Karaytug, 1999; Boxshall & Halsey, 2004; Dussart & Defaye, 2006). Durante las tres últimas décadas, se han realizado esfuerzos por explorar un mayor número de caracteres, incluyendo microcaracteres de los apéndices cefálicos y del cuerpo en general, que han revelado la importancia de una evaluación morfológica completa para definir los taxa con mayor certeza (Karaytug, 1999; Boxshall & Halsey, 2004; Dussart & Defaye, 2006). Las estructuras más importantes para separar géneros entre los euciclopinos son: la quinta pata, el número de segmentos de las anténulas y el número de segmentos y elementos setales presentes en los cuatro pares de patas natatorias. El género más diversificado de esta subfamilia es *Eucyclops* Claus, 1893, que incluye 106 de las 185 especies conocidas en la subfamilia y representa uno de los géneros más diversos y menos definidos dentro de todo el orden Cyclopoida (Dussart & Defaye, 2006).

De México se conocen 24 especies pertenecientes a la subfamilia Eucyclopinæ, agrupadas en los géneros *Ectocyclops* Brady, 1904 (2), *Macrocyclops* Claus, 1893 (2), *Homocyclops* Forbes, 1897 (1), *Paracyclops* Claus, 1893 (3), *Tropocyclops* Kiefer, 1927 (4) y *Eucyclops* (12) (Suárez-Morales & Reid, 1998; Elías-Gutiérrez *et al.*, 2008). La mayoría de los registros de estas 24 especies provienen de la región sur del país. Existen solamente algunos registros aislados de Cyclopoida de la extensa zona árida del centro-norte de México (Reid, 1988; Zamudio, 1991). Suárez-Morales y Reid (1998) indicaron que no había registros de este grupo para tres de los estados (Zacatecas, Durango y Chihuahua) del país ubicados en estas zonas áridas y semi-áridas; esta falta regional de registros sigue vigente. Mercado-Salas (2007) y Dodson y Silva-Briano (1996) reconocieron 16 especies de Eucyclopi-

nae en diversos ambientes continentales de Aguascalientes pero la extensión de las áreas no estudiadas en esta región es unas 85 veces mayor que la de este estado.

Pese a la importancia que representan los copépodos para el estudio de la biogeografía regional, han sido estudiados de manera aislada en nuestro país (Suárez-Morales *et al.*, 1996; Suárez-Morales & Reid, 1998). La República Mexicana y en particular su región centro-norte representa una extensa zona transicional entre las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, por lo que el estudio de los procesos de dispersión y de los patrones de distribución de copépodos en esta franja latitudinal adquiere una especial relevancia. Es, por tanto, muy importante completar el estudio de la diversidad de los copépodos y su distribución para inferir sus afinidades y patrones de distribución en esta región del continente.

Este trabajo es la segunda parte de una serie relacionada con el conocimiento de la diversidad de Cyclopoida de las zonas áridas del centro-norte de México. En el trabajo previo se abordó la morfología y la diversidad de la subfamilia Cyclopinæ (Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2011) y en esta segunda se presenta la parte correspondiente a la subfamilia Eucyclopinæ. Se excluye el género *Eucyclops*, grupo altamente complejo (Ueda *et al.*, 1996; Alekseev *et al.*, 2006), ya que los registros del mismo para México están en proceso de revisión. Adicionalmente, y con base en los datos generales obtenidos para la región (Cyclopinæ + Eucyclopinæ), se analizan los patrones de distribución de los Cyclopoida en esta zona del país, incluyendo endemismos. A partir del análisis de los registros continentales de Cyclopoida se comparan también los patrones de similitud faunística en el continente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras. Se contó con tres grupos de muestras que fueron procesadas de acuerdo a lo descrito por Mercado-Salas y Suárez-Morales (2011).

Análisis taxonómico. De las muestras originales, se separaron los especímenes pertenecientes a la subfamilia Eucyclopinæ y se manejaron de acuerdo con los estándares y procesos descritos por Mercado-Salas y Suárez-Morales (2011). Algunas especies fueron analizadas con el apoyo de microscopía electrónica de barrido; se utilizó un microscopio JEOL LV 5900 (Universidad Autónoma de Aguascalientes) utilizando el procedimiento de deshidratación previa con alcoholes graduales (50-100%) y punto crítico (Tousimis).

Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE). Con los datos de las especies presentes en la región de estudio (tanto de Cyclopinæ como de Eucyclopinæ), se elaboró una matriz de datos de áreas por taxa, que se codificaron con (0) su ausencia y con (1) se denota su presencia. Las áreas que se usaron fueron las cuatro provincias biogeográficas ubicadas en la zona de estudio: Altiplano Norte (Chihuahuense), Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino), Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental y un área hipotética para enraizar el clado, que fue codificada con ceros. El análisis de parsimonia PAE (ver Morrone, 1994) se realizó con el programa PAUP 4.0 beta 10 Win, usando la estrategia de búsqueda heurística.

Análisis de Similitud Biogeográfica. Se realizó un análisis selectivo de los listados de especies que existen para el continente Americano, usando como referencia principal el trabajo mundial de Dussart y Defaye (2006). Se ubicaron los registros de las especies en el continente y se descartaron las especies consideradas como introducidas, los sinónimos y los registros inciertos. Se construyó una matriz de presencia/ausencia para cada especie presente en el continente. Siguiendo los criterios usados por Bănărescu (1991 a-c), se dividió el continente en 8 regiones diferentes: México 1 (centro), México 2 (sur), México 3 (centro-norte), Estados Unidos y Canadá (exceptuando Florida), Florida, Centroamérica, El Caribe y Sudamérica. La matriz obtenida se analizó utilizando el índice de similitud de Jaccard con el programa Primer 6.1.6 (2006) con la finalidad de obtener grupos generales y las afinidades faunísticas para el continente.

RESULTADOS

Lista de las especies de Eucyclopinæ encontradas en el área de estudio (según arreglo taxonómico de Dussart & Defaye, 2006). En la sección de distribución en México, los asteriscos (*) marcan nuevos registros estatales.

Subclase Copepoda Milne-Edwards, 1840

Superorden Podoplea Giesbrecht, 1890

Orden Cyclopoida Rafinesque, 1815

Familia Cyclopidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Eucyclopinæ Kiefer, 1927

Macrocyclus albidus (Jurine, 1820)

M. fuscus (Jurine, 1820)

Paracyclus chiltoni (Thomson, 1882)

P. hirsutus Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009

P. poppei (Rehberg, 1880)

Tropocyclus prasinus prasinus (Fischer, 1860)

T. prasinus aztequei Lindberg, 1955

T. prasinus mexicanus (Kiefer, 1938)

T. extensus Kiefer, 1931

Eucyclops cf. *bondi* Kiefer, 1934

E. cf. prionophorus Kiefer, 1931

E. cf. torresphilipi Suárez-Morales, 2004

E. pectinifer (Cragin, 1883)

E. pseudoensifer Dussart, 1984

E. conrowae Reid, 1992

E. cf. leptacanthus Kiefer, 1956

E. chihuahuensis Suárez-Morales & Walsh, 2009

E. cuatrociénegas Suárez-Morales & Walsh, 2009

E. elegans (Herrick, 1884)

E. festivus Lindberg, 1955

Ectocyclus rubescens Brady, 1904

Homocyclus ater (Herrick, 1882)

Diagnosis y Distribución de las especies de copepodos ciclopodios de zona centro norte de México

Macrocyclus Claus, 1893

***Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820)** (Figs. 1-2)

Localidades: Aguascalientes: arroyo el Llaverero; arroyo el Gigante la Dichosa; arroyo en presa el Muerto; arroyo en Sierra Fría, 21 km al norte de la Labor (Equisetos); bordo a un lado de la Gloria; bordo a un lado de carr. Ags.-Calvillo, cerca de bordo Cebolletas; bordo a un lado camino 24 hacia carr. Ags.-Calvillo; bordo a un lado cerro el Colorín; bordo a un lado de los Muños; bordo a un lado de pueblo la Tomatina; bordo cerca de Laguna Seca; bordo de Agua de Pozo; bordo en huerta al sureste de Mesa Grande; bordo en pueblo Sn. Miguel de los Sandoval; bordo en rancho el Colorín; bordo en túnel de Potrerillos; bordo Laguna Seca; bordo N. I-91; bordo salida a carr. Zacatecas; bordo rancho el Capulín (Mesa 8 Montoro); canal cerca de rancho Sn. Jacobo, los Arquitos; casa en calle Allende; charco a un lado de pueblo la Tomatina; charco en arroyo a 21 km al norte de la Labor; charco en arroyo de la Sierra Fría al norte de la Labor; charco frente a INIA 2, campo experimental; cortina presa el Muerto; estanque salida a Zacatecas; estanque con peces 61 159; huerta al sur de Mesa Grande; Laguna Seca, Sierra Fría; M-I-92 75 presa Cieneguilla I-92; muestra 80 4 bordo a un lado de desv. a la Gloria; muestra N. 14 arroyo cerca presa Corral Colorado; muestra N. 87 estanque UAA; muestra N.39 bordo rancho el Cariñán a un lado carr. los Ar-

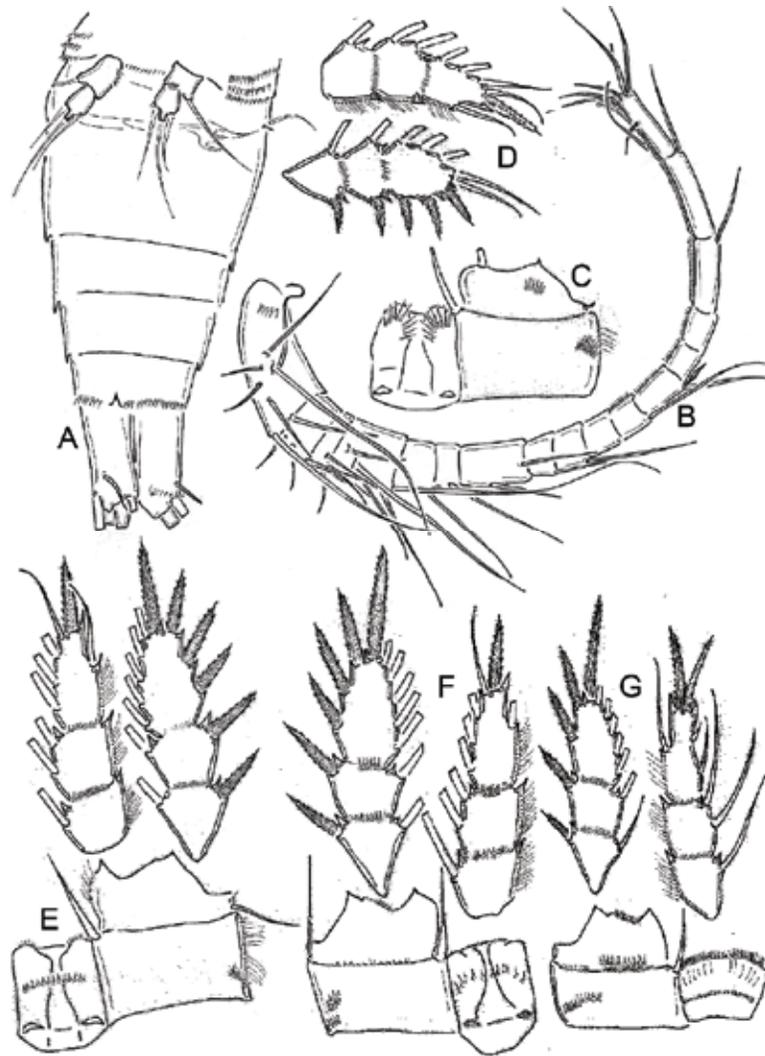


Figura 1A-G. *Macrocyclus albidus*. A) urosoma; vista ventral. B) anténula. C) coxopodito; basipodito y placa coxal; primera pata. D) exopodito y endopodito; primera pata. E) segunda pata. F) tercera pata. G) cuarta pata.

quitos; muestra N.41, bordo a un lado carr. la Tomatina; muestra N.41, charco a un lado carr. Ags.-Calvillo; presa el Llaverio; bordo a un lado del pueblo Villa Juárez; bordo en pueblo El Sauz; presa el Corral Colorado; presa Malpaso; río San Luis de Letras; Chihuahua: Ojo de Enmedio; Coahuila: Cieneguillas; ejido el Venado; los Hundidos; poza Churince; poza el Mezquite; poza La Becerra; poza las Tortugas; poza San José de los Anteojos; Durango: canal a un lado de presa Francisco Zarco (vegetación); canal de desagüe presa Cavorca (río la Saucedá); río Naycha; San Luis Potosí: arroyo en pueblo el Cascarón; canal en camino hacia la presa Media Luna; presa la Media Luna; San Sebastián; Zacatecas: arroyo en puente Atotonilco, bordo en desviación a Agua Gorda; estanque la Estanzuela; río en Río Grande (río Aguanaval).

Diagnosis: Cuerpo robusto, ovalado y grande, cefalotórax relativamente largo, expandido a los lados; anténulas alargadas;

alcanza el margen posterior del tercer pedígero. Urosoma relativamente ensanchado, formado por cinco somitas. Somita genital ancho en su parte proximal. Receptáculo seminal con proceso un ovalado transversal anterior y uno posterior, más corto, formando dos sacos semicirculares cortos. Ramas caudales relativamente cortas con una proporción largo/ancho 2.3-3, y con el margen interno sin ornamentaciones en todos los especímenes analizados. Anténulas con 17 segmentos, con membrana hialina presente en los tres últimos segmentos, membrana hialina del último segmento antenular lisa. Margen interno de los segmentos 12-14 con una hilera de pequeñas espinas. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Seta basipodal de P1 corta, apenas alcanza el margen medio del segundo segmento endopodal. Placa coxal de P1 con una hilera de espinas a cada lado del borde distal. Placa coxal de P2 y P3 con una hilera transversal en la parte media de la superficie anterior. Tercer segmento de P4 con seta apical

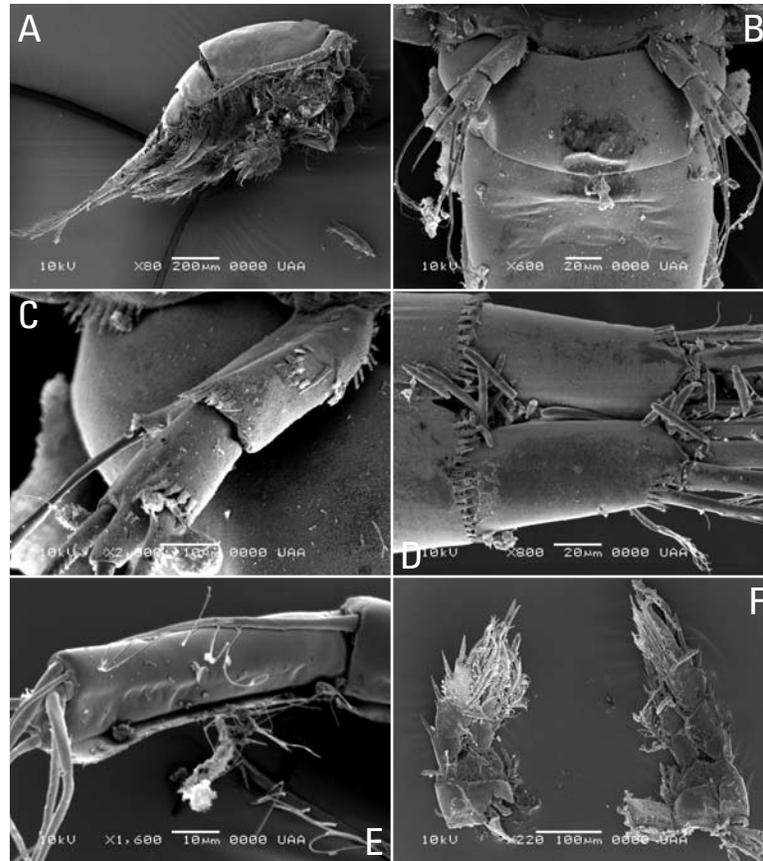


Figura 2A-F. *Macrocyclus albidus*. A) hábito; vista ventral. B) somita genital. C) quinta pata. D) ramas caudales; vista ventral. E) anténula; segmento 17. F) cuarta pata.

interna reducida, espina apical externa y espina apical externa del tercer endopodito de P4 aproximadamente de la misma longitud. Placa coxal de P4 con tres hileras de espinas, la primera formada por pequeñas espinas cerca del margen medio; la segunda formada por espínulas alargadas cercanas al borde distal en la superficie anterior, y por último una tercera hilera de espinas pequeñas sobre el margen distal de la superficie anterior. Quinta pata bisegmentada, segmento proximal con una seta externa alargada y delgada; segmento distal con dos espinas largas y una seta medial, más larga que las espinas.

