



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“SISTEMÁTICA Y PALEOBIOLOGÍA DE
ISÓPODOS (CRUSTACEA: PERACARIDA)
DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA
FORMACIÓN SIERRA MADRE, CHIAPAS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I O L O G A
P R E S E N T A :
MARÍA DE LOURDES SERRANO SÁNCHEZ



DIRECTOR DE TESIS:
DR. FRANCISCO JAVIER VEGA VERA

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**SISTEMÁTICA Y PALEOBIOLOGÍA DE ISÓPODOS
(CRUSTACEA: PERACARIDA) DEL CRETÁCICO
INFERIOR DE LA FORMACIÓN SIERRA MADRE,
CHIAPAS**

María de Lourdes Serrano Sánchez



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente.

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

"Sistemática y Paleobiología de isópodos del Cretácico Inferior de la Formación Sierra Madre, Chiapas"

realizado por **Serrano Sánchez María de Lourdes**, con número de cuenta **095102834** quien opta por titularse en la opción de **Tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra.	María del Carmen Perrilliat Montoya	<i>Ma. Carmen Perrilliat</i>
Propietario	Dr.	José Luis Villalobos Hiriart	<i>José Villalobos A.</i>
Tutor(a) Propietario	Dr.	Francisco Javier Vega Vera	<i>[Firma]</i>
Suplente	Dr.	Francisco Sour Tovar	<i>[Firma]</i>
Suplente	Dr.	Pedro García Barrera	<i>[Firma]</i>

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. E., a 13 de noviembre del 2007
EL COORDINADOR DE LA UNIDAD DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA

[Firma]
DR. ZENÓN CANO SANTANA

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea manifestar su agradecimiento a Sonia Ángeles, Margarita Reyes y Barbara Martini del Instituto de Geología, UNAM, por el valioso apoyo en la preparación de material y manejo del miscorsopio electrónico de barrido. José Luis Villalobos, María del Carmen Hernández y Fernando Álvarez, por el tiempo dedicado, bibliografía proporcionada y asesoría en el conocimiento de la anatomía de isópodos recientes. Al Taller de Paleobiología de Invertebrados, Facultad de Ciencias, por la oportunidad de desarrollar esta investigación. Marco Coutiño, Gerardo Carbot y Ernesto Ovalles, del Instituto de Historia Natural de Chiapas, por la asesoría y apoyo en el trabajo de campo. Tom Hegna, de la Universidad de Yale, por la asesoría brindada y múltiples referencias bibliográficas. Neil Bruce, del Instituto Nacional de Investigaciones, Biodiversidad Marina y Bioseguridad, Kilbirnie, Wellington, Nueva Zelanda, por su guía y sugerencias respecto al material estudiado. Pere Artal, del Museo del Seminario de Barcelona, proporcionó imágenes e información relevante. Jesús Alvarado, del Instituto de Geología proporcionó ejemplares importantes para este estudio. Torrey Nyborg de la Universidad de Loma Linda, proporcionó ejemplares actuales para comparación. Agradezco a los revisores de la tesis, doctores María del Carmen Perrilliat, José Luis Villalobos, Pedro García-Barrera y Francisco Sour Tovar, por las valiosas recomendaciones para mejorar el manuscrito original.

INDICE	2
Resumen	3
Abstract	3
Introducción	4
Orden Isopoda	4
Hábitat y hábitos alimenticios	10
Características sexuales	11
Protoginia y protandria	11
Ecología y biogeografía de las familias Sphaeromatidae y Cirolanidae.....	12
Antecedentes	14
El Espinal	14
Estratigrafía	14
El registro fósil de los isópodos en el mundo	17
Materiales y métodos	18
Paleontología sistemática	19
Conclusiones	41
Literatura citada	44

Resumen

Se describen isópodos de las familias Sphaeromatidae y Cirolanidae, de las calizas dolomíticas del Albiano de la Formación Sierra Madre, Chiapas. La mayoría de los especímenes están representados por cuerpos de diferentes tamaños y en diversos estados de descomposición, quedando en la mayor parte preservada únicamente la cutícula; sin embargo diversas partes anatómicas aún son reconocibles, tales como: partes bucales, pereiópodos, urópodos, antenas, anténulas, ojos, cefalón, suturas coxales, penes, entre otras. Los organismos aquí descritos sugieren por sus afinidades anatómicas, pertenecer a géneros vivientes; *Gnorimosphaeroma* y *Anoposilana* respectivamente. Es probable que se trate de especies nuevas.

Abstract

Two species of isopods of the families Sphaeromatidae and Cirolanidae are described for the Albian laminar dolomitic limestones from the Sierra Madre Formation, Chiapas. Most specimens are represented by corpses of different size and diverse burial phases, only the cuticle being preserved; however, several diagnostic structures are preserved, such as: mouth parts, pereopods, uropods, antennae, antennulae, eyes, cephalon, coxal sutures, penises, among others. Based on their systematic affinities and morphology, the organisms here described appear to belong to the living genera *Gnorimosphaeroma* and *Anoposilana*. It is possible they represent new species.

Introducción

En México se cuenta hasta el momento con dos reportes de isópodos fósiles, el primero *Sphaeroma burkartii* del Cenozoico de Ameca, Jalisco (Bárcena, 1875), y *Archaeoniscus arangthyorum* del Cretácico de la Formación Tlayúa de edad albiana en Tepexí de Rodríguez, Puebla, (Feldman *et al.*, 1998). En el año 2005, Vega y colaboradores hicieron una revisión de los crustáceos de Tepexi de Rodríguez, dentro de los cuales se encuentra *Archaeoniscus arangthyorum*; en este trabajo se describen y esquematizan algunas partes bucales: mandíbulas, maxilípedos, labro, maxila 1, maxila 2, así como urópodos, el pereón, las placas coxales y los pereiópodos. El presente trabajo al igual que el anterior, son importantes porque incluyen una descripción más detallada de las partes bucales de un isópodo fósil. En el registro fósil es muy difícil encontrar las partes bucales, debido en gran parte a la fragilidad de estas, y a que son las partes más pequeñas de un isópodo, los escasos reportes de partes bucales en ejemplares fósiles están pobremente descritas.

Orden Isopoda

Los isópodos son un grupo de crustáceos que pertenecen al Superorden Peracarida, y se distinguen de otros superórdenes de Eumalacostraca (Hoplocarida, Eucarida y Syncarida) por la siguiente combinación de caracteres: ausencia de una rama caudal en el telson; base del maxilípedo típicamente proyectada hacia el frente; mandíbulas en los adultos con un proceso accesorio articulado entre el molar y el proceso incisor (la lacinia mobilis); el cefalotórax, cuando se presenta, no está fusionado con pereonites posteriores, y usualmente reducido en tamaño; las hembras cuentan con enditos coxales torácicos únicos, llamados oosteguitos, que son una forma de saco de incubación o marsupio (excepto en Thermosbaenacea); como en la mayoría de los grupos, las crías se desarrollan como una

fase manca (un estado pre-juvenil que pierde el segundo toracópodo), tienen desarrollo directo con incubación, y no hay verdaderas formas larvales en este superorden (Wetzer y Brusca, 1997). Además de éstos caracteres, el Orden Isopoda se caracteriza principalmente por una combinación de caracteres más específica (Figuras 1 a 5), como son: ausencia de un caparazón (con solo una cubierta cefálica); cuerpo usualmente deprimido dorsoventralmente, ovalado o cilíndrico (tubular) en algunos casos; el primer toracómero o pereómero fusionado con el cefalón; raramente está fusionado el segundo pereómero; un par de maxilípedos; la mandíbula usualmente tiene de uno a tres palpos articulados, y el proceso incisivo es multidentado; la lacinia movilis derecha e izquierda son diferentes frecuentemente; proceso molar altamente variable; maxílula y maxila sin palpos. Los primeros pereópodos modificados como maxilípedos, con una coxa pequeña y usualmente con epipodito lamelar pequeño, dirigidos anteriormente, siete pares de pereiópodos unirrameos (sin exópodos), de los cuales el primero algunas veces es subquelado, en otras usualmente simple (los gnátidos tienen solo cinco pares de pereiópodos; el pereiópodo dos tiene un maxilípedo “pilópodo” y el pereómero ocho se pierde); pereiópodos variables, modificados a diversos tipos (ambulatorios, prénsiles o nadadores). La coxa de los pereiópodos es pequeña y simple, más o menos fusionada con los somitos o terguitos, formando extensiones laterales en los pereonites (placas coxales); línea de fusión dorsal (o sutura coxal) presente o ausente del I al VII pereonite; el pleón es pequeño en algunas especies, con varios segmentos fusionados, pleópodos birrámeos y bien desarrollados, natatorios y para intercambio de gases (funcionan como branquias en taxa acuáticos), y con sacos aéreos (pseudotráqueas) en la mayoría de los terrestres (Oniscidea); endopoditos del segundo pereonite con un estilete (apéndice masculino) en machos; adultos con maxilar y