Distribución en México: Ags., Camp., Chis., Coah., DF, Gro., Méx., Mich., NL, QR, SLP, Tab., Yuc., Zac.*

***Macrocyclus fuscus* (Jurine, 1820) (Fig. 3)**

Localidades: Aguascalientes: muestra N.15, bordo a un lado de rancho el Capulín; presa la Codorniz; hoyo en casa en la calle Allende; muestra 30a, arroyo a un lado de presa San Bartolo; arroyo de San Luis de Letras; bordo del túnel; arroyo en presa Mesillas.

Diagnosis: Cuerpo robusto, ovalado y grande, cefalotórax relativamente largo, expandido a los lados; anténulas alargadas;

alcanza el margen posterior del tercer pedígero. Urosoma relativamente ensanchado, formado por cinco somitas. Somita genital ancho en su parte proximal. Receptáculo seminal no distinguible. Ramas caudales relativamente cortas con un proporción largo/ancho = 2.3, margen interno ornamentado con setas pilosas. Anténulas con 17 segmentos, con membrana hialina presente en los tres últimos segmentos, membrana hialina del último segmento antenular fuertemente aserrada. Margen interno de los segmentos 7-14 con una hilera de pequeñas espinas. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3433. Seta basipodal de P1 relativamente corta superando el margen medio del segundo segmento endopodal. Placa coxal de P1 y P2 lisa. Placa coxal de P3 con una hilera transversal en la parte media y una fila de espinas cerca del borde distal de la superficie anterior. Tercer segmento de P4 con seta apical interna de tamaño normal, espina apical externa del tercer segmento endopodal evidentemente más larga que la espina apical interna. Placa coxal de P4 con tres hileras de espinas pequeñas, la primera cerca del margen medio; la segunda cerca del borde distal; y una tercera sobre el margen distal de la superficie anterior. Quinta pata bisegmentada, segmento proximal con una seta externa alargada y delgada; segmento distal con dos espinas, una externa delgada y corta y una interna un

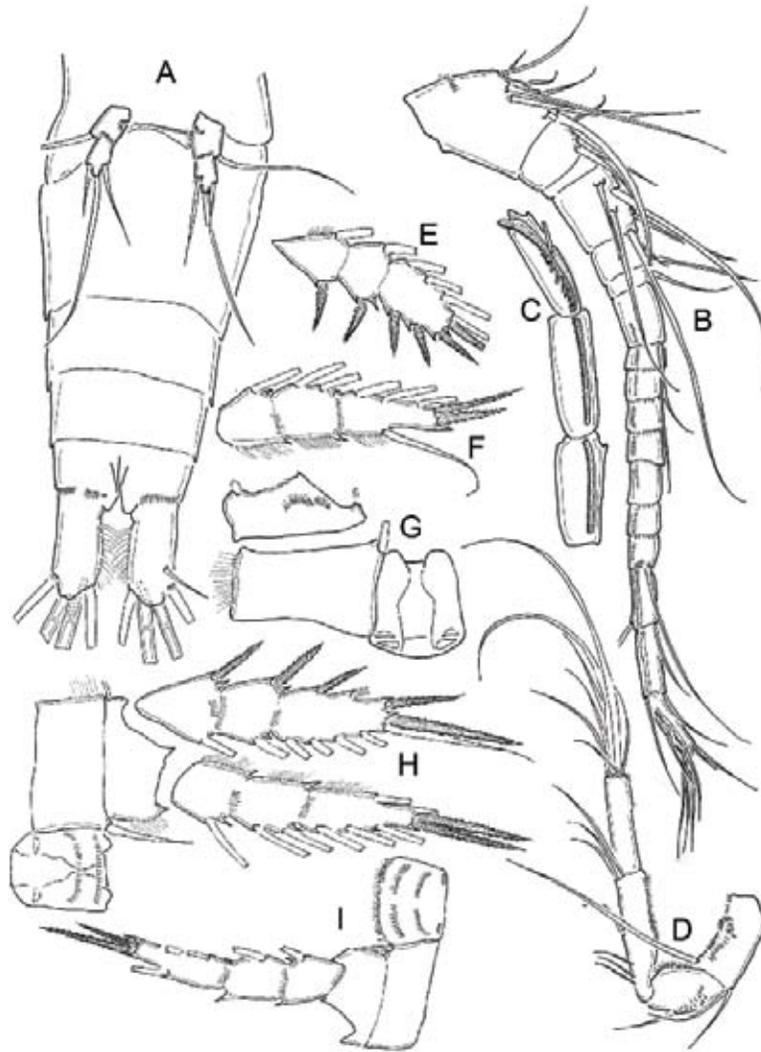


Figura 3A-I. *Macrocylops fuscus*. A) urosoma; vista ventral. B) anténula. C) anténula; segmentos 15-17. D) antena. E) exopodito primera pata. F) endopodito; primera pata. G) coxopodito; basipodito y placa coxal; primera pata. H) tercera pata. I) cuarta pata.

poco más larga que la externa; y una seta medial, más larga que las espinas.

Distribución en México: Ags., Méx.

Paracyclops Claus, 1893

***Paracyclops chiltoni* (Thomson, 1882)** (Figuras: ver Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009)

Localidades: Aguascalientes: muestra 59 bordo a un km de el Jagüey, Sierra Fría; San Luis Potosí: presa Media Luna; presa González N. Santos; presa San Miguel.

Diagnosis: Cuerpo relativamente robusto, ovalado y pequeño, cefalotórax relativamente largo, expandido a los lados; anténulas cortas no alcanzan el margen posterior del primer pedígero.

Urosoma relativamente ensanchado, formado por cinco somitas. Somita genital tan largo como ancho. Ramas caudales relativamente largas, con una proporción largo/ancho = 3.1, margen interno de ramas desnudo. Ramas caudales con una hilera diagonal de espinas en la superficie dorsal, por encima de la inserción de la seta lateral. Anténulas con 8 segmentos, sin membrana hialina. Inserción de las setas coxobasales de las antenas sin espinas. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Seta basipodal de P1 relativamente alargada, rebasa el margen medio del segundo segmento endopodal, placa coxal lisa. Placa coxal de P2 con dos hileras de espinas a cada lado, una sobre el margen posterior y otra debajo de ésta. Placa coxal de P3 con tres hileras de espinas a cada lado; la primera formada por cinco espinas insertas en el margen medio, la segunda con espinas 4 espinas pequeñas por encima del margen medio y una última

sobre el margen posterior formada por cuatro espínulas alargadas. Tercer segmento endopodal con una espina interna larga y una espina externa reducida, de aproximadamente un tercio de la longitud de la espina interna. Placa coxal de P4 con dos hileras de pequeñas espinas a cada lado, la primera de 6-7 espinas ubicadas en el margen medio y la segunda con 6 espinas sobre el borde posterior de la placa. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos: una seta externa relativamente alargada, de aproximadamente la misma longitud que la espina interna o ligeramente más larga; y una seta media de aproximadamente el mismo tamaño de la espina interna.

Distribución en México: Ags.*, Camp., Méx., QR, SLP, Tab., Yuc.

***Paracyclops hirsutus* Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009** (Figuras: ver Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009)

Localidades: Aguascalientes: presa la Chica, Cosío; bordo entrada pueblo Refugio de Agua Zarca, Cosío.

Diagnosis: Cuerpo relativamente robusto, ovalado y pequeño, cefalotórax relativamente largo, expandido a los lados; anténulas cortas, no alcanzan el margen posterior del primer pedígero. Urosoma relativamente ensanchado, formado por cinco somitas. Somita genital ensanchado. Ramas caudales relativamente largas, con una proporción largo/ancho = 3.8, margen interno de ramas con una hilera de pelillos. Ramas caudales con una hilera transversal de espinas en la superficie dorsal, por encima de la inserción de la seta lateral. Anténulas con 8 segmentos, con pseudosegmento en el tercer segmento. Inserción de las setas coxobasales de las antenas sin espinas. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Seta basipodal de P1 relativamente corta, apenas rebasa el margen medio del segundo segmento endopodal, coxopodito con una hilera de espínulas alargadas sobre el margen medio de la superficie ventral. Placa coxal de P2 con una hilera de espinas acomodadas en forma semicircular a cada lado del margen medio y una hilera de pelillos sobre el borde posterior de espinas a cada lado en la superficie anterior. Placa coxal de P3 con tres hileras continuas de espinas; la primera inserta en el margen medio, la segunda con espinas pequeñas por encima del margen medio, y una última sobre el margen posterior formada por espínulas alargadas. Tercer segmento endopodal de P4 con una espina interna larga y una espina externa reducida, de más de un tercio de la longitud de la espina interna. Placa coxal de P4 con tres hileras de pequeñas espinas, la primera continua y formada por espinas pequeñas ubicadas en el margen medio; la segunda con 8 espinas a cada lado por encima del margen medio; la tercera continua, formada por pequeñas espínulas distribuidas sobre el borde posterior de la placa. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos: una seta externa, una seta medial de aproximadamente la misma longitud que

la seta externa y una espina interna ligeramente más corta que las setas.

Distribución en México: Ags.

***Paracyclops poppei* (Rehberg, 1880)** (Figuras: ver Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009)

Localidades: Aguascalientes: bordo en pueblo San Miguel de los Sandoval; San Luis Potosí: presa Álvaro Obregón.

Diagnosis: Cuerpo relativamente robusto, ovalado y pequeño, cefalotórax relativamente largo, expandido a los lados; anténulas cortas no alcanzan el margen posterior del primer pedígero. Urosoma más largo que ancho, formado por cinco somitas. Somita genital ensanchado en la parte anterior. Ramas caudales largas, con una proporción largo/ancho = 5.0, margen interno de ramas liso. Superficie dorsal de las ramas caudales con una hilera longitudinal de espinas que se extiende desde debajo de la inserción de la seta lateral hasta un poco antes del margen anterior de las ramas. Anténulas con 8 segmentos. Inserción de las setas coxobasales de las antenas sin espinas. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Seta basipodal de P1 relativamente corta, apenas rebasa el margen medio del segundo segmento endopodal, coxopodito con sin hilera de espínulas alargadas sobre el margen medio de la superficie ventral. Placa coxal de P1 con una hilera de espinas acomodadas en forma semicircular a cada lado del margen medio de la superficie anterior. Placa coxal de P3 con dos hileras de espinas a cada lado; la primera inserta en el margen medio, formada por 8 espinas acomodadas en forma semicircular; la segunda formada por espínulas alargadas ubicadas sobre el borde posterior de la placa. Tercer segmento endopodal de P4 con una espina interna larga y una espina externa reducida, de más de un tercio de la longitud de la espina interna. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos de aproximadamente el mismo tamaño: una seta externa, una seta media y una espina interna.

Distribución en México: Ags., Méx., SLP*

Tropocyclops Kiefer, 1927

***Tropocyclops prasinus prasinus* (Fischer, 1860)** (Figs. 4-5)

Localidades: Aguascalientes: arroyo cerca del túnel de Potrerillos; arroyo el Gigante la Dichosa; bordo cerca pueblo Gracias a Dios; bordo de Villa Juárez; bordo en huerta al sureste de Mesa Grande; granja el Carriñán; río San Luis de Letras; Villa Juárez; Coahuila: Los Gatos; Zacatecas: arroyo en puente Atotonilco; bordo en desviación a Agua Gorda; estanque la Estanzuela.

Diagnosis: Cuerpo relativamente corto y robusto, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido a los lados; anténulas relativamente alargadas, alcanzan el nivel del margen posterior

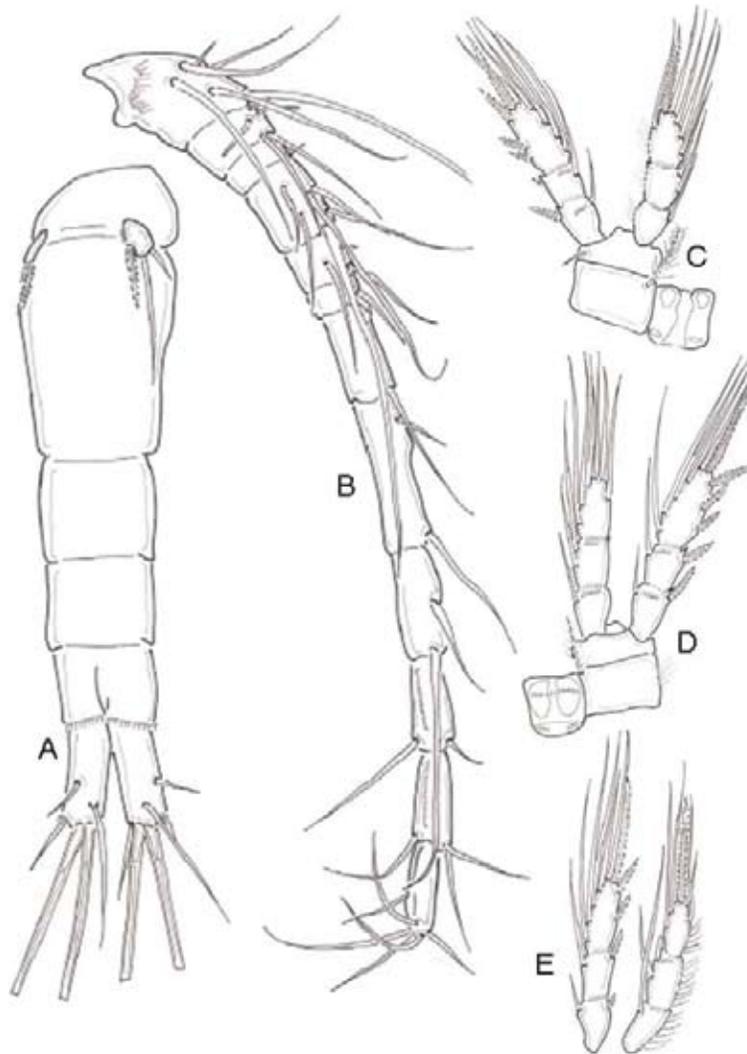


Figura 4A-B. *Tropocyclops prasinus prasinus*. A) urosoma; vista ventral. B) anténula.

del segundo somita torácico. Urosoma alargado, formado por cinco somitas. Somita genital ligeramente ensanchado en la región anterior. Ramas caudales cortas, con una proporción largo/ancho = 2.0-2.6. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina poco conspicua en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443 en todos los ejemplares analizados. Placa coxal de P2 lisa. Placa coxal de P3 con una hilera de espinas transversales ubicada en el margen medio de la superficie anterior. Proporción largo/ancho del tercer segmento endopodal de P3 de 2.3-2.6. Proporción de la longitud espina apical interna/externa del tercer endopodito de P4 de 2.2-2.3. Proporción espina interna: longitud del tercer segmento exopodal de la cuarta pata de 1.5-2. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos, una seta externa relativamente pequeña, una espina delgada interna más larga que la seta externa y una seta medial, alargada y delgada más larga que los dos elementos anteriores.

Distribución en México: Ags.*, Camp., Coah.*, Hgo., Méx., Mich., Pue., QR, SLP, Tab., Yuc., Zac.*

***Tropocyclops prasinus aztequei* Lindberg, 1955 (Figs. 6-7)**

Localidades: Aguascalientes: arroyo en Sierra Fría 21 km al norte de la Labor; arroyo la Boquilla; bordo a un lado de la Congoja, Sierra Fría; bordo cerca de pueblo Refugio de Agua Zarca; bordo del túnel San José de Gracia; bordo en granja el Carriñán; bordo en mesa el Roble; bordo en túnel de Potrerillos; canal cerca del Salitrillo, carr. Ags.-Rincón de Romos; charco a un lado de carr. Ags.-Calvillo a un lado Buena Vista; charco frente INIA 2 campo experimental; estanque UAA; bordo el Carriñán; Laguna Seca, Sierra Fría; arroyo en Malpaso; M-1-92 75, presa Cieneguilla; muestra N.2 el Soyatal; muestra N.29 arroyo carr. hacia pueblo San José de Gracia; arroyo San Luis de Letras; muestra N.41, bordo a un lado carr. la Tomatina; presa Calles; presa el Corral Colo-

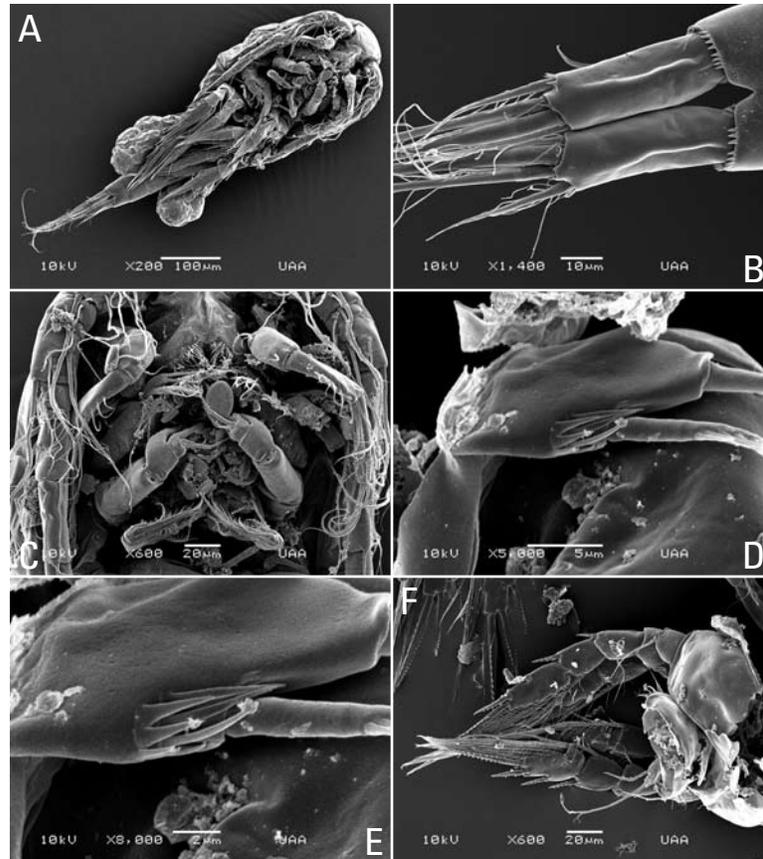


Figura 5A-F. *Tropocyclops prasinus prasinus*. A) hábito; vista ventral. B) ramas caudales; vista ventral. C) partes bucales. D) quinta pata. E) ornamentación; seta externa quinta pata. F) cuarta pata.

rado; presa el Taray; presa el Xoconostle; presa la Araña; presa la Codorniz; presa las Grullas; presa los Caños; represa en Cerro Prieto; río San Luis de Letras; Durango: canal de desagüe presa Cavorca (río la Saucedá); San Luis Potosí: presa Álvaro Obregón; presa González N. Santos; Zacatecas: arroyo en puente Atotonilco; estanque la Estanzuela; río en Río Grande (río Aguanaval); bordo a un lado de San Blas.

Diagnosis: Cuerpo relativamente corto y robusto, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido a los lados; anténulas relativamente alargadas alcanzan el nivel del margen posterior del segundo somita torácico. Urosoma alargado, formado por cinco somitas. Somita genital ligeramente ensanchado en la región anterior. Ramas caudales alargadas, con una proporción largo/ancho de 2.6-3.1. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina poco conspicua en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443 o 4443 en algunos ejemplares. Placa coxal de P1 lisa. Placa coxal de P2 con dos grupos de espinas a cada lado, uno sobre el margen medio con un arreglo irregular y otra sobre el borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P3 con dos hileras de espinas a cada lado de la superficie ventral,

una ubicada en el margen medio y otra sobre el borde anterior. Proporción largo/ancho del tercer segmento endopodal de P4 de 2.5-3.1. Proporción de la longitud espina apical interna/externa del tercer endopodito de P4 de 1.8-2.1. Proporción espina interna: longitud del tercer segmento endopodal de la cuarta pata de 1.2-1.36. Placa coxal de P4 con dos hileras de pequeñas espínulas a cada lado, la primera sobre el margen medio y la segunda sobre el borde anterior de la superficie ventral. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos, una seta externa relativamente pequeña, una espina delgada interna apenas un poco más larga que la seta externa y una seta medial, alargada y delgada más larga que los dos elementos anteriores.

Distribución en México: Ags.*, DF, Dgo.*, Hgo., Méx., QR, SLP*, Yuc., Zac.*

***Tropocyclops prasinus mexicanus* (Kiefer, 1938) (Fig. 8)**

Localidades: Aguascalientes: bordo 2 a 25 km al noreste de la Congoja, San José de Gracia; bordo rancho el Capulín; charco a un lado de bordo cerro el Colorín; Laguna Seca, Sierra Fria; muestra N.15 bordo a un lado de rancho el Capulín; presa el Taray; Zacatecas: bordo en desviación a Agua Gorda.

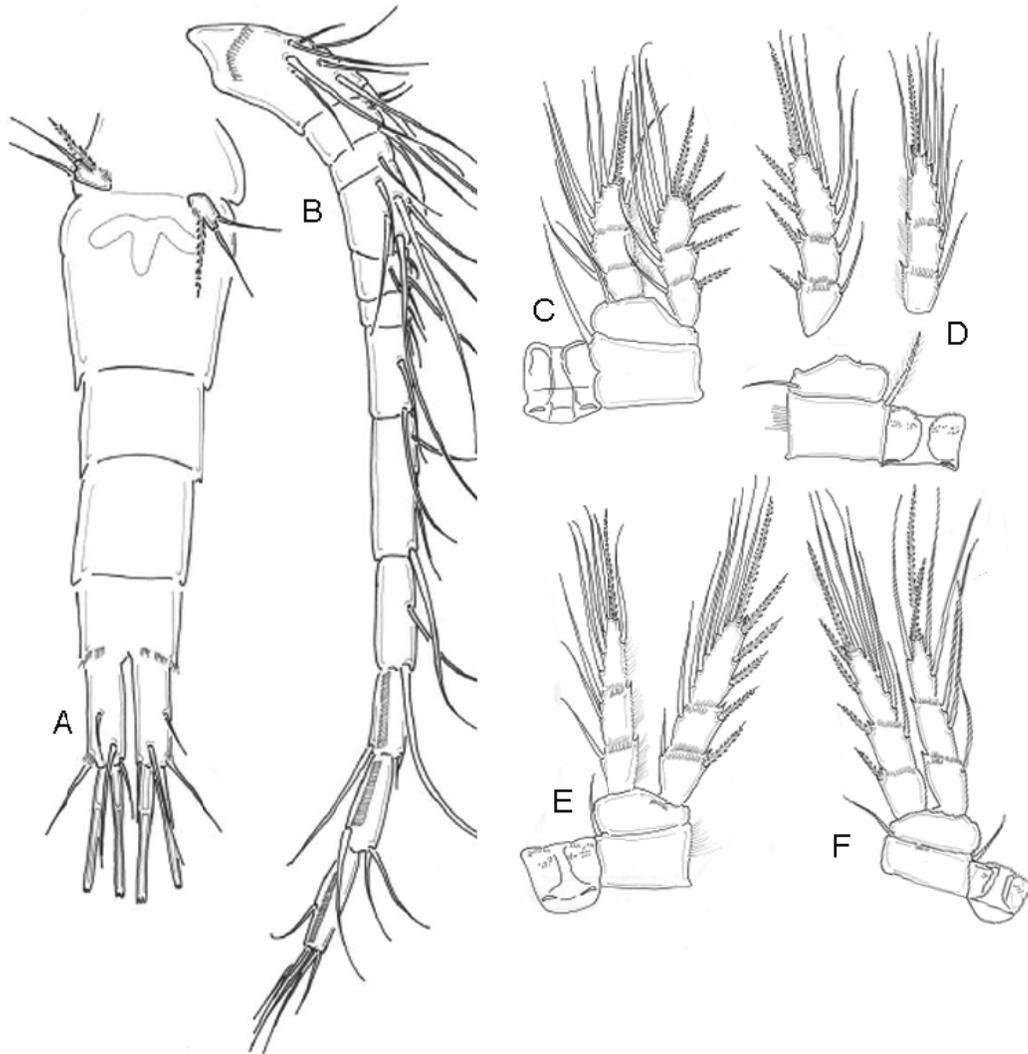


Figura 6A-D. *Tropocyclops prasinus aztequei*. A) primera pata. B) segunda pata. C) tercera pata. D) cuarta pata.

Diagnosis: Cuerpo relativamente corto y robusto, cefalotórax con forma ovoide, ligeramente expandido a los lados; anténulas alargadas alcanzan el nivel del quinto somita torácico. Urosoma alargado, formado por cinco somitas. Somita genital más largo que ancho. Ramas caudales cortas, con una proporción largo/ancho = 2.1-2.5. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina poco conspicua en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443 en todos los ejemplares analizados. Placa coxal de P1 lisa. Placa coxal de P2 con dos grupos de espinas a cada lado, una sobre el borde anterior y otra por debajo de ésta, ambas sobre la superficie ventral. P3 con tres hileras de espinas transversales a cada lado, ubicadas una enseguida de la otra, la primera apenas por debajo del borde anterior de la placa. Proporción largo/ancho del tercer segmento endopodal de P4 = 2.1. Proporción de la longitud espina apical interna/externa del tercer endopodito de P4 de 2.7-2.9. Proporción espina interna/longitud

del tercer segmento exopodal de la cuarta pata = 2.7. Placa coxal de P4 con tres hileras de espinas, la primera discontinua con 5 elementos a cada lado y ubicada en el borde anterior de la placa, segunda y tercera hileras continuas, por debajo de la anterior. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos, una seta externa relativamente pequeña, una espina delgada interna de aproximadamente la misma longitud que la seta externa; seta medial larga y delgada, de más de dos veces la longitud de la seta externa y la espina.

Distribución en México: Ags.*, Coah., DF, Yuc., Zac.*

***Tropocyclops extensus* Kiefer, 1931 (Fig. 9)**

Localidades: Aguascalientes: arroyo a un lado de presa Peñuelas; arroyo de San Luis de Letras; bordo en cerro Banco Alto; bordo a 200 m de presa el Taray; bordo a un lado de la Gloria; bor-

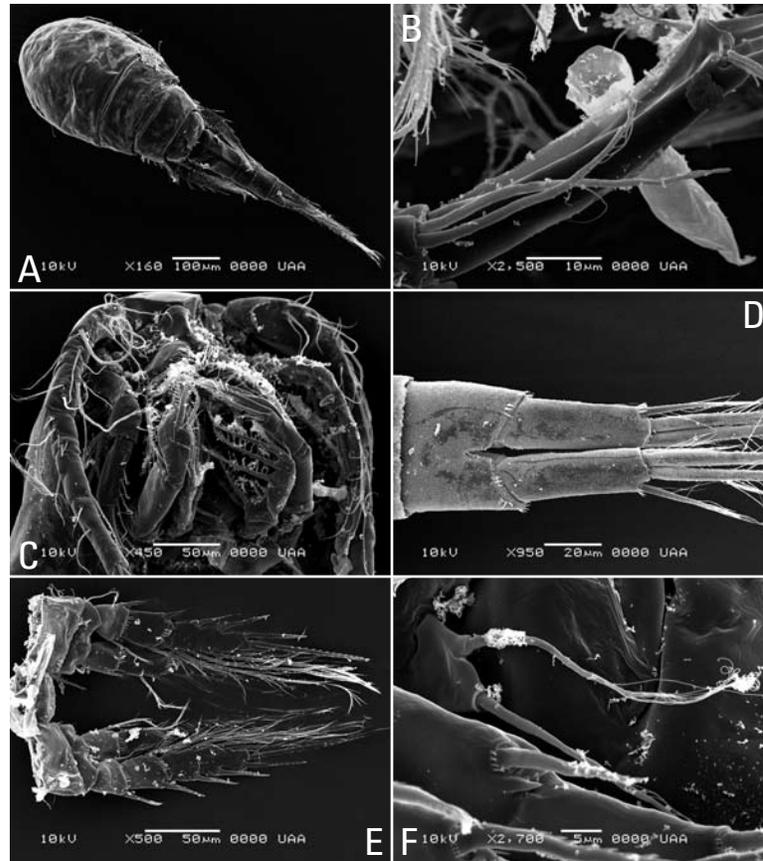


Figura 7A-F. *Tropicoclops prasinus aztequei*. A) hábito; vista dorsal. B) anténula; segmento 17. C) partes bucales. D) segmento anal y ramas caudales; vista ventral. E) cuarta pata. F) quinta pata.

do a un lado de carr. Ags.-Calvillo, cerca bordo Cebolletas; bordo a un lado de los Muños; bordo de Villa Juárez; bordo en pueblo San Miguel de los Sandoval; bordo en rancho Mesa Grande; charco en arroyo de Sierra Fría al norte de la Labor; cortina presa el Muerto; muestra 30a, arroyo a un lado de presa San Bartolo; muestra N1-95, charco los Negritos; muestra N30B 52, arroyo Agujero a un lado de muestra 30a; muestra N I-97 59, presa la Ordeña Vieja; muestra N13, presa el Corral Colorado; muestra N53 15, bordo pueblo Villa Juárez; muestra N1-96, arroyo la Boquilla; presa el Taray; presa el Tecuancillo; Coahuila: poza las Tortugas.