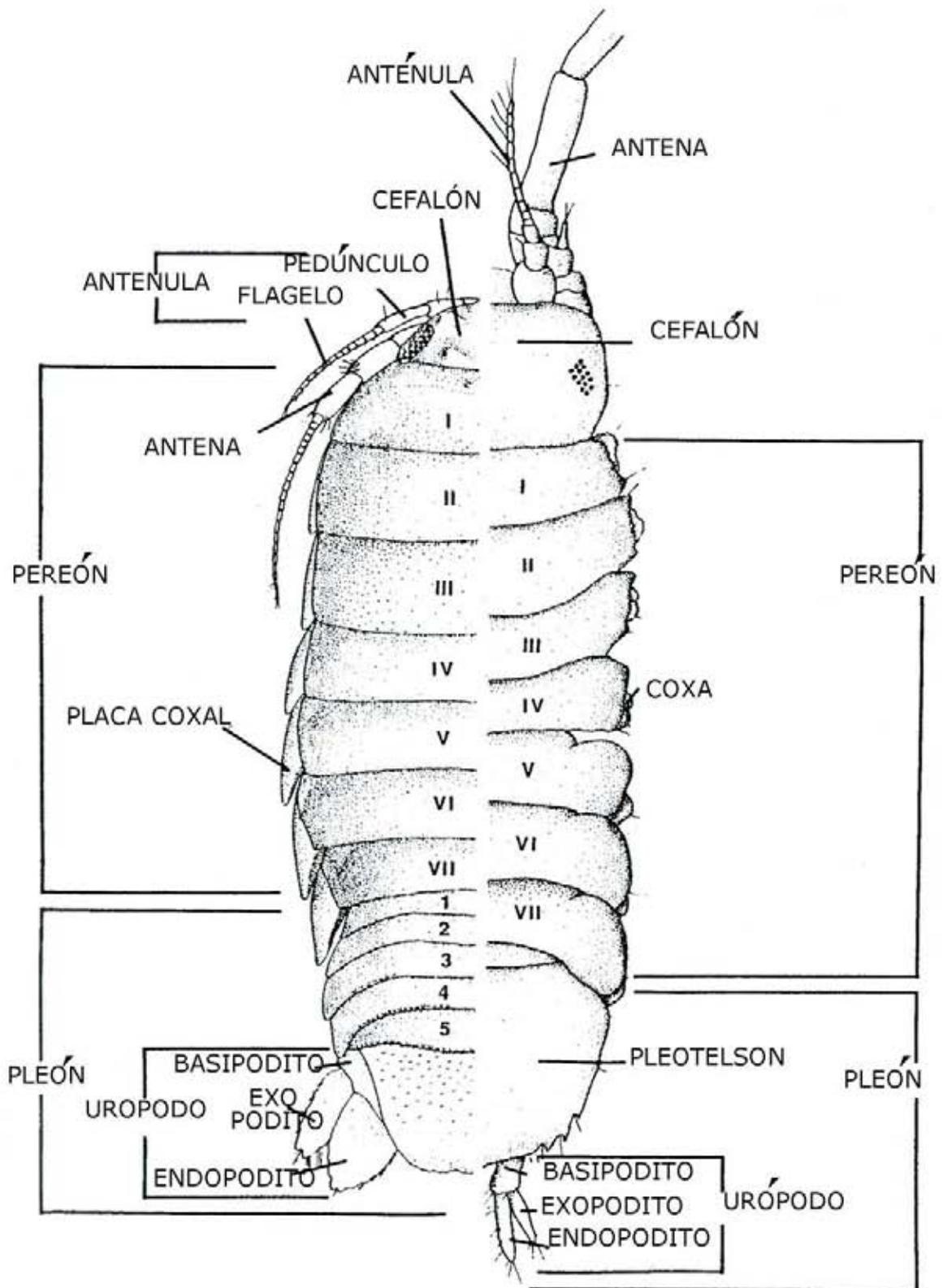


Figura 1. Morfología básica de un isópodo. Aspecto dorsal de *Tridentella glutacantha* (Flabellifera, izquierda), y *Anisopsis tridens* (Astelloza, derecha). Modificado de Wetzer y Brusca (1997).

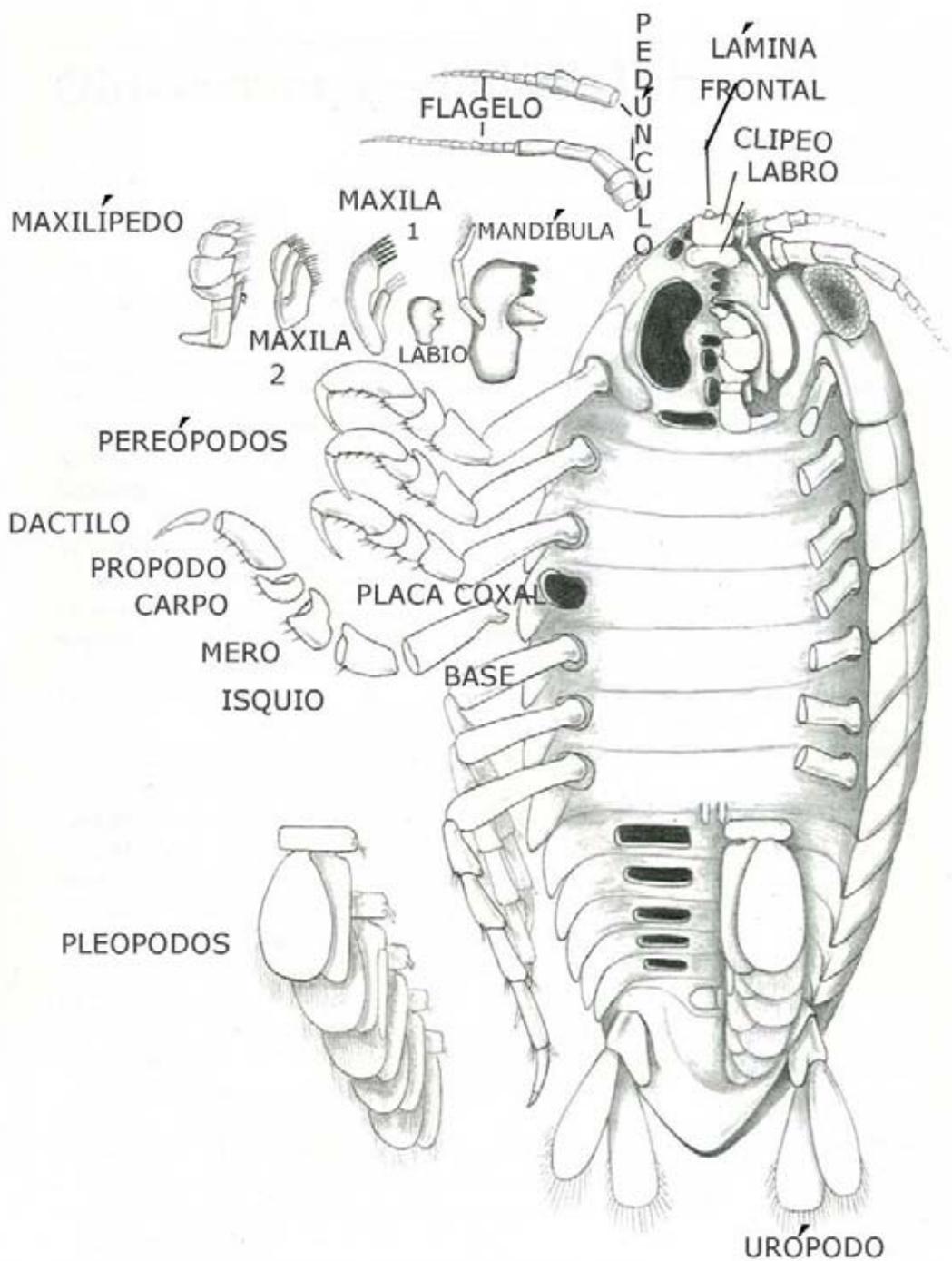


Figura 2. Representación esquemática de un isópodo, ilustrando algunos términos morfológicos (modificado de Kensley y Schotte, 1989).

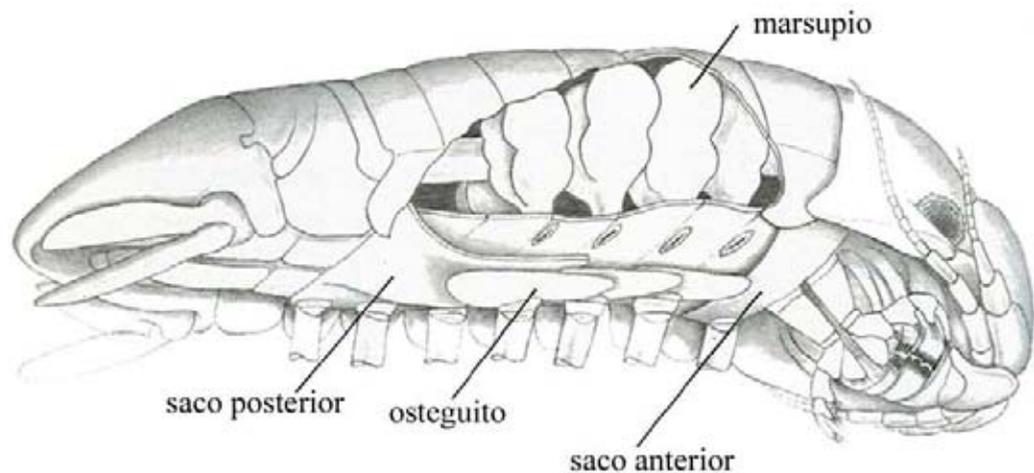


Figura 3. Esquema de una hembra esferomátida, mostrando las estructuras marsupiales (modificado de Harrison, 1984).