Diagnosis: Cuerpo relativamente alargado y robusto, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido a los lados; anténulas relativamente alargadas alcanza el nivel del margen posterior del segundo somita torácico. Urosoma alargado, formado por cinco somitas. Somita genital ligeramente ensanchado en la región anterior. Ramas caudales alargadas, con una proporción largo/ancho de 3.7-4.1. Margen interno de ramas caudales liso. Seta dorsal de ramas caudales muy larga, cerca de 1.3 veces más que la longitud de las ramas. Anténulas 12 segmentadas con membrana hialina poco conspicua en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443

en todos los ejemplares analizados. Placa coxal de P1 lisa, placa coxal de P2 con dos hileras a cada lado de la superficie ventral, la primera formada por pelillos ubicados sobre el margen anterior y la segunda formada por espinas ubicadas apenas por debajo de la hilera de pelillos. Placa coxal de P3 con tres hileras de espinas transversales ubicadas en el margen medio, en el borde anterior y la última entre estas dos, todas sobre la superficie ventral de la placa. Proporción largo/ancho del tercer segmento endopodal de P3 de 2.1-2.7. Proporción de la longitud espina apical interna/externa del tercer endopodito de P4 de 2.4-2.8. Quinta pata unisegmentada, formada por tres elementos, una seta externa relativamente larga, una espina interna delgada más pequeña que la seta externa y una seta medial, alargada y delgada más larga que los dos elementos anteriores.

Distribución en México: Ags.*, Coah.*, Yuc.

Eucyclops Claus, 1893

***Eucyclops* cf. *bondi* Kiefer, 1934**

Diagnosis: Cuerpo pequeño, alargado, cefalotórax ovalado, ligeramente expandido a los lados; anténulas alargadas alcanza



Figura 8A-G. *Tropocyclops prasinus mexicanus*. A) urosoma; vista ventral. B) anténula. C) anténula; segmentos 9-12. D) antena. E) palpo maxilular. F) maxílula. G) maxilípido. H) primera pata. I) segunda pata. J) tercera pata. K) endopodito cuarta pata. L) coxopodito; basipodito y placa coxal. cuarta pata. M) exopodito cuarta pata.

el nivel medio del segundo somita torácico. Somita genital ancho en la porción anterior. Proporción largo/ancho de las ramas caudales de 3.5 a 4. Margen interno de las ramas caudales liso. Seta caudal dorsal 0.6-0.7 veces tan larga como las ramas caudales. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina angosta en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias de 1-4 trisegmentadas, fórmula espinal 3443 en todos los ejemplares analizados. Placa coxal de P1 con una hilera de espinas en forma semicircular cercana al borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P3 con dos hileras continuas de espinas ubicadas en la superficie media ventral. Placa coxal de P4 con tres hileras continuas de espinas ubicadas en el margen medio, en el borde anterior y la última entre estas dos, todas sobre la superficie ventral de la placa. Espina apical externa del tercer segmento endopodal de P4 de más de la mitad de la longitud de la espina interna. Quinta

pata unisegmentada, con una seta externa y una seta medial de aproximadamente el mismo tamaño; y una espina interna delgada de menos de la mitad de la longitud de las setas medial y externa.

***Eucyclops cf. prionophorus* Kiefer, 1931**

Diagnosis. Cuerpo pequeño, alargado, cefalotórax ovalado, ligeramente expandido a los lados; anténulas alargadas alcanzan el nivel medio del segundo somita torácico. Somita genital ancho en la porción anterior. Proporción largo/ancho de las ramas caudales de 3 a 4. Margen interno de las ramas caudales liso. Seta dorsal de menos de la mitad de la longitud de las ramas caudales. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Patas natatorias de 1-4 trisegmentadas, fórmula

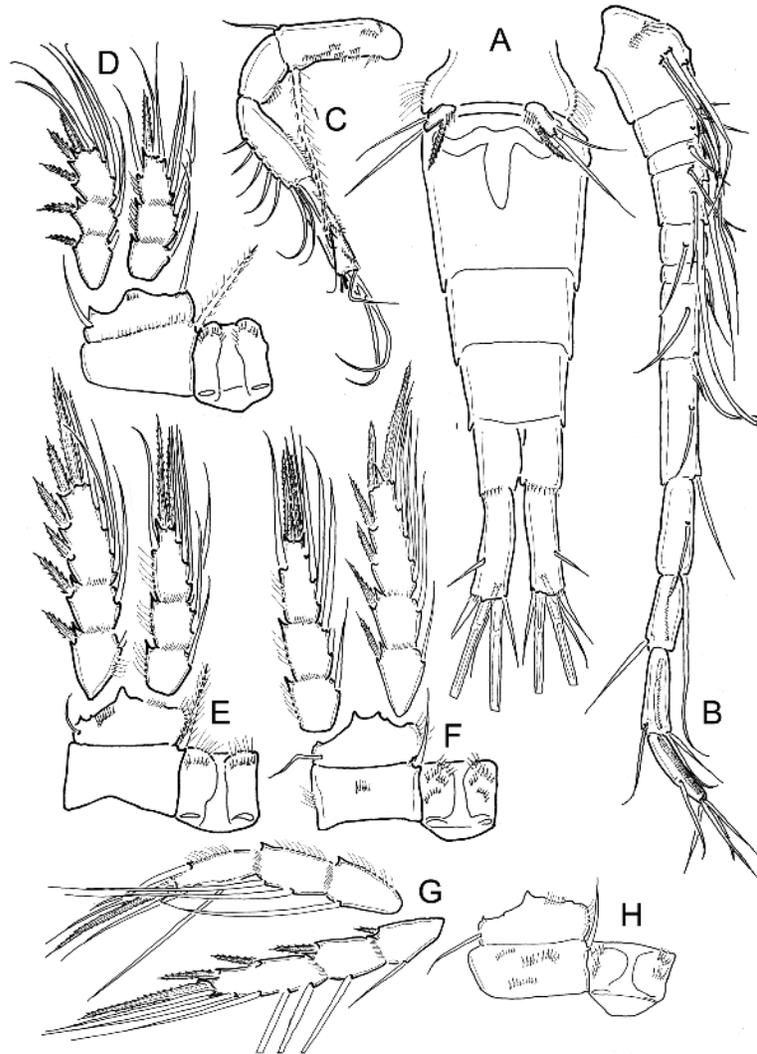


Figura 9A-H. *Tropocyclops extensus*. A) urosoma; vista ventral. B) anténula. C) antena. D) primera pata. E) segunda pata. F) tercera pata. G) exopodito y endopodito; cuarta pata. H) coxopodito; basipodito y placa coxal; cuarta pata.

espinal 3443 en todos los ejemplares analizados. Placa coxal de P2 con una hilera de pelillos a cada lado del borde posterior, acomodados en forma semicircular. Placa coxal de P4 con una hilera continua de pelillos ubicada en el borde anterior de la superficie ventral. Espina apical externa del tercer segmento endopodal de P4 de más de la mitad de la longitud de la espina interna. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa pequeña y una seta medial alargada, espina interna delgada y particularmente alargada, de mayor tamaño que la seta externa.

***Eucyclops cf. torresphilipi* Suárez-Morales, 2004**

Diagnosis: Cuerpo alargado, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido lateralmente. Anténulas alargadas, alcanzan el nivel medio del segundo somita torácico. Urosoma delgado, somita genital más largo que ancho, más ancho en la

porción anterior. Proporción de las ramas caudales de 4-4.5 veces más largas que anchas. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con una hilera de espinas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3343. Placa coxal de P1 con una hilera de espinas a cada lado; acomodadas en forma semicircular que van desde el margen medio interno hasta el borde anterior externo. Placa coxal de P2 con una hilera transversal de espinas largas, a cada lado, ubicadas cerca del borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P3 con dos hileras transversales discontinuas ubicadas en el margen medio y una hilera continua de pelillos ubicada en el borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P4 con tres espinas fuertes y alargadas a cada lado del borde anterior de la superficie ventral. Proporción de espina apical interna/espina apical externa del ter-

cer endopodito de P4 = 1.28. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa y una espina de aproximadamente la misma longitud, seta medial alargada, de mayor longitud que las anteriores.

***Eucyclops pectinifer* (Cragin, 1883)**

Diagnosis: Cuerpo alargado, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido lateralmente. Anténulas alargadas, alcanzan el nivel medio del segundo somita torácico. Urosoma delgado, somita genital más largo que ancho, más ancho en la porción anterior, Proporción de las ramas caudales de 4.5-5 veces más largas que anchas. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas 12 segmentadas con membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal sin espinas en posición subdistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Seta basipodal de P1 muy alargada, alcanza el margen apical del tercer segmento endopodal. Placa coxal de P3 con una hilera transversal continua de espinas por debajo del margen medio y una hilera continua de pelillos sobre el borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P4 con una hilera continua de espinas pequeñas sobre el margen medio y una hilera de 7-9 espinas pequeñas a cada lado del borde anterior de la superficie ventral. Proporción de espina apical interna/espina apical externa del tercer endopodito de P4 = 1.4. Quinta pata unisegmentada, seta externa ligeramente más larga que la espina interna, seta medial más larga que las anteriores.

***Eucyclops pseudoensifer* Dussart, 1984** (Figuras: ver Suárez-Morales & Walsh, 2009)

Diagnosis: Cuerpo alargado, cefalotórax relativamente largo, ligeramente expandido lateralmente. Anténulas alargadas, alcanzan el nivel medio del segundo somita torácico. Urosoma ensanchado, somita genital tan ancho como largo. Proporción de las ramas caudales 4-4.5 veces más largas que anchas. Margen interno de ramas caudales liso. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con una hilera de espinas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3343. Placa coxal de P1 lisa. Placa coxal de P2 con una hilera transversal continua de espinas largas en el margen medio y una hilera de espinas discontinua ubicada cerca del borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P3 con tres hileras transversales continuas de espinas ubicadas en el margen medio, en el borde anterior y por debajo del borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P4 con grupos de pelillos distribuidos a en dos parches continuos uno a cada lado de la placa; y una hilera continua de pelillos largos ubicada sobre el borde anterior de la superficie ventral. Proporción de espina apical interna/espina apical externa del tercer endopodito de P4 = 1.28. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa larga y delgada; espina interna engrosada y de menor tamaño que la

seta externa, espina medial larga y delgada, de mayor longitud que las anteriores.

***Eucyclops conrowae* Reid, 1992**

Diagnosis: Cuerpo relativamente robusto y pequeño, ligeramente expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula alcanza el margen posterior del segundo somita torácico. Urosoma ensanchado, somita genital ligeramente más largo que ancho. Ramas caudales 3.0-3.5 veces más largas que anchas. Margen interno de las ramas caudales liso. Margen externo de las ramas caudales con hilera de espinas, las proximales son pequeñas y las distales son más largas. Anténulas con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con una hilera de espinas alargadas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3343. Placa coxal de P1 lisa. Seta basipodal de P1 muy alargada casi alcanza el margen apical del tercer segmento endopodal. Placa coxal de P3 con dos hileras discontinuas de 4 espinas a cada lado ubicadas en el margen medio de la superficie ventral. Setas 2-5 del tercer segmento exopodal y setas lateral externa, apical y tercer seta lateral interna del endopodito esclerotizadas y con puntas romas. Placa coxal de P4 con una hilera de 5 espinas a cada lado ubicadas sobre el borde apical de la superficie ventral. Setas 2-5 del tercer segmento exopodal y setas laterales internas del tercer segmento endopodal esclerotizadas, con puntas romas. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa corta, de aproximadamente la misma longitud que la espina interna; seta medial delgada y alargada, de aproximadamente el doble de longitud que las dos anteriores.

***Eucyclops cf. leptacanthus* Kiefer, 1956**

Diagnosis: Cuerpo relativamente robusto y pequeño, expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula alcanza el margen medio del segundo somita torácico. Urosoma ensanchado, somita genital ligeramente más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales 3.2-3.6 veces más largas que anchas. Margen externo de las ramas caudales con hilera de espinas, las proximales son pequeñas y se hacen más largas conforme se acercan a la parte distal. Anténula con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con una hilera de espinas alargadas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Placa coxal de P1 y P2 lisas. Placa coxal de P3 con dos hileras discontinuas de espínulas alargadas ubicadas una por encima del margen medio y la otra cerca del borde distal de la superficie ventral. Setas exopodales y endopodales normales. Placa coxal de P4 con una hilera continua de pelillos muy alargados sobre el borde distal de las superficie ventral, todas las setas endopodales y exopodales normales. Proporción de la longitud de la espina terminal interna/externa del tercer endopodito de P4 de

1.6. Quinta pata unisegmentada. Con una seta externa corta, de aproximadamente la misma longitud que la espina interna; seta medial delgada y alargada, de aproximadamente el doble de longitud que las dos anteriores.

***Eucyclops chihuahuensis* Suárez-Morales & Walsh, 2009** (Figuras: ver Suárez-Morales & Walsh, 2009)

Diagnosis: Cuerpo alargado y pequeño, expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula alcanza el margen posterior del tercer somita torácico. Urosoma ligeramente ensanchado; somita genital ligeramente más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales de 4.3-4.5 veces más largas que anchas. Margen interno de las ramas caudales liso. Anténula con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con 3 espinas en posición subdistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Placa coxal de P1 con dos hileras discontinuas de espínulas, la primera formada por 5 espínulas pequeñas a cada lado del margen medio, la segunda con 7 espínulas alargadas ubicadas en el margen anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P2 con tres hileras de espínulas en la superficie ventral, la primera continua y formada por espínulas alargadas ubicadas cerca del margen posterior, la segunda formada por 5 espinas pequeñas a cada lado del margen medio y la tercera formada por espínulas largas ubicadas cerca del margen anterior. Placa coxal de P3 con dos hileras de espinas discontinuas sobre la superficie ventral, la primera en el margen medio y la segunda cerca del borde anterior de la placa. Placa coxal de P4 con una hilera discontinua de espínulas ubicadas en el borde anterior de la superficie ventral de la placa. Proporción de la longitud de la espina terminal interna/externa del tercer endopodito de P4 de 1.5. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa corta, ligeramente más corta que la espina interna; seta medial delgada y alargada.

***Eucyclops cuatrocieneegas* Suárez-Morales & Walsh, 2009** (Figuras: ver Suárez-Morales & Walsh, 2009)

Diagnosis: Cuerpo alargado, cefalotórax relativamente largo y ligeramente expandido en la parte media. Anténula alcanza el margen medio del segundo somita torácico. Urosoma no ensanchado, somita genital más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales 3.1-3.4 veces más largas que anchas. Margen interno de las ramas caudales liso. Anténula con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12. Basipodito antenal con una hilera de 7 espinas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterolateral y con una hilera de espinas en posición subdistal, pero cercanas a la inserción de la seta exopodal. Placa coxal de P1 con una hilera de espinas en forma semicircular que va desde el margen medio hasta debajo del borde anterior externo y una hilera de espinas en la superficie media del borde anterior. Placa coxal de P2 con una hilera continua de

pequeñas espinas ubicada en el margen medio de la superficie anterior. Placa coxal de P3 con una hilera de espinas continua sobre el margen medio y una hilera continua de espinas por debajo del borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P4 con una hilera transversal discontinua de pequeñas espinas ubicadas en el margen medio y una hilera de espinas pequeñas sobre el borde anterior de la superficie ventral de la placa. Proporción de la longitud de la espina terminal interna/externa del tercer endopodito de P4 = 1.4. Quinta pata unisegmentada. Con espina interna particularmente pequeña, de aproximadamente la misma longitud del segmento, seta externa y seta medial largas y delgadas, más de tres veces de la longitud de la espina interna.

***Eucyclops elegans* (Herrick, 1884)**

Diagnosis: Cuerpo alargado, ligeramente expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula rebasando el margen medio del segundo somita torácico. Urosoma delgado, somita genital más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales de más de 6 veces más largas que anchas. Margen externo de las ramas caudales con hilera de espinas, las proximales son pequeñas y se hacen más largas conforme se acercan a la parte distal. Anténula con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12, membrana hialina lisa o con aserraciones muy finas. Basipodito antenal con una hilera de espinas alargadas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Placa coxal de P4 con una hilera de pelillos muy largos sobre el margen anterior de la superficie ventral. Proporción de la longitud de la espina terminal interna/externa del tercer endopodito de P4 = 1.25. Quinta pata unisegmentada. Con una seta externa corta, de aproximadamente la mitad de la longitud de la espina interna; seta medial delgada y alargada.

***Eucyclops festivus* Lindberg, 1955**

Diagnosis: Cuerpo relativamente alargado, relativamente expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula alcanza el margen medio del segundo somita torácico. Urosoma ligeramente ensanchado, somita genital más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales de 5-6 veces más largas que anchas. Margen externo de las ramas caudales con hilera de espinas, aproximadamente del mismo tamaño. Anténula con 12 segmentos, membrana hialina en los segmentos 10, 11 y 12, con aserraciones gruesas. Basipodito antenal con una hilera de espinas pequeñas en posición subdistal, cerca de la inserción de la seta anterodistal. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Placa coxal de P1 con dos hileras discontinuas de espinas, una sobre el margen medio y otra sobre el borde anterior de la superficie ventral. Placa coxal de P2 con dos hileras de espinas, la primera continua y se ubica en el margen medio, la segunda discontinua y de forma semicircular, se ubica en el borde anterior

de la superficie ventral. Placa coxal de P3 con grupos de pelillos distribuidos uniformemente a cada lado de la superficie ventral de la placa. Proporción de la longitud de la espina terminal interna/externa del tercer endopodito de P4 = 1.2. Quinta pata unisegmentada, con una seta externa corta, de aproximadamente la mitad de la longitud de la espina interna; seta medial delgada y alargada, de aproximadamente el doble de longitud de la espina interna.

Ectocyclops Brady, 1904

***Ectocyclops rubescens* Brady, 1904** (Fig. 10)

Localidades: Aguascalientes: bordo cerca de pueblo Refugio de Agua Zarca; muestra N.93, bordo con Tilapia, campo experimental Pabellón de Arteaga; Coahuila: los Gatos; los Hundidos.

Diagnosis: Cuerpo robusto y pequeño, expandido en la parte media del cefalotórax. Anténula corta, no alcanza el segundo somita torácico. Urosoma ensanchado, somita genital ligeramente más largo que ancho. Proporción de las ramas caudales de 2-3 veces más largas que anchas. Margen externo de las ramas caudales liso, margen interno de las ramas con una hilera de pelillos largos. Margen posterior del somita anal ornamentado con espinas robustas en vista ventral. Membranas hialinas intersegmentales aserradas. Anténula con 11 segmentos. Basipodito antenal muy corto y ornamentado. Patas natatorias trisegmentadas, fórmula espinal 3443. Coxopoditos, basipoditos, endopoditos, exopoditos y placas coxales de todas las patas natatorias muy ornamentados. Quinta pata unisegmentada, segmento fusionado al quinto somita torácico con tres elementos apicales de aproximadamente la misma longitud.

Distribución en México: Ags.*, Coah.*, DF, Méx.

Homocyclops Forbes, 1897

***Homocyclops ater* (Herrick, 1882)** (Fig. 11)

Localidades: Aguascalientes: bordo en rancho 57 Mesa Grande (2 km al este); muestra N.29, arroyo en carr. hacia pueblo San José de Gracia; arroyo San Luis de Letras; Zacatecas: río Juchipila.

Diagnosis: Cefalotórax particularmente corto y ancho. Primer somita torácico muy expandido. Urosoma relativamente pequeño, somita genital ligeramente más ancho que largo. Ramas caudales cortas de 2.5- 3.4 veces más largas que anchas, sin ornamentación en el margen interno. Anténulas alargadas, alcanzan la mitad del segundo somita torácico, formadas por 17 segmentos, segmentos 16 y 17 con membrana hialina que rebasa el borde distal del segmento terminal; membrana no aserrada. Patas natatorias trisegmentadas, con fórmula espinal 3443. Placas coxales de P1-P4 sin ornamentación. Quinta pata unisegmentada, con una espi-

na interna fuerte y dos setas delgadas y largas. Espina de más de un tercio de la longitud de las setas.

Distribución en México: Ags.*, DF, Méx., QR, Zac.*

Distribución general de los Eucyclopinæ en el centro-norte de México

Respecto a la distribución de los diferentes taxa registrados en el área de estudio, se siguió la categorización propuesta por Suárez-Morales y Reid (1998) para las especies de Cyclopoida en México y América del Norte. Se ubican en este esquema las especies encontradas en las zonas áridas y semi-áridas del centro-norte de México. Los mapas muestran la distribución de cada conjunto de especies en el área estudiada: **1)** especies de amplia distribución (*Acanthocyclops robustus* (Sars, 1863), *A. vernalis* (Fischer, 1853), *Macrocyclops fuscus*, *M. albidus*, *Eucyclops pectinifer*, *E. conrowae*, *Microcyclops rubellus* (Lilljeborg, 1901), *E. elegans*, *E. prionophorus*, *Tropocyclops prasinus prasinus*, *T. prasinus mexicanus*, *Homocyclops ater*, *Ectocyclops rubescens*, *Thermocyclops tenuis* (Marsh, 1910), *Paracyclops chiltoni*, *P. poppei*) (Fig. 12A); **2)** especies endémicas (*Acanthocyclops* sp. 1, *A. marceloi* Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009; *Eucyclops cuatrociene-gas* y *Paracyclops hirsutus*) (Fig. 12B); **3)** con afinidad neotropical (*Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1912), *Mesocyclops reidae* Petrovski, 1986; *Thermocyclops inversus* Kiefer, 1936; *Eucyclops pseudoensifer*, *E. torresphilipi*, *E. bondi*, *E. leptacanthus*, *Metacyclops* cf. *campestris* Reid, 1987; *Microcyclops ceibaensis* (Marsh, 1919), *T. prasinus aztequei*) (Fig. 12C); **4)** con afinidad neártica (*Acanthocyclops dodsoni* Mercado, Suárez-Morales & Silva, 2006; *A. caesariatus* Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009; *A. marceloi* Mercado-Salas y Suárez-Morales, 2009; *Acanthocyclops* sp.1, *Mesocyclops edax* (S. A. Forbes, 1891), *Eucyclops chihuahuensis*, *E. cuatrociene-gas*, *Paracyclops hirsutus*, *Tropocyclops extensus*) (Fig. 12D) y **5)** restringidas sólo a la región central de México (*Microcyclops* sp. 1, *Microcyclops* sp. 2, *E. festivus*) (Fig. 12E). Para esta clasificación se consideraron los datos de la distribución mundial de las especies (Dussart & Defaye, 2006), no solo los de su distribución en el área de estudio.

Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE). A partir del análisis de la matriz de datos de presencia-ausencia de las especies de ciclopoideas (Cyclopinæ + Eucyclopinæ) encontrados en la zona de estudio, se pudieron establecer cuatro áreas de distribución de los taxa. Las áreas de distribución usadas para este análisis fueron las provincias biogeográficas propuestas por Arriaga *et al.* (1997): Altiplano Norte (Chihuahuense), Altiplano Sur (Zacatecano), Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental (Fig. 13).

Análisis de similitud Biogeográfica. A partir del análisis de la matriz de datos de presencia-ausencia de las especies de Cyclopoida en las diferentes regiones del continente se compararon las cifras de número de especies y géneros registrados en

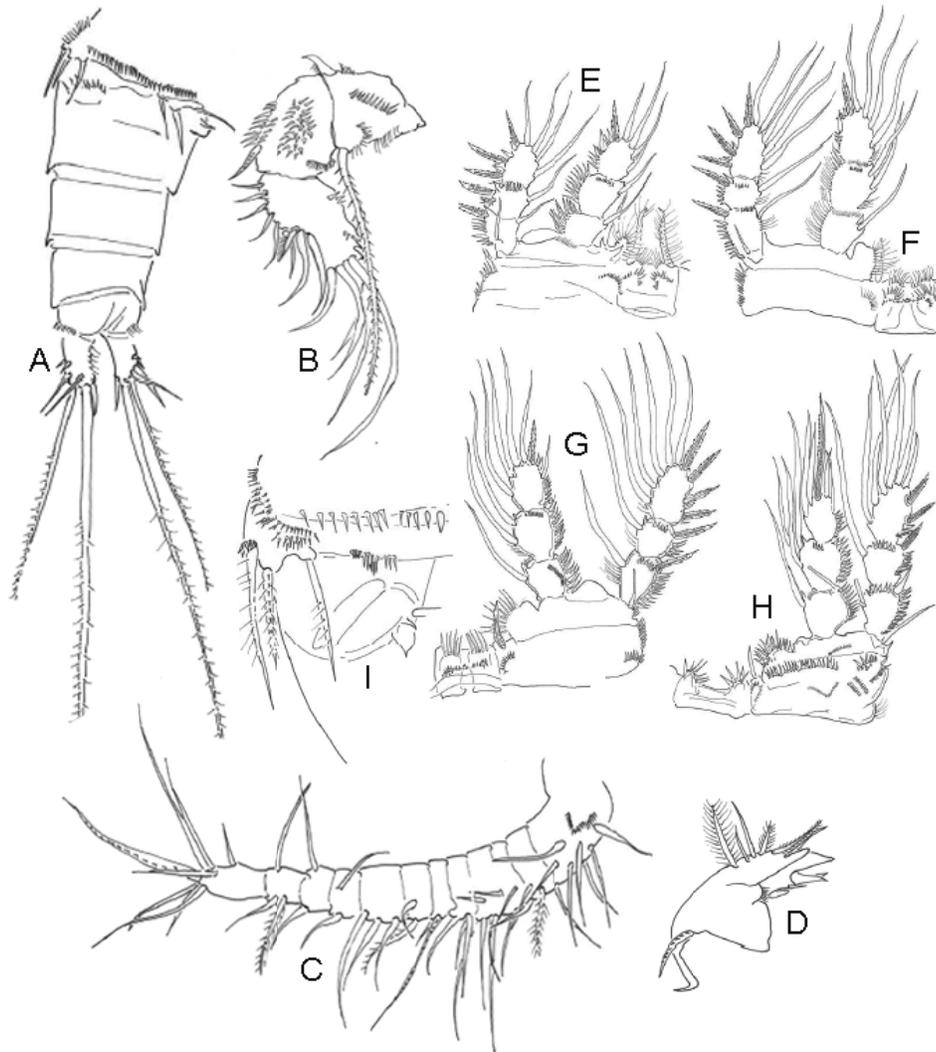


Figura 10A-C. *Ectocyclops rubescens*. A) urosoma; vista ventral. B) antena. C) anténula.

cada una de estas grandes zonas. Se encontró que EUA-Canadá y Sudamérica cuentan con el mayor número de registros de especies y Sudamérica con el mayor número de géneros. Los tres diferentes sectores de México considerados aquí presentan un número similar de especies y géneros. Se presentan los mapas de distribución de las especies de Cyclopoida más características del área de estudio, incluyendo las más ampliamente distribuidas y las endémicas (Fig. 12).

El análisis de similitud biogeográfica a nivel continental (Fig. 14) mostró que México Centro y México Centro-Norte presentan el valor más alto de similitud, seguidas de México Sur y Centroamérica, mientras que la zona que presentó menor similitud con respecto a las otras áreas del continente fue Sudamérica. Así, se obtuvo la separación de cuatro grupos principales: 1) Estados Unidos-Canadá-Florida, 2) México Centro-México Centro Norte, 3) México Sur-Centroamérica-Caribe y 4) Sudamérica.

DISCUSIÓN

Análisis morfológico-taxonómico. Durante este trabajo, se encontraron 22 especies y 7 géneros de copépodos de la subfamilia Eucyclopinæ. Se describen y analizan las principales variaciones y la problemática taxonómica encontrada en los diferentes taxa.

Los miembros del género *Macrocyclus* son fácilmente identificables, ya que este grupo contiene solamente 6 especies nominales: *Macrocyclus fuscus*, *M. albidus*, *M. distinctus* (Richard, 1887); *M. neuter* Kiefer, 1931; *M. baicalensis* Mazepova, 1962 y *M. monticola* Ishida, 1994, de las cuales dos (*M. albidus* y *M. fuscus*) están distribuidas en el continente americano. Para *M. albidus* se reconocen cuatro subespecies: *M. albidus albidus* (distribuida mundialmente), *M. albidus oligolasius* Kiefer, 1928 (África, Asia y Europa), *M. albidus platysetus* Fryer, 1957 (África) y *M. albidus principalis* Herbst, 1963 (Sudamérica) (Dussart & Defaye, 2006). Durante este estudio se encontraron solamente ejemplares de la

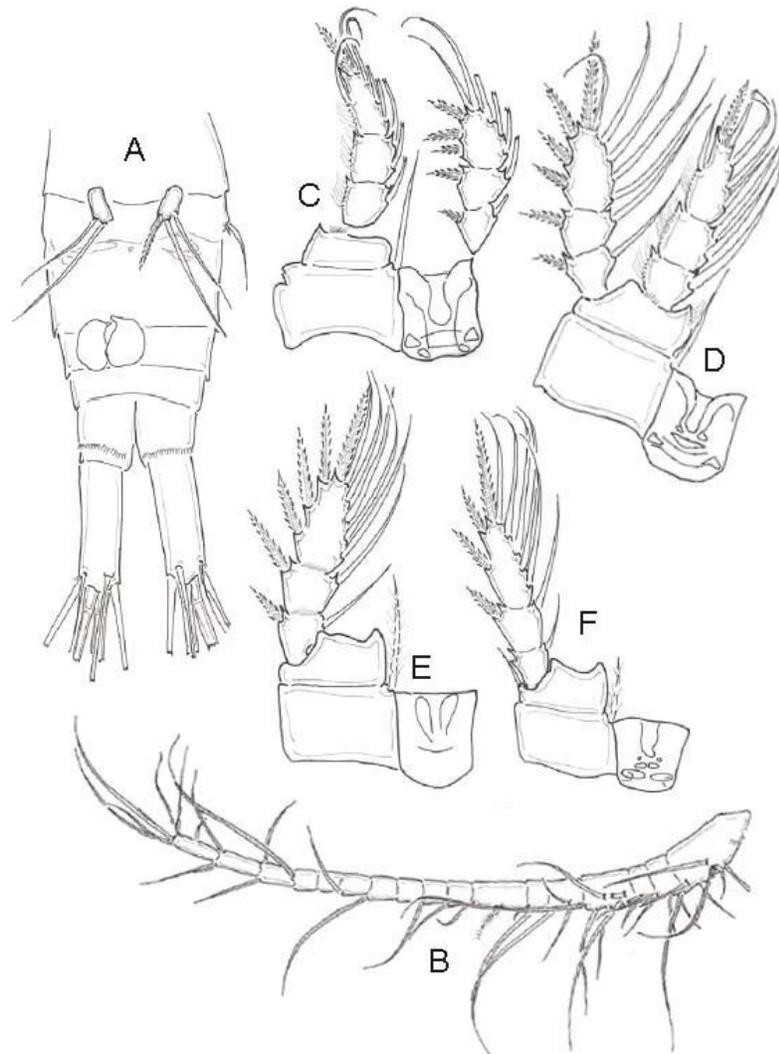


Figura 11A-D. *Homocyclops ater*. A) urosoma. B) último segmento antenular mostrando membrana hialina. C) anténula. D) antena.

forma estricta de *M. albidus*. El principal carácter para distinguir a *M. albidus albidus* de *M. albidus principalis* es la presencia de la segunda seta endopodal interna, en *M. albidus albidus*, dicha seta está presente pero es muy reducida, sin llegar a alcanzar el margen apical del tercer segmento endopodal. En *M. albidus principalis* dicha seta está ausente. Una de las diferencias que se encontraron en las poblaciones de las zonas áridas de México, fue la proporción largo/ancho de las ramas caudales, la cual varía entre 1.8 y 2.5 veces más largas que anchas a diferencia de los especímenes europeos en los que las ramas presentan una proporción de 3. Reid (1992) menciona que esta variación ha sido reportada en trabajos previos y que parece ser más común en los especímenes de los trópicos.