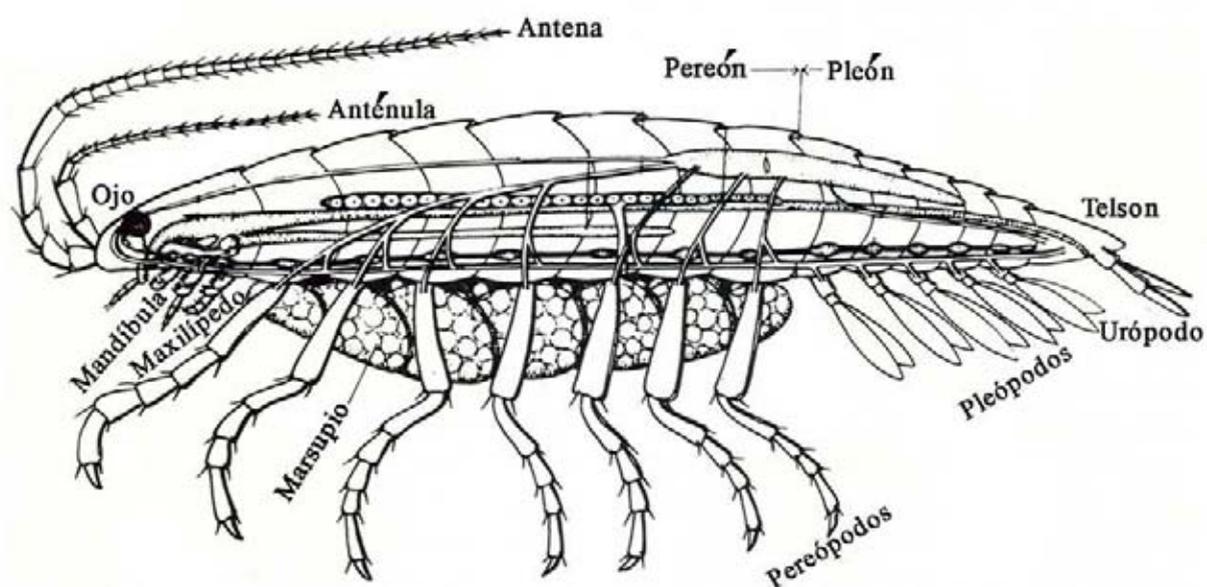


Figura 4. Ilustración de la anatomía interna y externa de un isópodo cirolánido (modificado de Brusca y Brusca, 2003).

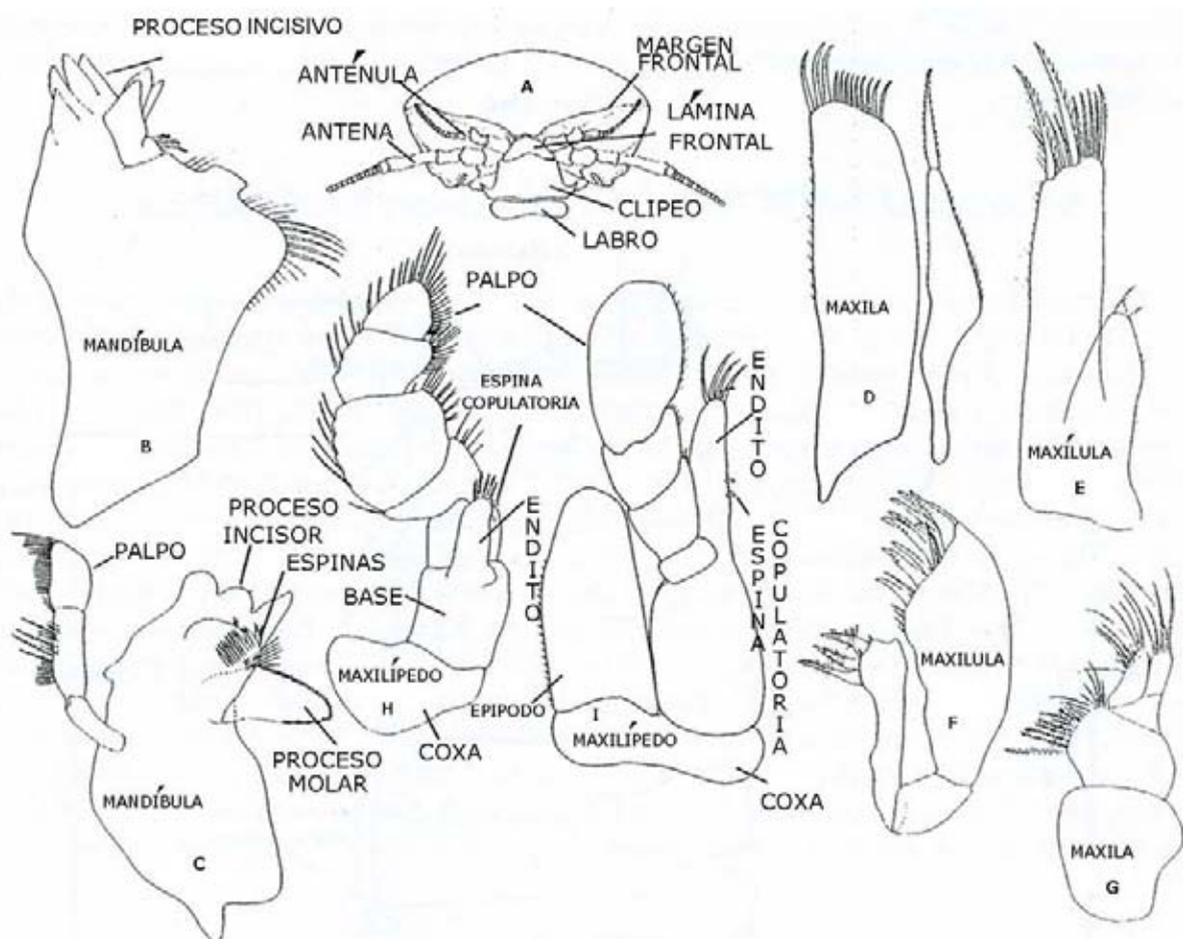


Figura 5. Nomenclatura de partes anteriores y bucales de un isópodo. (A) Ejemplos de partes anteriores. (B, D, E, I) Partes bucales de un Idoteidae. (C, F - H) Partes bucales de un Cirolanidae (modificado de Wetzer y Brusca, 1997).

glándulas antenales (vestigiales); telson fusionado con uno a seis pleonites, formando el pleotelson; urópodos con rama uniarticulada, con un basipodito, exopodito y endopodito, que pueden o no estar fusionados al basipodito; ojos usualmente sésiles y compuestos, no pedunculados, ausentes en algunos, lobulados en la mayoría de los Gnathiidea, Valvifera y Asellota; con mudas bifásicas (la región posterior muda antes que la región anterior).

Hábitat y hábitos alimenticios.

Los isópodos comprenden cerca de 10,000 especies marinas, agua dulce y terrestres. En cuanto a talla, el rango de longitud va desde 0.5 mm hasta 500 mm, como en las especies bénticas del género *Bathynomus* (Cirolanidae), que son los de mayor tamaño. Los isópodos pueden habitar prácticamente cualquier tipo de ambiente, algunos son exclusivamente (Epicaridea) o parcialmente (Flabellifera) parásitos. El Suborden Oniscidea incluye cerca de 5,000 especies que han invadido el medio terrestre (cochinillas), siendo los crustáceos terrestres más exitosos. El desarrollo directo, la forma aplanada de su cuerpo, sus capacidades osmorreguladoras, cutícula delgada y sus órganos para intercambio de gases (pseudotráquea), alejan a los oníscidos de los ambientes acuáticos. Los isópodos tienen hábitos alimenticios muy variados. Algunos son herbívoros o excavadores omnívoros, pero son más comunes los que se alimentan de plantas, detritívoros y depredadores; otros que son parásitos (de peces y otros crustáceos), se alimentan de los fluidos y tejidos de sus hospederos. En general, las mandíbulas raspadoras y la herbivoría parecen representar un estado primitivo; con las mandíbulas rebanadoras o perforadoras, la depredación apareció más tarde en la evolución de diversos clados de isópodos (Brusca y Brusca, 2003).

Características sexuales

En los isópodos podemos diferenciar una hembra de un macho de por la presencia de osteguitos o marsupio (Figuras 3 y 4). Los oviductos abiertos en las hembras (cerca de la base del sexto par de pereiópodos), son extremadamente difíciles de observar. Podemos distinguir un macho por la ausencia de los osteguitos y la presencia de penes pareados en el esternito del séptimo pereómero (o en el primer pleómero), y presencia de apéndice masculino en el endopodito del segundo par de pleópodos. La ausencia de penes, osteguitos o apéndice masculino, indican que se trata de un organismo femenino, o uno en estadio juvenil que no ha desarrollado caracteres sexuales secundarios (Wetzer y Brusca, 1997).

Protoginia y protandria

El cambio de sexo ocurre en un pequeño porcentaje de especies en la naturaleza. La protandria (cambio de macho a hembra), y la protoginia (cambio de hembra a macho) están bien documentadas en diversos taxa animales y de plantas (Ghiselin, 1969; Policansky, 1982). En los crustáceos, el cambio de sexo predominante es la protandria, y consiste en alrededor del 82 % del hermafroditismo secuencial. La protandria está reportada para las Clases Cirripedia y Copepoda, y dentro de Malacostraca, en nueve familias de Decapoda, dos familias de Amphipoda, y cuatro familias de Isopoda. Se ha observado la protoginia en cinco especies de tanaidáceos y cuatro de isópodos; sin embargo, la protoginia y la protandria tuvieron un desarrollo independiente en diversos tiempos en el Subphylum Crustacea (Brook *et al.*, 1994). Cuando las hembras incrementan su fecundidad con el tamaño y la edad, la protandria puede ser una ventaja, pero en los machos la maduración es independiente del tamaño (Warner, 1975; 1988).

Los isópodos son el único orden dentro del subphylum Crustacea, en el cual ocurren la protoginia y la protandria, y ofrecen una oportunidad para comparar especies

relativamente cercanas que exhiben ambas formas de hermafroditismo secuencial. En los isópodos marinos, la protoginia puede estar restringida a formas de vida libres (Legrand y Juchalt, 1963; Burbank y Burbank, 1974; Buss e Iverson, 1981), en áreas donde ocurre primariamente la protandria dentro de los subordenes parásitos como Epicarida y Flabellifera (Brusca, 1981).

Ecología y Biogeografía de Sphaeromatidae y Cirolanidae

Se reconocen dos morfologías básicas de isópodos: de “cola larga” y “cola corta”. Los isópodos de cola larga tienen la región telson del pleotelson muy elongada, de ésta forma el ano y los urópodos se posicionan basalmente en el pleotelson (Flabellifera, Anthuridea, Gnathiidae, Epicaridae, Valvifera). Ésta es una característica altamente derivada. Los isópodos de cola corta tienen la región del telson muy reducida o vestigial; el ano y los urópodos están posicionados terminal o subterminalmente en el pleotelson (Phreatoicidea, Asellota, Microcerberidea, Oniscidea, Calabazoidea), lo que constituye una característica primitiva (Brusca y Wilson, 1991). El desarrollo de la morfología del pleotelson de cola larga, sugiere un cambio de vida infaunal a un modo epifaunal, y éste se originó en el hemisferio sur (Brusca y Wilson, 1991).