La otra especie de *Macrocyclus* registrada en esta área fue *M. fuscus*, la cual se distingue de *M. albidus* principalmente

por la presencia de una hilera de pelillos distribuida en el margen interno de las ramas caudales. Además, en *M. fuscus* la segunda seta interna del tercer segmento endopodal de la cuarta pata es normal, superando el margen apical del endopodito. La aserración en la membrana hialina del último segmento antenular es gruesa en *M. fuscus* y fina en *M. albidus*. Ambas especies ya habían sido reportadas para el país (Dodson & Silva-Briano, 1996; Suárez-Morales & Reid, 1998).

Se encontraron tres especies de *Paracyclops*, que fueron asignadas a este género por presentar los caracteres diagnósticos propuestos por Karaytug (1999): 1) presencia de sétulas a lo largo del margen posterolateral del quinto pedígero; 2) ramas caudales con una hilera transversal de espínulas sobre la superficie dorsal; 3) anténulas con 8 segmentos; 4) quinta pata con una espina interna fuerte y dos setas; y 5) primer segmento de la anté-

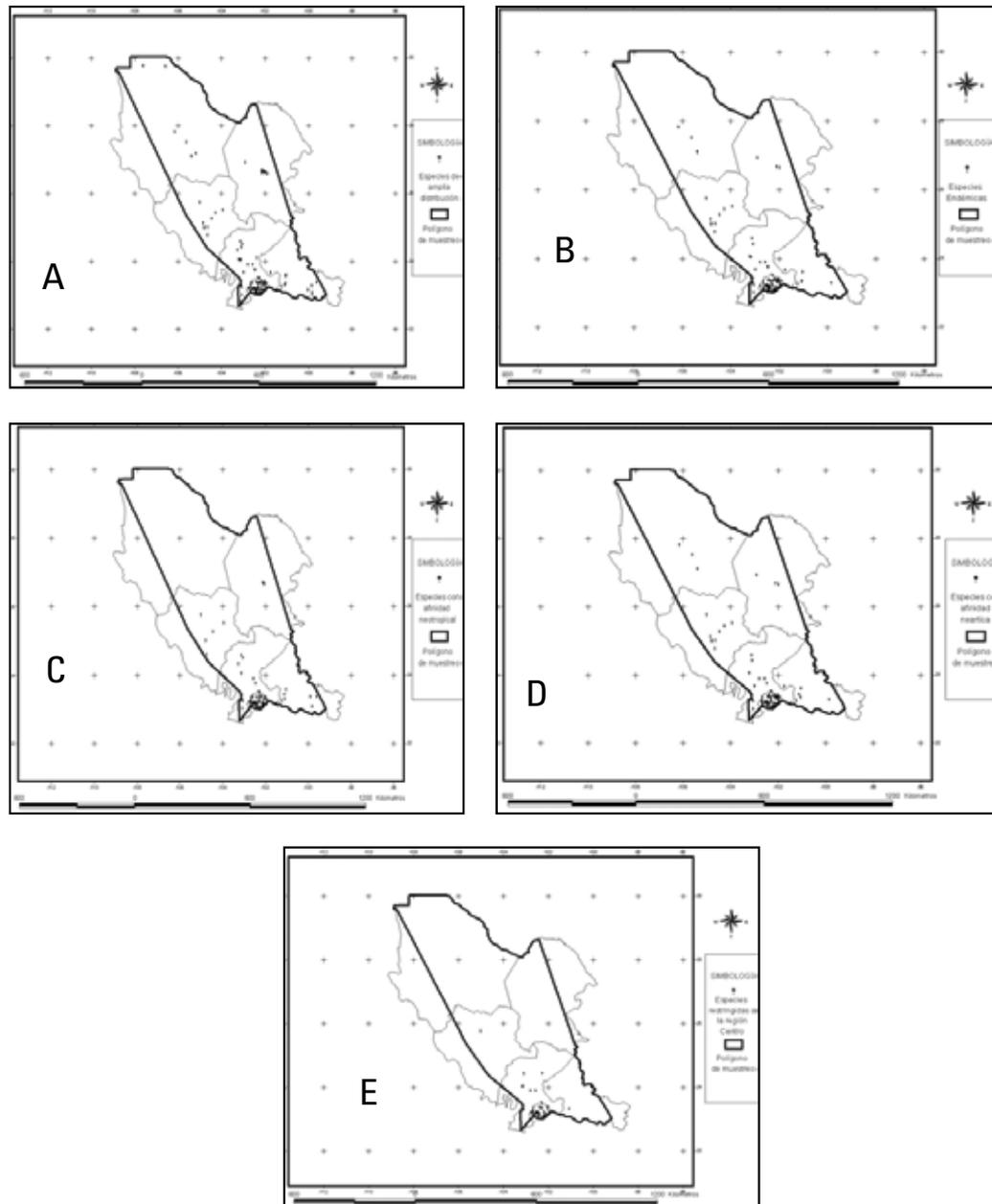


Figura 12A-E. Mapas de distribución agrupada de las especies de Cyclopoida encontradas en el centro-norte de México de acuerdo a las categorías de Suárez-Morales & Reid (1998). A) especies con amplia distribución en el área. B) especies endémicas. C) especies con afinidad neotropical. D) especies con afinidad neártica. E) especies restringidas sólo a la región centro-norte de México.

nula de los machos con setas modificadas. La primera especie de *Paracyclops* encontrada en la zona de este estudio fue *P. chiltoni*, previamente registrada para el estado de Aguascalientes por Dodson y Silva-Briano (1996) como *P. fimbriatus chiltoni*; forma parte del complejo de especies cosmopolitas y cercanamente emparentadas, denominado *P. fimbriatus*. Las especies que formaban parte de dicho complejo eran *P. fimbriatus*, *P. fimbriatus chiltoni* y *P. fimbriatus imminutus*. Karaytug y Boxshall (1999) separaron a

estas especies basándose en la evaluación de nuevos caracteres y de sus distribuciones. *Paracyclops fimbriatus* es una especie restringida a Europa y Asia; *P. chiltoni* se distribuye en América, Europa, Asia y cuenta con algunos registros no confirmados en África; *P. imminutus* (Kiefer, 1929) es conocida solo de Europa y del centro de Rusia. Según Karaytug (1999), los principales caracteres de *P. chiltoni* son: 1) anténula con 8 segmentos; 2) somita genital tan largo como ancho; 3) seta externa de la quinta pata

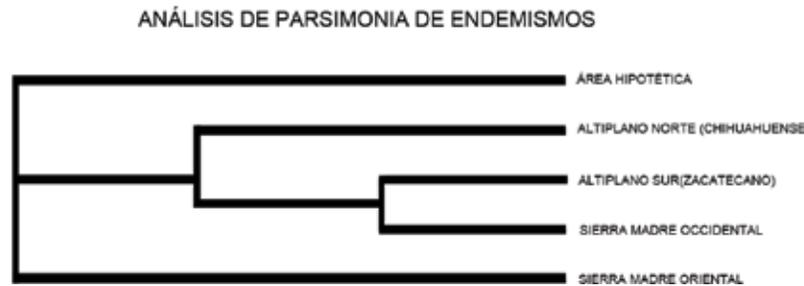


Figura 13. Cladograma resultante del PAE, que muestra las relaciones entre las provincias biogeográficas analizadas.

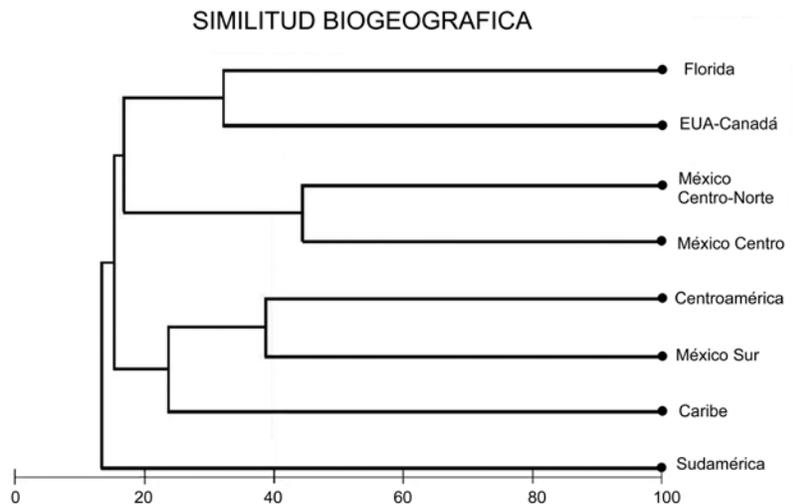


Figura 14. Dendrograma de los grupos formados a partir de la distribución de las especies de Cyclopoida en diferentes regiones geográficas de América con la aplicación del Índice de Jaccard.

relativamente corta, de la misma longitud que la espina interna o ligeramente más larga; y 4) ausencia de un grupo de espinas en la inserción de las setas coxobasales de la antena. Se encontraron diferencias entre los especímenes de *P. chiltoni* procedentes del centro-norte de México con respecto a los de Nueva Zelanda. En los especímenes mexicanos, la longitud de la seta externa de la quinta pata es evidentemente más larga que la espina interna, a diferencia de los especímenes revisados por Karaytug y Boxshall (1998) donde la seta externa y la espina interna son del mismo tamaño. La proporción largo/ancho de las ramas caudales es otro carácter que difiere en los ejemplares mexicanos, en los que es de aproximadamente 3.1, mientras que en los de Nueva Zelanda es de 2.2 y en los ejemplares brasileños de 3.5. En los organismos examinados por Karaytug (1999), la hilera dorsal de espínulas se extiende hasta el margen ventral, mientras que en los organismos encontrados en este estudio, dicha hilera solo es visible en la superficie dorsal. Un carácter muy importante en el diagnóstico de las especies pertenecientes al género *Paracyclops* es la ornamentación del coxopodito de la primera pata. En los ejemplares tipo de *P. chiltoni*, se presenta una hilera transversal de espínulas cerca de el margen distal del coxopodito, mientras que algunos

de los ejemplares de las zonas áridas presentaron dicha hilera de espínulas en el margen medio del coxopodito, parecido al que presenta *P. imminutus*. Sin embargo, la morfología general de los especímenes analizados concordaba con los rangos de variación de la especie propuestos por Karaytug (1999), quien además reconoce que los especímenes americanos tienden a tener una mayor variabilidad que los europeos. Se deberán examinar otras poblaciones de esta especie para determinar la consistencia y valor de estas variaciones.

Paracyclops hirsutus, encontrada en la zona durante la realización de este estudio, se describió recientemente (ver Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009). Puede distinguirse de otras especies similares de *Paracyclops* (v.gr. *P. andinus* Kiefer, 1957; *P. pilosus*, Dussart, 1984, *P. carectum* Reid, 1987; *P. hardingui*, Karaytug & Boxshall, 1998; *P. reidae*, Karaytug & Boxshall, 1998; *P. bromelicola*, Karaytug & Boxshall, 1998; *P. punctatus*, Karaytug & Boxshall, 1998; *P. rochai*, Karaytug & Boxshall, 1998) por la peculiar ornamentación de las ramas caudales y del somita anal. Otro carácter diagnóstico relevante es la presencia de una hilera transversal de espínulas en el margen distal medio del coxopodito.

dito de la primera pata, tanto en machos como en hembras. Este carácter es compartido solamente con *P. imminutus* (Karaytug, 1999), pero dicha a hilera es más corta en *P. hirsutus*. Para consultar la descripción completa ver Mercado-Salas y Suárez-Morales (2009).

Paracyclops poppei había sido previamente reportada para el estado de Aguascalientes (Dodson & Silva-Briano, 1996). Esta especie es fácilmente distinguible de sus congéneres por la presencia de una hilera longitudinal de espinas sobre la superficie dorsal de las ramas caudales. La morfología de los especímenes analizados concuerda en la mayoría de los caracteres propuestos en la redescrición de la especie (Karaytug, 1999). Sin embargo, existen algunos caracteres que reflejan cierta variación en los ejemplares mexicanos. Por ejemplo, en nuestros especímenes la proporción largo/ancho de las ramas caudales es mayor (5.0) que en los organismos europeos (3.6); Karaytug y Boxshall (1999) reconocieron cierto intervalo de variación en los especímenes americanos (2.1-3.9); aunque los especímenes mexicanos sobrepasan estos valores. Las espinas exopodales y la espina apical endopodal de la primera pata son relativamente más largas que las de los ejemplares europeos. La ornamentación del coxopodito de los especímenes europeos tiene elementos más robustos que la de los ejemplares mexicanos. Sin embargo, nuestros especímenes presentan los principales caracteres que definen la especie, por lo que se incluyeron dentro de este taxón.

El género *Tropocyclops* contiene 20 especies nominales, 19 de las cuales fueron reportadas por Dussart y Defaye (2006) y *T. bopingi* Dumont 2006 descrita recientemente. El género está representado por organismos muy pequeños que predominantemente ocupan las zonas litorales de lagos y bordos. Su taxonomía se basa en la morfología de la quinta pata y en la proporción de las ramas caudales y de las setas que la componen (Kiefer, 1939; Defaye, 2007). La especie tipo del género (*T. prasinus*) ha sido considerada como cosmopolita, sin embargo dicha especie es altamente variable y hasta la fecha incluye 12 subespecies, que difieren principalmente en la forma y longitud de las ramas caudales, el tamaño de las setas de las ramas y en la estructura y armamento del tercer segmento endopodal de P4 (Reid, 1991; Dumont, 2006). Es por lo anterior que se considera que *T. prasinus* representa un complejo de especies y que los caracteres en los que se basa su taxonomía no son los más adecuados, pues la variabilidad de algunos de ellos pudieran estar asociados a factores ecológicos, por lo que la morfología del complejo debe ser estudiada con más detalle.