La depredación en los invertebrados pequeños es una estrategia alimentaria adoptada por algunos cirolanidos (Bruce y Soares, 1996). Esta estrategia y los hábitos excavadores se observan en los cirolanidos. Algunas especies de *Natatolana* son excavadores, y pueden llegar a perforar trampas para colectarlos (Arntz y Gutt, 1999; Marsden, 1999; Storch *et al.*, 2002). La diversidad de los cirolanidos es más elevada en las regiones tropicales que en las regiones frías (Bruce, 1986; Keable, 1995), hecho que está correlacionado con un mayor suministro de alimento, ejemplificado por la diversidad del recurso alimenticio: peces. Esto no quiere decir que no alcancen grandes densidades en aguas frías. Siete especies de

Natatolana se encuentran en los océanos del hemisferio sur (Storch *et al.*, 2002). Solo el 18% de las 429 especies de cirolanidos viven en profundidades mayores a los 200 metros (Kensley *et al.*, 1996). Una excepción a la preferencia de las aguas cálidas, son las especies del género *Bathynomus* (Soong y Mok, 1994), los cuales pueden alcanzar profundidades por debajo de los 2,100 metros, pero este género es además tropical y subtropical. Las partes bucales de los cirolanidos carnívoros están más modificadas, en comparación con las partes bucales de isópodos omnívoros. Estas modificaciones representan un pequeño paso en la evolución de las partes bucales propias de isópodos parásitos (Menzies *et al.*, 1955; Brusca, 1981; Kussakin, 1979; Wägele, 1989). Los miembros de Sphaeromatidae son organismos primariamente bénticos (Bruce, 1995). La mayoría de los esferomátidos son detritívoros, en lugares donde otros son herbívoros (Menzies, 1962; Holdich, 1981; Brandt y Poore, 2003). En la actualidad, la mayor diversidad de los esferomátidos se encuentra en la porción templada del hemisferio sur (Brandt y Poore, 2003). Wilson (1998) argumenta, que el ser depredadores, excavadores, y parásitos, puede constituir una desventaja en la comunidad abisal, debido a la falta de presas suficientes. El cirolánido *Bathynomus* es una excepción (Brandt y Poore, 2003). Por otro lado, algunas familias de esferomátidos y valvíferos se concentran mayormente (y también se diversifican), en las profundidades marinas, como los Antarcturidae, Austrarcturellidae, y los menos extendidos (Arcturidae y Serolidae) son todos dominantes en el hemisferio sur.

En los isópodos primitivos, la cabeza ligeramente móvil está insertada anteriormente al pereómero 1, con unas delgadas o moderadas extensiones delanteras de la primera coxa. En algunos taxa, la cabeza es aplanada e inmóvil, lateralmente sobrelapada por la primera coxa, la cual alcanza el margen anterior. En algunos de éstos taxa, la cabeza y el primer pereómero están fusionados en una sutura dorsal no visible (Brandt y Poore, 2003).

Antecedentes

El Espinal

La cantera El Espinal se localiza a 45 km al oeste de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en las coordenadas longitud $93^{\circ} 23' 97''$ W y latitud $16^{\circ}41'1''$ N (Figura 6). Está conformada por una serie de excavaciones someras, explotadas por los habitantes del poblado del mismo nombre. En estas dolomitas laminares han sido encontrados restos de plantas, peces, moluscos, crustáceos (decápodos, tanaidáceos, isópodos, ostrácodos), coprolitos, una larva de odonato y un hemíptero acuático (Vega *et al.*, 2006). Formas similares se han encontrado en la famosa cantera litográfica de Tepexi de Rodríguez, Puebla, de edad albiana, tales como peces, una ninfa de odonato, isópodos, y un pagúrido (Applegate, 1988; 1992; 1995; Applegate *et al.*, 2006; Feldmann *et al.*, 1998; Vega *et al.*, 2006). Los reportes formales de fauna para la canteras del Espinal incluyen hasta el momento un gasterópodo (*Perissoptera sp.*), larva de odonato (Zygoptera), un hemíptero (?Belostomatidae), decápodo (*Palinurus palaciosi*), pagúrido (*Roemerus robustus*), y el pez clupeomorfo *Triplomystus applegatei*, cuyo género se encuentra también reportado para el Cenomaniano de Namoura, Líbano, correspondiente al antiguo Mar de Tethys (Ovalles-Damian, 2004; Alvarado-Ortega y Ovalles-Damián, 2008). Dentro de los macrofósiles más abundantes están los tanaidáceos, que se encuentran en algunas capas delgadas de caliza dolomítica. La presencia de elementos terrestres y elementos de agua dulce sugieren un ambiente estuarino, con aporte de agua dulce. EL tipo de tanaidáceos sugiere también condiciones salobres (Vega *et al.*, 2003).

Estratigrafía

La cantera El Espinal se ubica en la parte inferior de la Formación Sierra Madre, descrita por Gutiérrez Gil (1956). Esta formación fue subdividida y estudiada en diversos miembros (Chubb, 1959; Sánchez-Montes de Oca, 1969; Zavala-Moreno, 1971; Castro-Mora *et al.*, 1975; Michaud, 1987; Quezada-Muñetón, 1987). La Formación Sierra Madre está compuesta por 2,590 m, y subdividida en 21 litofacies (Steele y Waite, 1986). Las litofacies más inferiores corresponden al nivel estratigráfico de la cantera El Espinal (Vega *et al.*, 2006), definida como una brecha dolomítica, que se localiza entre 700 y 650 m de la base de la formación, la cual descansa de forma discontinua sobre el intervalo Jurásico Superior-Cretácico Inferior de la Formación San Ricardo (Figura 7). La parte más alta se encuentra cubierta discontinuamente por sedimentos del Campaniano-Maastrichtiano de la Formación Ocozocoautla. La edad sugerida para la totalidad de la Formación Sierra Madre es del Cretácico Inferior a la porción inferior del Cretácico Superior, basado en los rudistas *Radiolites* sp., *Toucasia* sp., y *Caprina* sp. (Gutiérrez-Gil, 1956). La presencia de los foraminíferos béticos *Dicyclina schlumbergeri* y *Nummoloculina heimi*, sugieren una edad del Albiano superior al Cenomaniano (Sánchez-Montes de Oca, 1969). Sobre las capas que conforman el Espinal, se encuentra estratigráficamente la unidad litológica dos, la cual contiene los foraminíferos orbitolínidos *Cokinolinoidea* sp. y *Simplorbitolina* sp., que indican una edad Aptiana-Albiana, así como *Nummoloculina heimi*, que ha sido reportada para el Albiano-Cenomaniano de México y Florida (Gutiérrez-Gil, 1956). En una pequeña sección cercana a El Espinal, se ha reportado la presencia del microfósil *Praechysalinida* sp. cf. *P. infracretacea* del Aptiano Superior-Albiano Inferior. De acuerdo con Vega y colaboradores (2006), la presencia del cangrejo ermitaño *Roemerus robustus* Bishop

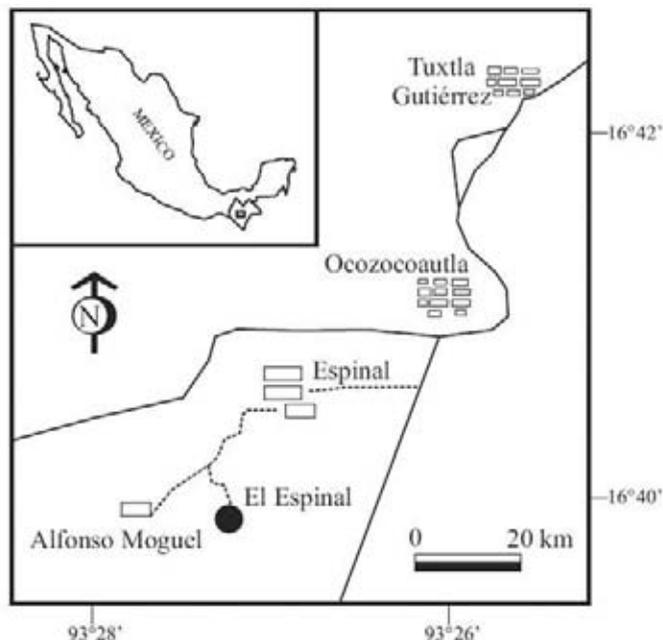


Figura 6. Mapa de localización de la Cantera El Espinal, Chiapas (modificado de Vega *et al.*, 2006).

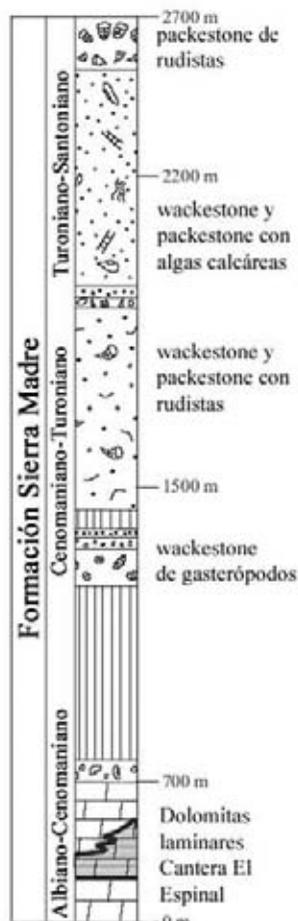


Figura 7. Sección estratigráfica compuesta de la Formación Sierra Madre (modificado de Vega *et al.*, 2006).

(1983), reportado para el Albiano inferior de Texas, apoya la idea de una edad albiana para El Espinal.

El registro fósil de los isópodos en el mundo

El registro de los isópodos fósiles en el mundo abarca del Pérmico al Plioceno:

Palaega iratiensis del Pérmico de la Formación Iratí; *Ferreniscus magransi* del Triásico (Landiniense) de las Canteras de Alcover-Montral en España (Calzada y Mar-Urquiola, 1994); *Triasphaeroma magnificum* y *Elioserolis alpina* del Triásico Tardío (Noriano) del Norte de Italia (Basso y Tintori, 1994); *Protamphisopus wianamatensis* Chilton (1918), del Triásico Medio (Anisiano) de la Lutita Ashfield en la cuenca de Sydney, Australia (Wilson y Edgecombe, 2003); *Palaega cf. jurasica* y *Urda* sp. del Jurásico medio (Aaleniano inferior) del Norte de Suiza (Etter, 1988); *Archaeoniscus brodiei* descrito para el Jurásico de Alemania (Haack, 1933, Paproth, 1956), para las calizas del Grupo Purbeck del Jurásico (Titoniano-Berriasiano) del sur de Inglaterra (Ross y Vannier, 2002), así como para Egipto, en la Formación Abu Ballas del Jurásico (Titoniano-Neocomiano) (Barthel y Boettcher, 1978); *Reboursia ranvillensis* del Jurásico (Batoniano superior) de la Formación Ranville (Guinot *et al.*, 2005); *Urda mccoyi* de la Lutita Staffin, del Jurásico de la Bahía Staffin, al Norte de Skye en Escocia, en donde se describen someramente las mandíbulas, aunque no son mostradas en foto o esquema (Feldmann *et al.*, 1994); *Schweglerella strobli* Polz, del Titoniano temprano de Solnhofen, Alemania (Brandt *et al.*, 1999); *Palaega ilerdensis* del Cretácico inferior (Valanginiense inferior) de las Canteras de Santa Maria de Meià, en la Sierra del Montsec (Provincia de Lérida), España (Calzada y Gómez-Pallerola, 1994); *Palaega lamnae* del Cretácico Superior de la Formación Austin en Texas (Bowman, 1971); *Palaega* sp. del Maastrichtiano del Miembro Vijlen de la Formación Culpen, al Noroeste de Bélgica (Feldmann *et al.*, 1990); *Palaega rugosa* del Cretácico tardío (Maastrichtiano) de la

Formación Haria en Túnez, Norte de África (Feldmann y Goolaeters, 2005); *Bathynomus undecimspinosus* del Mioceno de la Formación Hidarimatagawa del Suroeste de Japón (Karasawa *et al.*, 1995); *Palaega* sp. del Mioceno tardío al Plioceno temprano de la Formación Senhata de Okumotona, Kyonan-cho, Awagun, Prefectura de Chiba, Japón (Karasawa *et al.*, 1992a); *Palaega undecimspinosus* del Mioceno medio de la Formación Higashibessho, Japón (Karasawa *et al.*, 1992b); *Eocopea oculata* de Mioceno superior del condado de Kern, California (Iverson y Chivers, 1984); *Palaega goedertorum* del Eoceno tardío al Mioceno temprano de la Formación Astoria y Formación Lincoln del grupo Twin River (Mastrichtiano medio) (Wieder y Feldmann, 1989; 1992); *Palaega? lamnae* y *Eocopea oculata* del Mioceno superior de la Lutita Fruitvale de la Formación Astoria, estado de Washington; *Cirolana enigma* del Cretácico de la Formación Lakota del grupo Inyan Kara, cerca de Piedmont al Sur de Dakota; *Palaega guadalupensis* del Cretácico superior de la Formación Taylor (Campaniano), *Palaega williamsonensis* del Cretácico de la Formación Kincaid; *Saduria sabini* del Plioceno, de los depósitos de Green Creek en los límites del sur de Ottawa, en el lado sur del Río Ottawa (Wieder y Feldmann, 1992); *Palaega tremembensis* del Oligoceno de la Formación Tremembé, Brasil (Martins-Neto, 2001); *Palaega kakatahi* del Plioceno medio de la Formación Tangahoe, en la Cuenca de Wanganui, Nueva Zelanda (Feldmann y Rust, 2006); *Cirolana makikihi* del Plioceno de la Formación Kowai al Sur de Canterbury, Nueva Zelanda (Feldmann *et al.*, 2008); y *Bathynomus* sp. del Plioceno del Grupo Shimajiri en la isla Miyako-jima, Ryukyus, Japón (Karasawa y Nobuhara, 2008).

Materiales y métodos

Se realizaron tres salidas de campo para el reconocimiento de la localidad y la colecta de material. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de algunos de los isópodos

reportados y descritos hasta el momento. El material fué dividido inicialmente en 2 grupos: especie 1 y especie 2 (Sphaeromatidae y Cirolanidae, respectivamente); dicha división se hizo observando a simple vista la forma (ovalada o alargada a cilíndrica) de los organismos contenidos en la calizas dolomíticas. Después se procedió a su observación más detallada, logrando así identificar las estructuras más pequeñas no observables a simple vista. Al mismo tiempo, fueron fotografiados algunos ejemplares, ya sea en seco o mojados, se hicieron acercamientos de algunas estructuras importantes por su preservación, o por ser una característica representativa de un grupo de individuos; las fotos son sumamente importantes para resaltar dichas estructuras, y se procesaron digitalmente para hacerlas lo más evidente posible para cualquier persona que las consulte.

Algunas piezas fueron cortadas para aislar un ejemplar, en cuadros de 1.5X2.0 cm; éstas muestras fueron bañadas en oro para ser introducidas en el microscopio electrónico, y de ésta forma poder resaltar más detalles acerca de la morfología de estos ejemplares. Se visitó la Colección Nacional de Crustáceos del Instituto de Biología, UNAM, para observar isópodos recientes y poder comprender la morfología de los isópodos fósiles. Algunos ejemplares recientes fueron donados, y fueron fotografiados y disectados, mientras que otros permanecen en alcohol al 70% para posteriores observaciones y estudios de comparación. Los ejemplares fósiles serán depositados en la colección del Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera, Instituto de Historia Natural, Chiapas.

Paleontología Sistemática

Orden Isopoda Latreille, 1817

Suborden Sphaeromatidea Wägele, 1989

Superfamilia Sphaeromatoidea Latreille, 1825

Familia Sphaeromatidae Latreille, 1825

Género *Gnorimosphaeroma* Menzies, 1954

Gnorimosphaeroma sp.

Figuras 8 - 13

Diagnosis. Cuerpo ovalado a semirectangular, dos veces más largo que ancho; pueden enrollarse completamente; el cefalón se encuentra embebido en el primer pereómero, presenta ojos compuestos; las placas coxales están presentes del segundo al séptimo pereómero, con presencia de sutura coxal; el pleón está fusionado, telson semicircular, urópodos laterales con exopodito móvil. Se observa estructura cuticular con un patrón semejante a la forma de un panal (reticulada).

Descripción. Cuerpo ovalado a semirectangular, dos veces más largo que ancho, logrando enrollarse completamente. Cefalón embebido hasta $1/3$ de la longitud del primer pereómero, en la parte central posterior del primer pereómero; tiene una forma de media naranja con la parte cóncava hacia la parte anterior, ligeramente aguda hacia la parte central, la parte posterior es ligeramente convexa; su longitud es $1/6$ de la longitud total, de ancho mide la mitad del ancho total; con proceso rostral bien desarrollado, visible en vista dorsal dos veces más largo que ancho, la forma del rostro es triangular alargado. Ojos circulares compuestos, marginales en la región posterior lateral del cefalón. Mandíbula con proceso incisivo de dos cúspides, proceso