En las zonas áridas del centro-norte de México, se encontraron 4 especies de *Tropocyclops*, de las cuales tres se ubican en el complejo *T. prasinus*: *T. prasinus prasinus*, *T. prasinus aztequei* y *T. prasinus mexicanus*; además de *T. extensus*. Estas especies se determinaron siguiendo los caracteres propuestos por Reid

(1991), Suárez-Morales *et al.* (1996) y Elías-Gutiérrez *et al.* (2008). Las principales diferencias entre estas cuatro especies se enlistan a continuación. Si consideramos la proporción largo/ancho de las ramas caudales, podemos observar que *T. extensus* (3.1-4.1) y *T. prasinus aztequei* (2.6-3.1) se separan perfectamente de sus congéneres; sin embargo, existe un traslape entre *T. prasinus prasinus* (2.0-2.6) y *T. prasinus mexicanus* (2.1-2.5). Un carácter usado para la separación de las especies es la proporción entre la longitud seta dorsal/longitud de las ramas caudales, la cual difiere ligeramente entre las tres subespecies del complejo *T. prasinus*. En *T. prasinus prasinus* es de 1.2, en *T. prasinus mexicanus* de 1.3 y en *T. prasinus aztequei* es 1.1, por lo que al parecer este carácter parece tener una validez taxonómica cuestionable. Por su parte *T. extensus* se separa perfectamente con dicha proporción de las subespecies presentes. Otro carácter que se usa para la separación de las especies de *Tropocyclops* es el tamaño y la longitud de las setas y espinas del tercer segmento endopodal de la cuarta pata. En relación a este último apéndice, un carácter usado es la proporción longitud de la espina apical interna/longitud de la espina apical externa. Para *T. prasinus prasinus* dicha proporción es de 1.5-2, para *T. prasinus mexicanus* es de 2.7, para *T. prasinus aztequei* es de 1.8-2.1 y para *T. extensus* es de 2.4-2.8. En lo que se refiere a la proporción largo/ancho del tercer segmento endopodal, existe un traslape entre *T. prasinus prasinus* (menor a 2.6), *T. prasinus aztequei* (2.1-3.1) y *T. extensus* (2.1-2.7); separándose claramente solo *T. prasinus mexicanus* (2). Es necesario revisar cuidadosamente el complejo *T. prasinus* ya que el límite entre las medidas de una subespecie y otra es muy estrecho y el traslape entre los caracteres merísticos es muy frecuente. Del mismo modo, se deben tomar en cuenta otros caracteres que parecen separar mejor a las subespecies. Por ejemplo, para *T. prasinus prasinus* y *T. prasinus aztequei*, se observaron diferencias en las ornamentaciones de las placas coxales de las patas natatorias, carácter que ayuda en el reconocimiento sexual entre algunas especies de ciclopoideas (com. pers. G. Wyngaard), y que ha sido utilizado en la separación de especies de géneros como *Mesocyclops*, *Thermocyclops*, *Paracyclops* y *Acanthocyclops*. Del mismo modo las proporciones entre la seta medial y las setas externa e interna de la quinta pata son muy diferentes entre las subespecies; este sería otro carácter que pudiera explorarse para la separación de especies o subespecies.

Ectocyclops rubescens representa una especie cuyo estatus taxonómico estuvo en duda durante mucho tiempo. Esta especie fue sinonimizada con *E. phaleratus* por Kiefer (1939), sin embargo en estudios posteriores se restituyó su estatus taxonómico como especie válida (Einsle, 1971; Kiefer, 1952) debido a las diferencias que presentaba con respecto a la quinta pata (Morton, 1990). En *E. rubescens* la seta espiniforme interna de la quinta pata de la hembra es consistentemente más larga que las setas externa y medial, mientras que en *E. phaleratus* la longitud de las tres setas es de

aproximadamente el mismo tamaño. Otra diferencia entre las dos especies es el número de segmentos antenulares en los machos; *E. rubescens* presenta 14 segmentos contra 17 segmentos en *E. phaleratus*. Los individuos analizados en este estudio mostraron cierta asimetría en la ornamentación de las ramas caudales, caracter cuyo valor taxonómico aún está por determinarse.

Se registró en la zona de estudio a *Homocyclops ater* considerada como un taxón monotípico (Dussart & Defaye, 2006) de organismos distribuidos en el continente americano, principalmente en la región neotropical. Esta especie, poco frecuente, ha sido reconocida como el único ciclopoide de gran tamaño que no depreda larvas de mosquitos (com. pers. J. Reid, Septiembre, 2009). Las únicas diferencias que encontramos en los especímenes de las zonas áridas con respecto a los ejemplares reportados en el sureste de México por Suárez-Morales *et al.* (1996), fueron la proporción largo/ancho de las ramas caudales y la longitud de la espina interna de la quinta pata. En nuestros ejemplares encontramos una mayor proporción largo/ancho de las ramas caudales (3.4), contra la proporción de 2.5 reportada por Suárez-Morales *et al.* (1996). La espina interna de nuestros ejemplares también tuvo una mayor longitud relativa, más larga que el segmento de la pata, mientras que en los ejemplares del sur del país esta espina es de menor tamaño que el segmento.

Aunque se presentan en este trabajo las diagnosis y el listado de las especies nominales de *Eucyclops* encontradas en el área de estudio, no se incluyen las figuras ni su distribución estatal, ya que 1) el estatus de muchos de los registros americanos de especies del género es incierto y 2) actualmente se desarrolla un estudio taxonómico detallado para separar de manera clara las especies del género presentes en México.

Análisis biogeográficos. Considerando en conjunto los datos de las subfamilias Cyclopinæ (Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2011) y Eucyclopinæ, se puede establecer que la fauna de Cyclopoida de las zonas áridas centro-norte de México está conformada por 39 especies ubicadas en 12 géneros. En este trabajo se presentan 18 nuevos registros estatales de Eucyclopinæ. En estudios previos, el número de especies de Cyclopoida en México se había ubicado en 55, incluyendo cuatro especies de la subfamilia Halicyclopinæ (Suárez-Morales *et al.*, 2002). Después de dicho recuento se encontraron especies nuevas (Suárez-Morales, 2004; Mercado-Salas *et al.*, 2006; Suárez-Morales & Walsh, 2009) y a ello se añaden 6 especies no descritas de *Acanthocyclops*, *Paracyclops* y *Microcyclops* (Mercado-Salas *et al.*, 2009; Mercado-Salas & Suárez-Morales, 2009; Mercado-Salas & Suárez-Morales, en prep.) así como el primer hallazgo del género *Metacyclops* (Mercado-Salas *et al.*, en prep.) en el centro-norte de México. Estos hallazgos incrementan 20% la lista nacional previa. Así, el número de especies de Cyclopoida reconocidas para México es de 66; se espera que esta cifra continúe creciendo a medida que se exploren áreas poco estudiadas del país.

Las especies dominantes en el polígono de muestreo fueron las de amplia distribución, mismas que se pueden subdividir en dos grupos. El primero, formado por especies con amplia distribución mundial (*Acanthocyclops robustus*, *A. vernalis*, *Macrocyclus fuscus*, *M. albidus*, *Microcyclops rubellus*, *Tropocyclops prasinus prasinus*, *Ectocyclops rubescens*, *Paracyclops chiltoni* y *P. poppei*) y el segundo, representado por especies propias del continente americano pero ampliamente distribuidas (*Eucyclops pectinifer*, *E. conrowae*, *E. elegans*, *E. prionophorus*, *T. prasinus mexicanus*, *Homocyclops ater* y *Thermocyclops tenuis*). Es en referencia a las especies de este segundo grupo que se deben ampliar los esfuerzos de estudios biogeográficos para así establecer si su origen es neártico o neotropical. Se observó además que la proporción entre especies neárticas y neotropicales es equitativa, 10 neotropicales y 9 neárticas, lo que muestra la importancia biogeográfica y la complejidad biótica de la zona de estudio y confirma que esta parte de México representa una amplia zona de transición entre las faunas de ambas regiones biogeográficas. Las especies de origen neártico estuvieron más ampliamente distribuidas que las neotropicales en el polígono de muestreo. En los mapas de distribución de cada una de las especies (Fig. 12) se observa que las de afinidad neotropical usualmente no sobrepasan los 24°N, con la mayor parte de sus registros en Aguascalientes y San Luis Potosí. Dicha fragmentación puede explicarse debido a la presencia de algunos sistemas remanentes de perfil subtropical en el área de estudio en ambos estados, el límite de la huasteca potosina (San Luis Potosí) y la Sierra de Laurel (Aguascalientes), el primero formando parte de la Sierra Madre Oriental y el segundo de la Sierra Madre Occidental.

Al efectuar el análisis de parsimonia de endemismos (PAE) (Fig. 13) (Morrone, 1994; Espinosa-Organista *et al.*, 2001) considerando las cuatro provincias biogeográficas (Arriaga *et al.*, 1997) en las que incidió este estudio, se observa una clara separación entre las provincias del altiplano sur y el altiplano norte. Esto apoya la idea de que el altiplano mexicano debe ser subdividido a su vez en dos provincias como proponen Arriaga *et al.* (1997) y no en una sola zona común como lo plantea Morrone (2005). Sin embargo, las evidencias para probar esta hipótesis deben ser reforzadas con más datos basados en el estudio de otros grupos y con un mayor esfuerzo de muestreo en las cuatro provincias o usando modelos de predicción de distribución como lo propone Escalante (2009).

La separación entre estas dos provincias del altiplano se atribuye a que todos los nuevos taxa encontrados durante este estudio se distribuyeron exclusivamente en dichas provincias, por lo que se infiere que dichos taxa son endémicos de esas áreas. La única incidencia de nuevos taxa en la provincia de la Sierra Madre Occidental ocurre en Aguascalientes, el estado con mayor esfuerzo de muestreo y donde confluyen las provincias del altiplano zacatecano potosino y de la Sierra Madre Occidental. Estos registros se dieron en los límites de ambas provincias.

Hasta años recientes, se creía que las especies de Cyclopoida tendían a estar ampliamente distribuidas; dicho concepto parece tener ahora una menor validez al encontrarse que estas especies en realidad representan complejos de especies con una distribución relativamente restringida (Reid, 1998; Suárez-Morales & Reid, 2003; Mirabdullayev & Defaye, 2002, 2004; Boxshall & Defaye, 2008). En el área de estudio esta situación está representada en el complejo de especies *Acanthocyclops vernalis-robustus*, reconocido como uno grupo exitoso con un número indeterminado de especies crípticas (Dodson *et al.*, 2003), dentro del cual se han descubierto recientemente al menos 4 especies (Mercado-Salas *et al.*, 2006, 2009). Es por esto que el endemismo dentro de los Cyclopoida en esta parte de México podría ser más alto de lo que hasta hace años se pensaba.

En el área de estudio se encontró que 4 especies pueden considerarse como endémicas para una sola localidad (*Paracyclops hirsutus*, *Acanthocyclops marceloi*, *Acanthocyclops* sp. 1 y *Eucyclops cuatrocienegas*), pero otras más de las registradas podrían ser endémicas para las zonas áridas del centro-norte de México (v.gr. *A. dodsoni*, *E. chihuahensis*, *Microcyclops* sp. 1, *Microcyclops* sp. 2). El porcentaje de especies endémicas de Cyclopoida para esta zona del país es de aproximadamente el 20%, apenas rebasando el 19% que se presenta en el sur del país (la mayoría presentes en la península de Yucatán) (Suárez-Morales & Reid, 2003; Suárez-Morales *et al.*, 2004). Cabe señalar que la región centro-norte ha sido menos estudiada que la península, por lo que el número de especies endémicas pudiera estar subestimado. A nivel global, en la región Neártica se han reportado cerca de 49% de especies endémicas de Cyclopidae, mientras que para la zona Neotropical este porcentaje es de 74%. Por ello, se considera que el nivel de endemismo en los ciclopoideos es destacable entre los copépodos de vida libre (Boxshall & Defaye, 2008).

El análisis de similitud biogeográfica que se hizo para el continente (Fig. 14) reveló cuatro grupos generales: 1) Florida-Estados Unidos-Canadá (FEC); 2) México centro y México centro-norte (MCN); 3) Centroamérica, México Sur y el Caribe (CMC); y 4) Sudamérica (SA). Este dendrograma difiere respecto al presentado por Suárez-Morales *et al.* (2005) para los copépodos calanoides de la familia Diaptomidae, donde se forman cuatro grupos también, pero distribuidos de diferente manera: 1) Caribe y Centroamérica; 2) Norte de México y Norteamérica; 3) Sur de México; y 4) Sudamérica. Cabe mencionar que la diferencia en la distribución de áreas geográficas puede deberse a que en México la familia Diaptomidae tiene una influencia Neártica mucho mayor a la Neotropical, a diferencia de la proporción de afinidades de los Cyclopoida en el área de estudio. La divergencia entre los grupos FEC y MCN puede explicarse por lo propuesto por Devitt (2006) quien menciona el inicio del Pleistoceno como la transición de condiciones cálido-tropicales a condiciones mucho

más frías principalmente en la región norte del continente (Canadá, Estados Unidos, México). Durante los periodos glaciares las condiciones frías y más húmedas permitieron la expansión de diversos taxa a áreas antes ocupadas por desiertos restringiendo así las regiones áridas y formando los lagos pluviales en las planicies. Al inicio del Holoceno el aislamiento de los refugios formados en el desierto fue más marcado, favoreciendo la radiación de especies de origen neártico en esta región geográfica; se sugiere que este proceso favorece la separación de las faunas de FEC y MCN, donde el desierto actúa como una barrera entre ambas zonas.

Las particularidades que separan las zonas áridas mexicanas (MCN) se explican históricamente con la formación de las provincias biogeográficas de América del Norte. Dichas formaciones ocurrieron entre el Oligoceno tardío y el Mioceno medio, durante una tendencia general a una mayor aridez resultante del cambio climático asociado con la intensa actividad volcánica y tectónica del Cenozoico. De este modo se formaron las montañas Rocallosas, las planicies mexicanas y de Centroamérica y las sierras Madre Occidental, Madre Oriental y Madre del Sur. La formación de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental durante el Eoceno y hasta el Mioceno medio, interrumpió el flujo atmosférico, bloqueando las masas de aire cálidas y húmedas provenientes del Océano Pacífico y del Golfo de México. Esto provocó sequía y aridez en la planicie mexicana. Así, este cambio climático en el Mioceno segregó especies a lo largo de gradientes latitudinales y longitudinales, generando radiación en los linajes exitosos actualmente (Devitt, 2006).