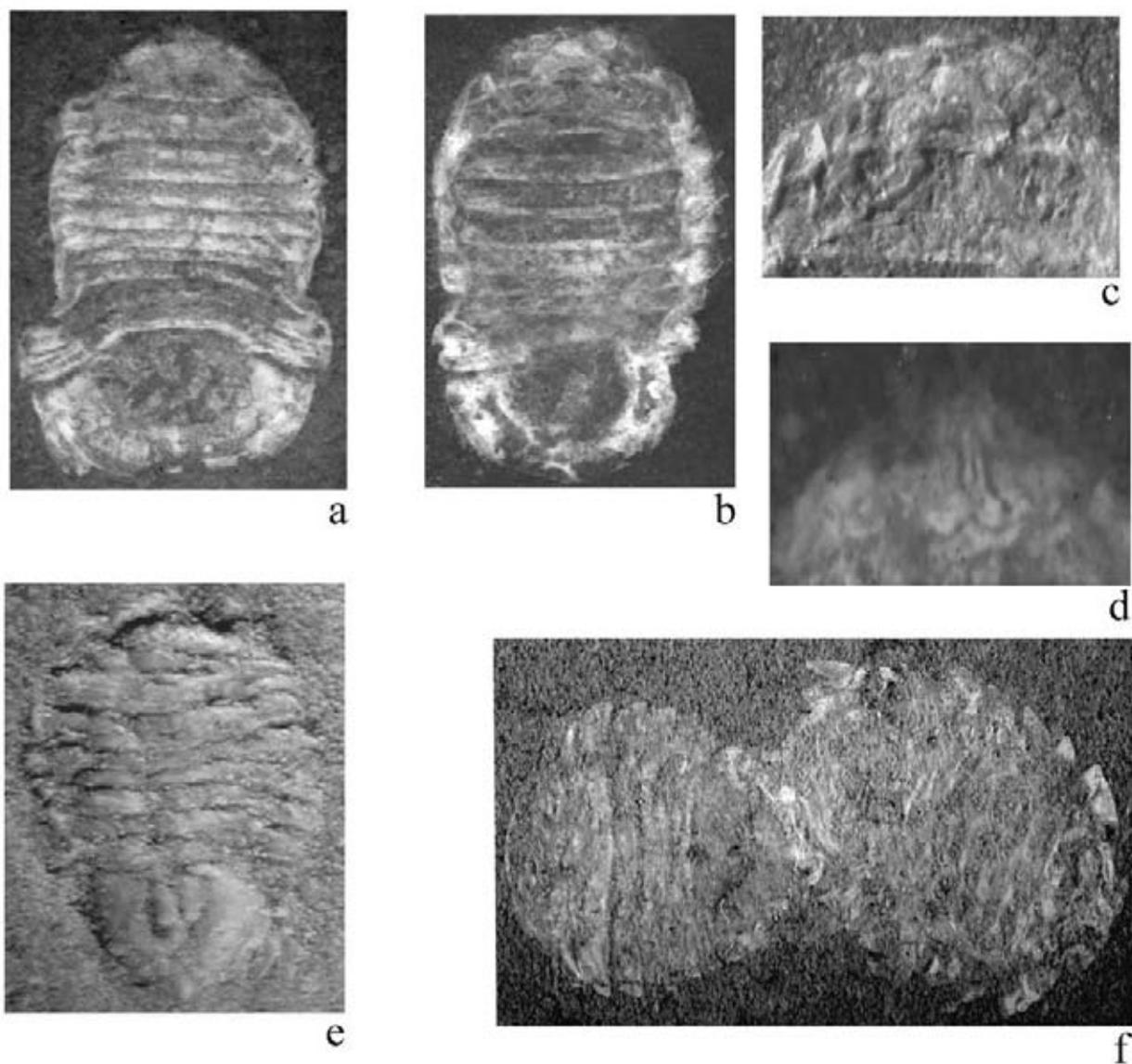


Figura 8. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Vista dorsal del ejemplar más completo, X8. b. Vista ventral de ejemplar que preserva partes bucales, X8. c. Partes bucales del ejemplar anterior. d. Lámina frontal de ejemplar ilustrado en a. e. Ejemplar de talla pequeña, con penes pareados en la región anterior del telson, X15. f. Ejemplar que posiblemente murió después de mudar, X7.

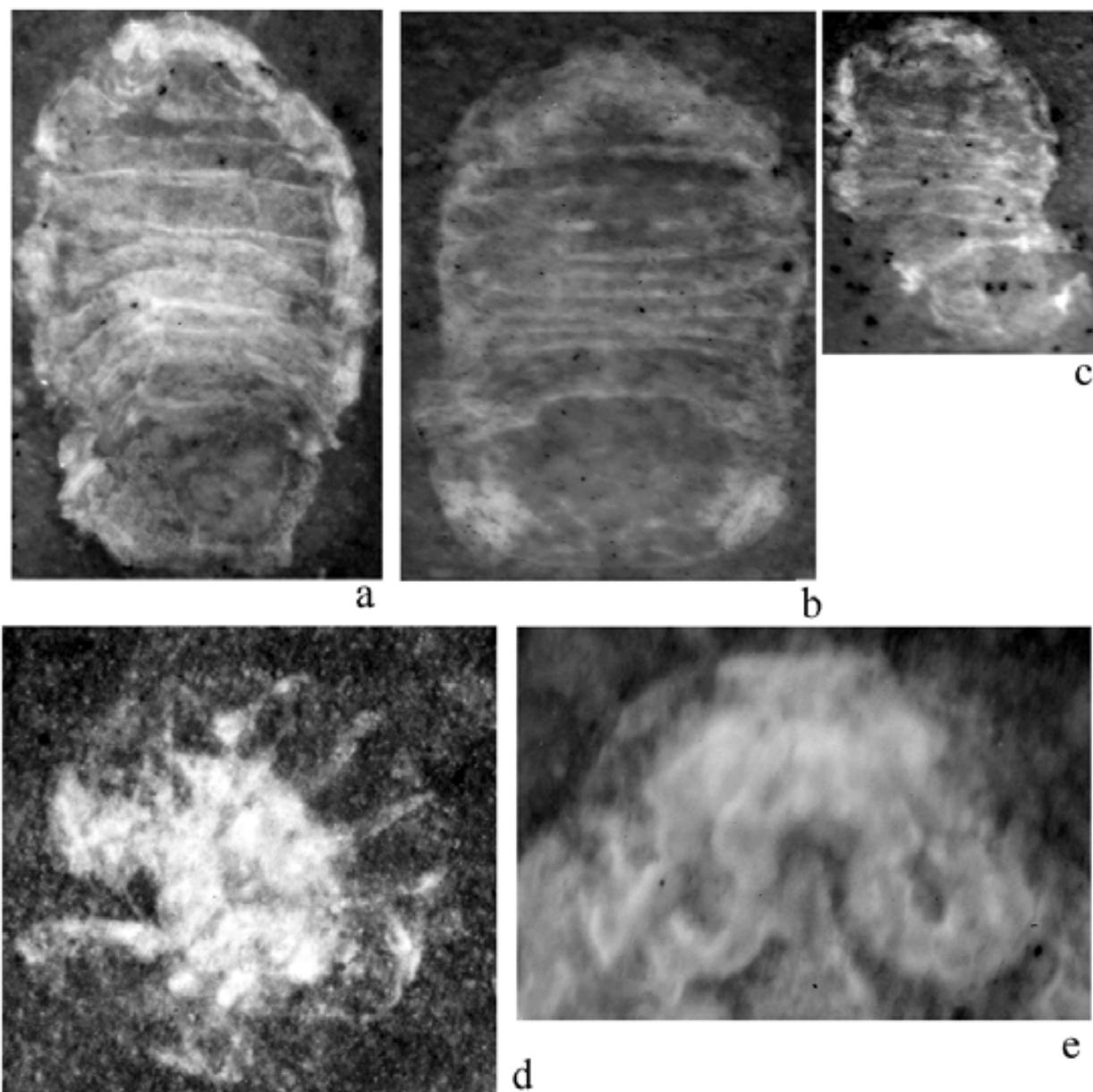
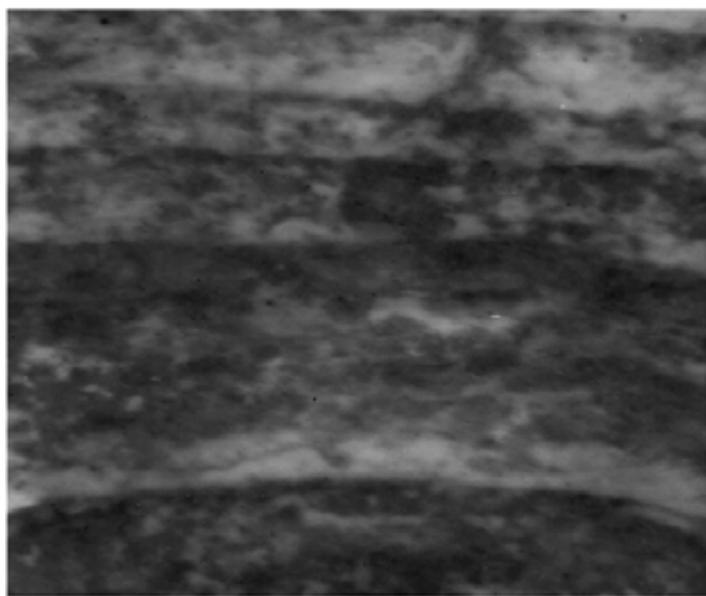


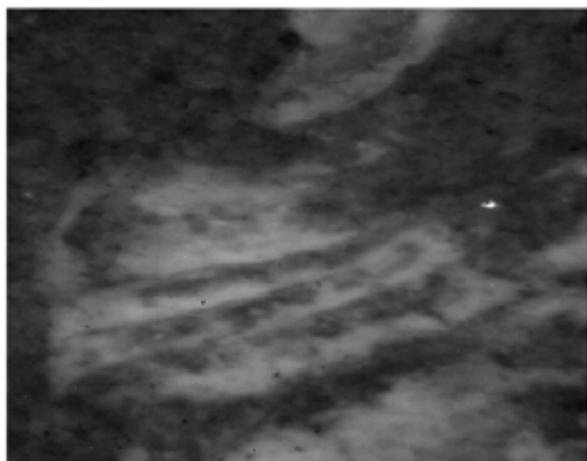
Figura 9. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Ejemplar que preserva partes bucales, así como placas coxales, X9. b. Ejemplar de talla pequeña, que preserva el telson semicircular, así como espinas en el último pleómero, X12. c. Ejemplar representado por una muda, X10. d. Ejemplar enrollado, X11. e. Partes bucales del ejemplar ilustrado en 9a.



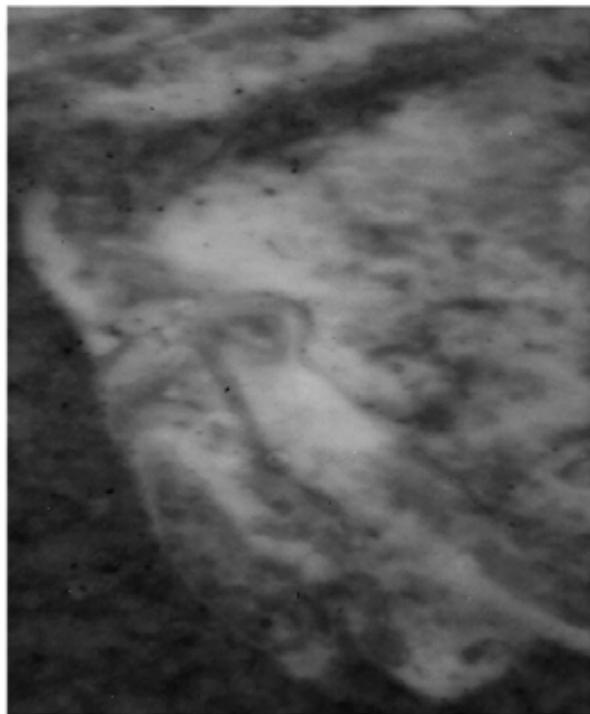
a



b



c



d

Figura 10. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Ejemplar de talla pequeña, mostrando los segmentos del pereón y pleón, X 13. b. Acercamiento a la parte central del pleón del ejemplar de la figura 6a. c. Acercamiento a la porción lateral del pleón del ejemplar 6a. d. Urópodos derechos del ejemplar 8a.

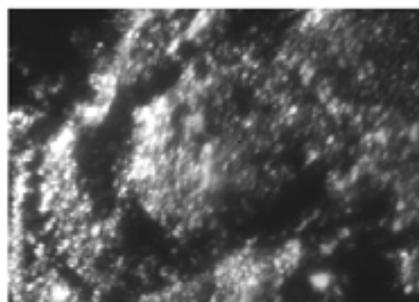
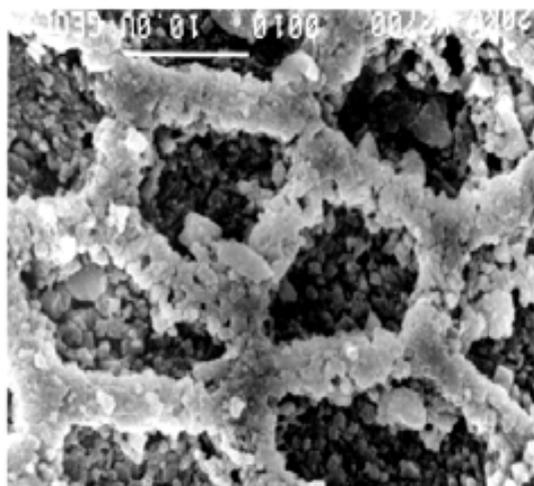
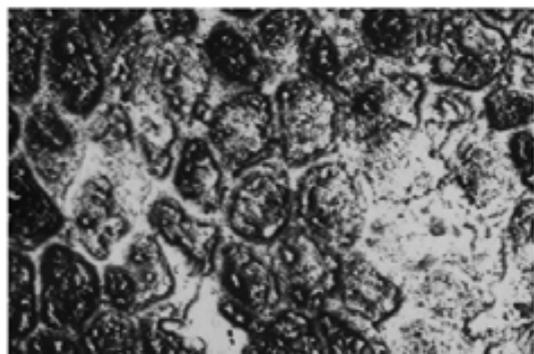
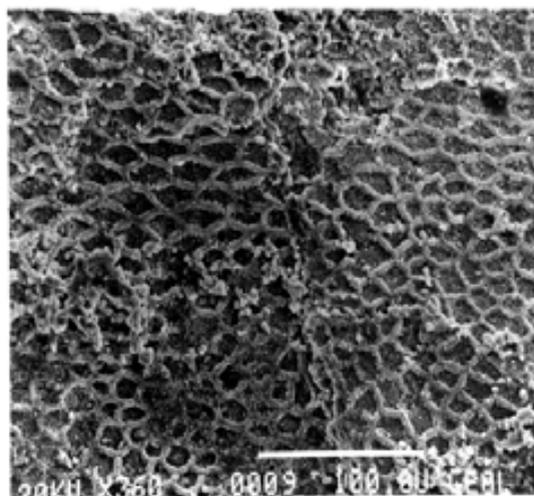
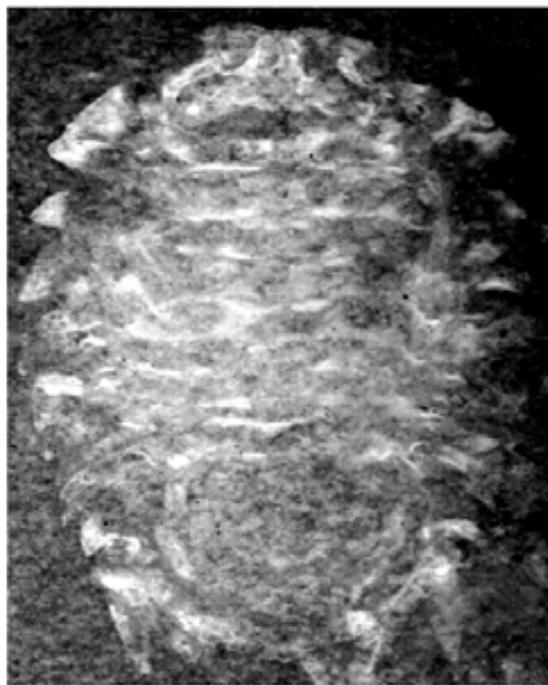
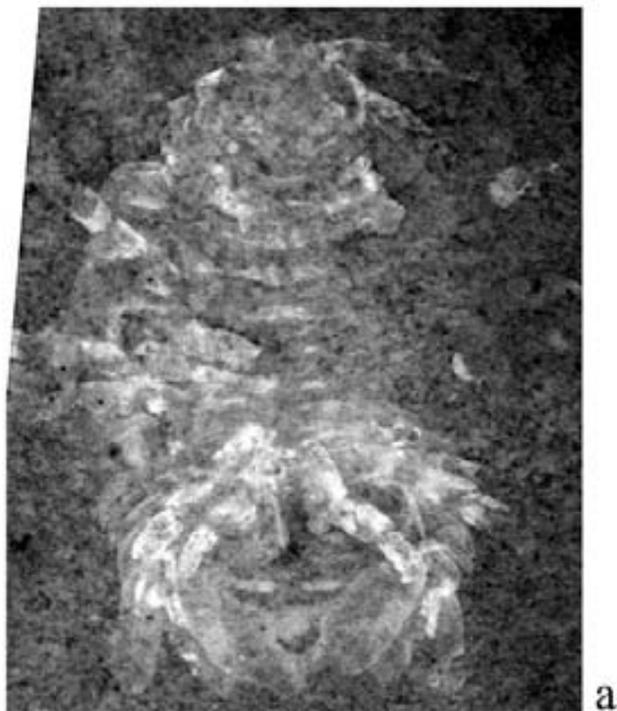
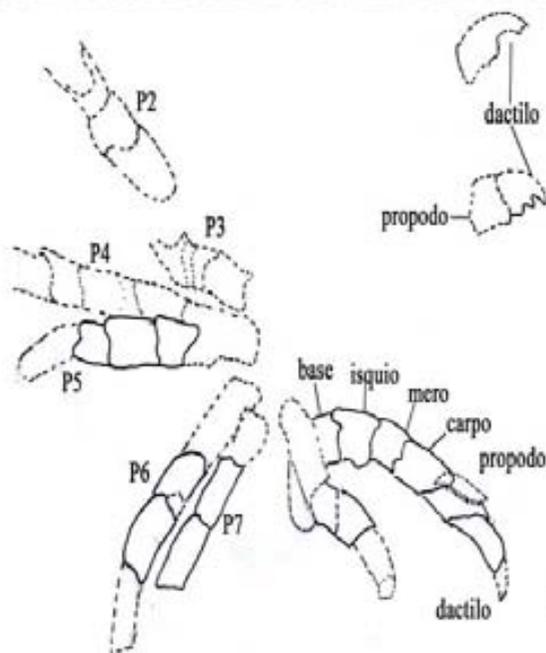


Figura 11. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Vista ventral del ejemplar 6f, mostrando placas coxales y urópodos, X13. b. Estructura cuticular panaloide, imagen de MEB. c. Estructura cuticular panaloide, barra de escala equivale a 100 micrones. d. Estructura ocular del mismo ejemplar del que se obtuvieron imágenes de MEB, X61.