La separación de la fauna de Sudamérica con respecto a la de las demás regiones del continente ha sido explicada previamente por Holynska (2006) para el género *Mesocyclops*. Esta autora sugiere que el origen de este género se ubica en el este de Asia y que su ingreso al continente americano fue por medio de la conexión del estrecho de Bering en el Cretácico tardío. Su migración hacia Sudamérica ocurrió en el Terciario, gracias a la dominancia de climas subtropicales que permanecieron hasta la primera mitad del Mioceno, ayudando a la distribución de especies. La falta de un puente continental en el Cretáceo tardío y el Plio-Pleistoceno favoreció la evolución de distintas faunas y la preservación de linajes antiguos en Sudamérica. Aunado a esto, el alto grado de endemismo en los trópicos puede ser explicado por el aislamiento provocado por las bajas temperaturas presentes en las zonas neárticas durante los periodos glaciares del Pleistoceno, lo que dificultó la dispersión de la fauna Sudamericana y condicionó también un alto grado de endemismo en la región (Boxshall & Defaye, 2008; Holynska, 2006; Bănărescu, 1991a-c). La intrusión de formas de la región Neártica hacia la Neotropical y viceversa se dio después del cierre de la apertura de Panamá.

La separación del grupo CMC puede explicarse por la conexión existente entre Centroamérica y el sur de México en los

inicios del Paleoceno. Dicha conexión era intermitente, ya que presentaba por lo menos dos barreras marinas: una en la zona del istmo de Tehuantepec y la otra en el de Panamá. Otros eventos que han servido para la diferenciación de la fauna de CMC, son los propuestos por Suárez-Morales *et al.* (2004), quienes mencionan que la dispersión de algunas formas neárticas hacia la península de Yucatán pudieron haberse dado en dos eventos diferentes: 1) al inicio del Paleoceno y a finales del Eoceno medio cuando las poblaciones existentes de ciclopoideas se dispersaron del centro de México hacia Centroamérica; y 2) a finales del Plioceno, después de que emergieron áreas que se habían permanecido sumergidas a inicios del Plioceno. Otros eventos que han ayudado a la especiación, principalmente en la península de Yucatán, de donde provienen la mayoría de los registros de México Sur, son los periodos sucesivos de aridez y desecación de los cuerpos de agua durante el Holoceno, lo que favoreció eventos locales de aislamiento de las poblaciones y procesos de especiación (Fiers *et al.*, 1996). Un ejemplo de lo anterior es la presencia de *Acanthocyclops smithae* en sistemas epi-cósteros formados recientemente (durante el Holoceno medio) (Reid & Suárez-Morales, 1999).

Durante el Plioceno y a inicios del Pleistoceno las Antillas y Centroamérica consistían en un conjunto de islas que estuvieron físicamente separadas hasta el Mioceno, esto puede explicar por lo menos la radiación que se dio en las islas caribeñas, pues presentan géneros de ciclopoideas endémicos que explican su ligera separación respecto a las faunas de Centroamérica y el sur de México. La invasión de fauna de Sudamérica y Norteamérica hacia esta región ocurrió después del cierre de la conexión de Panamá y del final de las glaciaciones del Pleistoceno. Esto ha sido demostrado en trabajos previos (Fiers *et al.*, 2000; Suárez-Morales *et al.*, 2004), donde reportan que la presencia de especies cercanamente emparentadas con taxa sudamericanos (*Diacyclops pilosus* Fiers & Ghenne, 2000; *D. ecabensis* Fiers & Ghenne, 2000) o distribuidas en Sudamérica (*Apocyclops panamensis* (Marsh, 1913), *Mesocyclops longisetus*, *Microcyclops ceibaensis*, *Neutrocyclops brevifurca* (Lowndes, 1934) y *T. inversus*) en la península de Yucatán es resultado de eventos ocurridos a finales del Plioceno.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Bióloga Araceli Adabache Ortiz (Universidad Autónoma de Aguascalientes) por el procesamiento de las fotografías obtenidas con el microscopio electrónico que fueron incluidas en el presente trabajo. La Dra. Elizabeth Walsh (University of Texas at El Paso) y el Dr. Robert L. Wallace (Ripon College, Wisconsin) pusieron a nuestra disposición las muestras de zooplancton obtenidas durante el proyecto binacional "Community structure and phylogeography of zooplankton in Chihuahuan Desert Springs (US & Mexico)". Agradecemos a la Dra. Janet W.

Reid por su ayuda en la corroboración de la identificación de las especies incluidas en este trabajo. Agradecemos los comentarios y sugerencias sobre versiones previas del manuscrito de las Dras. Martha Angélica Gutiérrez-Aguirre (UQROO) y Ana Minerva Arce-Ibarra (ECOSUR). Este proyecto fue financiado por la CONABIO (GT-034) y forma parte del trabajo de tesis de posgrado de la primera autora (NM-S, CONACyT). Los datos geográficos de las localidades mencionadas en este trabajo están disponibles en la base de datos generada por el proyecto GT-034 y puede consultarse en el sitio web de la CONABIO. Agradecemos los comentarios de los revisores anónimos que contribuyeron a mejorar este trabajo.

REFERENCIAS

- ALEKSEEV, V., H. J. DUMONT, J. PENSART, D. BARIBWEGURE & J. R. VANFLETEREN. 2006. A redescription of *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida) and some related taxa, with a phylogeny of the *E. serrulatus*-group. *Zoologica Scripta* 35: 123-147.
- ARRIAGA, L., C. AGUILAR, D. ESPINOZA-ORGANISTA & R. JIMÉNEZ. 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. *Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*, México, D.F.
- BOXSHALL, G. A. & D. DEFAYE. 2008. Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 195-207.
- BOXSHALL, G. A. & S. H. HALSEY. 2004. *An introduction to Copepod Diversity*. The Ray Society. London, 996 p.
- BĂNĂRESCU, P. 1991a. *Zoogeography of Fresh Waters: Volume 1: General Distribution and Dispersal of Freshwater Animals*. 1st ed. AULA-Verlag Wiesbaden. Germany. 519 p.
- BĂNĂRESCU, P. 1991b. *Zoogeography of Fresh Waters: Volume 2: Distribution and dispersal of freshwater animals in North America and Eurasia*. 1st ed. AULA-Verlag Wiesbaden. Germany, pp. 520-1091.
- BĂNĂRESCU, P. 1991c. *Zoogeography of Fresh Waters: Volume 3: General Distribution and Dispersal of Freshwater Animals in Africa, Pacific Areas and South America*. 1st ed. AULA-Verlag Wiesbaden. Germany, pp. 1092-1617.
- DEFAYE, D. 2007. A new *Tropocyclops* (Copepoda, Cyclopidae) from Lake Matano, Indonesia. *Zootaxa* 1541: 17-29.
- DEVITT, T. J. 2006. Phylogeography of the Western Lyresnake (*Trimorphodon biscutatus*): testing aridland biogeographical hypotheses across the Nearctic-Neotropical transition. *Molecular Ecology* 15: 4387-4407.
- DODSON S. I. & M. SILVA-BRIANO. 1996. Crustacean zooplankton richness and associations in reservoirs and ponds of Aguascalientes State, Mexico. *Hydrobiologia* 325: 163-172.
- DODSON, S. I., A. K. GRISHANIN, K. GROSS & G. A. WYNGAARD. 2003. Morphological analysis of some cryptic species in the *Acanthocyclops*

- vernalis* species complex from North America. *Hydrobiologia* 500: 131-143.
- DUMONT, H. J. 2006. Morphology and ecology of a group of small, pelagic, tropical *Tropocyclops* (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida), with the description of a new species from South China. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* 42: 261-275.
- DUSSART, B. & D. DEFAYE. 2006. *World Directory of Crustacea Copepoda of Inland Waters II- Cyclopiiformes*. 1st ed. Backhuys Publishers, The Netherlands. 354 p.
- EINSLE, U. 1971. Free-living copepods. *Hydrobiological Survey of Lake Banweulu, Luapula River Basin* 13: 1-73.
- ELÍAS-GUTIÉRREZ, M., E. SUÁREZ-MORALES, M. A. GUTIÉRREZ-AGUIRRE, M. SILVA-BRIANO, J. G. GRANADOS-RAMÍREZ & T. GARFIAS-ESPEJO. 2008. *Cladocera y Copepoda de las Aguas Continentales de México*. UNAM-FESI-CO-NABIO-ECOSUR-CONACYT-SEMARNAT. México. 322 p.
- ESCALANTE, T. 2009. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 551-560.
- ESPINOSA-ORGANISTA, D., C. AGUILAR & T. ESCALANTE. 2001. Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. In: Llorente, J. & J. J. Morrone (Eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las Prensas de Ciencias, México. pp. 31-37.
- FIERS, F., J. W. REID, T. M. ILIFFE & E. SUÁREZ-MORALES. 1996. New hypogean cyclopoid copepods (Crustacea) from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Bijdragen tot de Dierkunde* 66: 65-102.
- FIERS, F., V. GHENNE & E. SUÁREZ-MORALES. 2000. New species of continental copepods (Crustacea, Cyclopoida) from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 35: 209-251.
- HOLYNSKA, M. 2006. Phylogeny of *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopidae) inferred from morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society* 147: 1-70.
- KARAYTUG, S. 1999. *Genera Paracyclops, Ochridacyclops and key to the Eucyclopinae. Guides to the identification of the macroinvertebrates of the continental waters of the World*. Backhuys Publishers. Leiden. 217 p.
- KARAYTUG S. & G. A. BOXSHALL. 1998. The *Paracyclops fimbriatus* complex (Copepoda, Cyclopoida): a revision. *Zoosystema* 20: 563-602.
- KARAYTUG, S. & G. A. BOXSHALL. 1999. Antennules of the male of *Paracyclops* (Copepoda): functional significance and their importance in systematics. *Journal of Crustacean Biology* 19: 371-379.
- KIEFER, F. 1939. Freilebende Ruderfüßkrebse (Crust. Cop.) aus Nordwest- und Siidindien (Pandschab, Kaschmir, Ladak, Nilgirigebirge). *Memoirs of the Indian Museum Calcutta* 13: 83-203.
- KIEFER, F. 1952. Copepoda Calanoida und Cyclopoida. *Exploration Park National Albert. Mission H. Damas (1935-1936)* 21: 1-136.
- MERCADO-SALAS, N. 2007. *Distribución y taxonomía de los copépodos ciclopidos (Crustacea: Copepoda) de Aguascalientes, México*. Trabajo Recepcional. Biología. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México, 146 p.
- MERCADO-SALAS, N. & E. SUÁREZ-MORALES. 2009. A new species and illustrated records of *Paracyclops* Claus, 1893 (Copepoda: Cyclopoida) from Mexico. *Journal of Natural History* 43 (45-46): 2789-2808.
- MERCADO-SALAS, N. F. & E. SUÁREZ-MORALES. 2011. Morfología, diversidad y distribución de los Cyclopoida (Copepoda) de zonas áridas del centro-norte de México. I. Cyclopinae. *Hidrobiológica* 21: 1-25.
- MERCADO-SALAS, N., E. SUÁREZ-MORALES & M. SILVA-BRIANO. 2006. A new *Acanthocyclops* Kiefer 1927 (Copepoda, Cyclopoida) from Central Mexico with comments on the distribution of the genus in Middle America. *International Review of Hydrobiology* 91: 148-163.
- MERCADO-SALAS, N., E. SUÁREZ-MORALES & M. SILVA-BRIANO. 2009. Two new *Acanthocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda: Cyclopoida: Cyclopinae) with pilose caudal rami from semiarid areas of Mexico. *Zoological Studies* 48: 380-393.
- MIRABDULLAYEV, I. M. & D. DEFAYE. 2002. On the Taxonomy of the *Acanthocyclops robustus* species complex (Copepoda, Cyclopidae), I. *Acanthocyclops robustus* (G.O. Sars, 1863) and *A. trajani* n. sp. *Selevinia* 1-4: 7-20.
- MIRABDULLAYEV, I. M. & D. DEFAYE. 2004. On the taxonomy of the *Acanthocyclops robustus* species complex (Copepoda, Cyclopidae), *Acanthocyclops brevispinosus* and *A. einslei* sp. n. *Vestnik Zoologii Kiev* 38: 27-37.
- MORRONE, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology* 43: 438-441.
- MORRONE, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207-252.
- MORTON, D. W. 1990. Revision of the Australian Cyclopidae (Copepoda: Cyclopoida). II. *Eucyclops* Claus and *Ectocyclops* Brady. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 41: 657-675.
- POSPISIL P. & F. STOCH. 1997. Rediscovery and redescription of *Austriocyclops vindobonae* Kiefer, 1964 (Copepoda, Cyclopoida) with remarks on the subfamily Eucyclopinae Kiefer. *Crustaceana* 70: 901-910.
- REID, J. W. 1988. Cyclopoid and harpacticoid copepods (Crustacea) from Mexico, Guatemala and Colombia. *Transactions of the American Microscopical Society* 107: 190-202.
- REID, J. W. 1991. Some species of *Tropocyclops* (Crustacea, Copepoda) from Brazil, with a key to American species. *Bijdragen tot de Dierkunde* 61: 3-15.
- REID, J. W. 1992. Copepoda (Crustacea) from fresh waters of the Florida Everglades, U.S.A. with a description of *Eucyclops conrowae* n. sp. *Transactions of the American Microscopical Society* 111: 229-254.

- REID, J. W. & E. SUÁREZ-MORALES. 1999. A new, neotropical species of *Acanthocyclops* (Copepoda: Cyclopoida: Cyclopidae). *Beaufortia* 49: 37-45.
- SUÁREZ-MORALES, E. 2004. A new species of *Eucyclops* Claus (Copepoda: Cyclopoida) from Southeast Mexico with a key for the identification of the species recorded in Mexico. *Zootaxa* 617: 1-18.
- SUÁREZ-MORALES, E. & J. W. REID. 1998. An updated list of free-living freshwater copepods (Crustacea) of Mexico. *The Southwestern Naturalist* 43: 256-265.
- SUÁREZ-MORALES, E. & J. W. REID. 2003. An updated checklist of the continental copepod fauna of the Yucatan Peninsula, Mexico, with notes on its regional associations. *Crustaceana* 76: 977-991.
- SUÁREZ-MORALES, E. & E. WALSH. 2009. Two new species of *Eucyclops* Claus (Copepoda: Cyclopoida) from the Chihuahuan Desert with a redescription of *E. pseudoensifer* Dussart. *Zootaxa* 2206: 1-16.
- SUÁREZ-MORALES, E., S. AVILÉS & C. ROCHA. 2002. Extensión del ámbito geográfico de dos copépodos haliciclópinos (Copepoda: Cyclopoida: Halicyclopinidae) en el sureste de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, serie Zoología* 73: 113-115.
- 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, 298 p.
- SUÁREZ-MORALES, E., J. W. REID, F. FIERS & T. M. ILIFFE. 2004. Historical biogeography and distribution of the freshwater cyclopine copepods (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopinae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Biogeography* 31: 1051-1063.
- SUÁREZ-MORALES, E., J. W. REID & M. ELÍAS-GUTIÉRREZ. 2005. Diversity and distributional patterns of the Neotropical freshwater diaptomid copepods. *International Review of Hydrobiology* 90: 71-83.
- UEDA, H., T. ISHIDA & J. I. IMAI. 1996. Planktonic cyclopoid copepods from small ponds in Kyushu, Japan. I. Subfamily Eucyclopinae with descriptions of micro-characters on appendages. *Hydrobiologia* 333: 45-56.
- ZAMUDIO-VALDÉZ, J. A. 1991. *Los copépodos de vida libre (Crustacea: Maxillopoda) del Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 114 p.

Recibido: 4 de noviembre de 2011.

Aceptado: 8 de mayo de 2012.