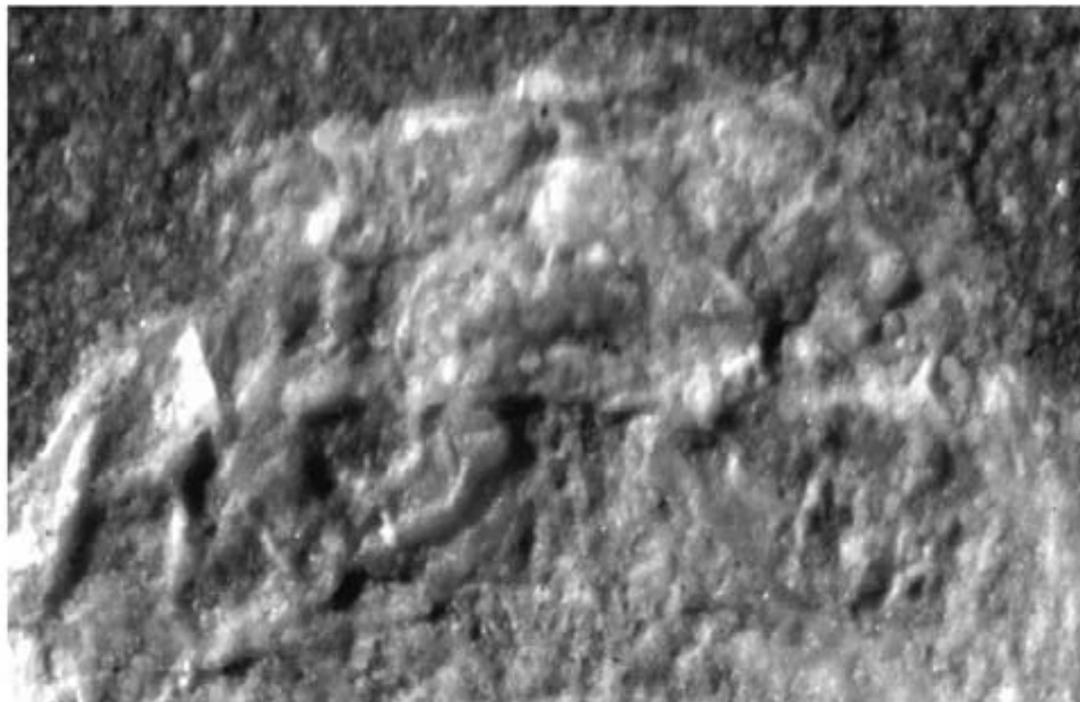


a

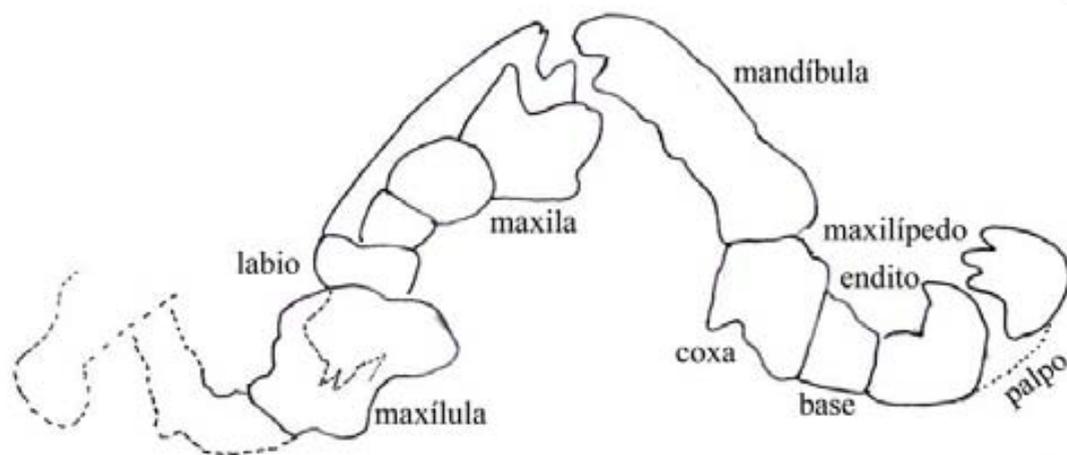


b

Figura 12. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Vista ventral de ejemplar de talla grande, que preserva varios pereiópodos, antena izquierda y telson, X14. b. Esquema de los pereiópodos.



a



b

Figura 13. *Gnorimosphaeroma* sp. a. Partes bucales del ejemplar 8b. a. Esquema de partes bucales.

molar con una cúspide; maxila con tres artejos, los dos primeros de forma subcuadrada, el primero es un tercio del tamaño del segundo artejo, el tercer artejo es un tercio mayor que el segundo y tiene forma de guante cerrado con dos pequeñas cúspides en la parte anterior, y una cúspide lateral. Labio de forma trapezoidal invertida. Maxílula con dos lóbulos anteriores, uno de ellos es agudo lateralmente. Maxilípedo, coxa subcuadrada muy irregular, la base trapezoidal $\frac{1}{3}$ menos larga y ancha; endito subrectangular, de largo ligeramente más alto que la base y del doble de ancho de la base, con una terminación triangular ligeramente aguda y curvada en la parte que se une al palpo; del palpo no se observan segmentos claramente, sólo la terminación del palpo, que tiene una forma de guante con cuatro dedos. Pereón subcuadrado, un poco más largo que la mitad de la longitud total; los pereómeros son subrectangulares. El primer pereómero tiene $\frac{1}{7}$ de la longitud total; de ancho es tres veces su longitud, tiene forma trapezoidal; en la parte anterior central tiene forma convexa, debido a inserción del cefalón. El segundo pereómero es semirectangular, mide $\frac{1}{6}$ de la longitud total, ancho igual que el ancho de la parte posterior del primer pereómero. El tercer segmento $\frac{1}{8}$ de la longitud total, ligeramente más ancho que el segundo pereómero. El cuarto pereómero tiene la mitad de la longitud del primer pereómero, ancho similar al del primer pereómero. El quinto pereómero tiene la misma longitud del cuarto pereómero, pero es ligeramente más ancho. El sexto pereómero es un poco menos largo, y ligeramente más angosto que el quinto segmento. Séptimo pereómero de ancho y largo es igual al sexto pereómero. Placas coxales presentes del segundo al séptimo pereómero, de forma subtriangular, las placas coxales del sexto pereómero son más largas y caen sobre las placas coxales del séptimo pereómero, cubriéndolas y llegando a tocar el inicio del pleón. Del segundo pereiópodo se observa parte del dactilo subrectangular, recurvado con una extensión en la parte posterior del

mismo y una uña terminal en forma de gancho; tercero a séptimo pereómeros no muy robustos, aplanados, con una base subtriangular alargada, que de largo mide el doble del isquio, $1/3$ más ancha que el isquio, en la parte de unión con el isquio, el isquio trapezoidal con bordes irregulares en las uniones con la base y el mero; mero subcuadrado, ligeramente menos largo y ancho que el isquio, con bordes irregulares en las uniones con el isquio y el carpo; carpo subcuadrado; propodo subrectangular, haciéndose más angosto hacia la unión con el dactilo; dactilo triangular, alargado, aplanado con la presencia de una uña terminal. Los pleómeros están fusionados con divisiones visibles a los lados; el primer y segundo pereómeros están totalmente fusionados, observándose una división a los lados, a la altura de la longitud media del pleón, y dos divisiones más delimitando lo que sería tercero a quinto pleómeros, todos de igual longitud; juntos ocupan la otra mitad del pleón. El quinto pleómero cuenta con una espina sublateral en el margen posterior. Las coxas son subtriangulares, muy redondeadas. Telson rectangular, con los bordes redondeados, ligeramente menos ancho que el pleón, con longitud $1/3$ de la longitud total del ejemplar; se observa un borde alargado hacia el centro del telson, que se origina probablemente en la parte central del pleón, extendiéndose a lo largo del telson, terminando en un margen cóncavo, hasta $1/3$ de la longitud de éste; dicha estructura podría ser el equivalente a un pene. Urópodos laterales justo debajo de la proyección del pleón, a los extremos del telson; basipodito triangular, su longitud es un sexto de la longitud del telson; endopodito rectangular alargado, con las esquinas redondeadas, ligeramente más largo y dos veces el ancho del exópodito, fusionado con el basipodito, dicha fusión se observa en posición ventral; exópodito móvil, en forma de lagrima alargada, su longitud es $1/3$ de la longitud total del telson, de ancho una quinta parte del ancho del telson, no fusionado con el basipodito.

Observaciones. Se encontraron tres tamaños diferentes dentro de este grupo de organismos; los de talla grande son casi del doble del tamaño de un ejemplar de talla mediana y los de talla chica son poco menos de la mitad de los de talla mediana. Los organismos más abundantes son los de tamaño mediano. Dentro de los organismos de todos los tamaños se encontró en algunos de ellos la presencia de penes pareados, lo que estaría indicando un posible dimorfismo sexual, en este caso evidenciando una característica de los machos. En los organismos más grandes se observan algunos pereópodos.

Material examinado y medidas en mm

Ejemplar	Medidas	
<i>Gnorimosphaeroma</i> sp.	largo	ancho
2930 a	--	--
2930 b	--	--
2931	6.7	4.5 m
2932	3.8	2.2 c
2933	7.1	4.2 m
2934	7.2	4.9 m
2935	5.1	3.5 m
2936	6.4	3.8 m
2937	enrollado	4.9 m
2938	10.0	5.8 g
2939	5.2	3.4 m
2940	6.5	3.6 m
2941	--	--
2942	4.4	2.6 c
2943	4.0	2.2 c
2944	6.0	3.4 m

Las letras c, m, g indican los rangos de talla de los ejemplares; c = chico (de 3.8 a 4.4 mm), m = mediano (de 5.1 a 7.2 mm), g = grande (de 10.0 mm en adelante). Los ejemplares que carecen de medidas corresponden a mudas o cuerpos incompletos.

Localidad. Cantera El Espinal, Formación Sierra Madre, Albiano, Chiapas.

Discusión. Los organismos que fueron asignados a la Familia Sphaeromatidae cuentan con una serie de características que los agrupan dentro de la misma, de acuerdo con lo reportado por Kensley y Schotte (1989): la anténula cuenta con tres artejos; la mandíbula es robusta, la lacinia movilis y el proceso molar están bien desarrollados; el pleón esta compuesto por cuatro pleonitos o pleómeros parcialmente fusionados, indicados por suturas laterales; los urópodos son laterales, con el exopodito móvil, y el endopodito fusionado con el basipodito, además de poseer un cuerpo compacto, convexo y la capacidad para enrollarse de forma similar a los isópodos terrestres o cochinillas. Adicionalmente, características observadas que los agrupan dentro del Suborden Sphaeromatidea, son la presencia de los pleonites (fusionados del primero al quinto) (Brandt, 2003). La presencia de ojos y su ubicación precisa no fueron muy claras, al igual que el patrón reticulado o en forma de panal que presenta la cutícula, pero estos detalles se pudieron apreciar en las imágenes de microscopio electrónico de barrido. La estructura panaloide de la cutícula ha sido reportada con anterioridad para dos isópodos fósiles: *Triasspheroma magnificum* (Basso y Tintori, 1994) y *Palaega* sp. (Feldmann y Wieder, 1989).

La morfología general de los esferomátidos de El Espinal los asemeja al isópodo esferomátido del género *Gnorimosphaeroma*, ya que al igual que éstos, tienen insertada la cabeza en el primer pereómero, la posición de los ojos es similar, el pleón es parecido, los pleómeros se encuentran dispuestos y fusionados en forma similar, al igual que la disposición de los urópodos y la forma del telson.

La identificación de géneros y especies de esferomátidos es frecuentemente difícil, debido a un marcado dimorfismo sexual. Por lo tanto es importante, al hacer determinaciones, tener una muestra representativa que incluya adultos de ambos sexos (Brusca *et al.*, 2001). *Parcerceis sculpta*, una especie subtropical que se encuentra en el

norte y en el sur de California, es la única especie que posee tres morfologías distintas, (designadas alfa, beta y gama). Los machos alfa son grandes, con una morfología distinta de otros miembros del género; los machos beta son semejantes a las hembras; los machos gama son semejantes a los juveniles. La ventaja de los machos beta y gama es que se cree que pueden entrar a “hurtadillas” al harem, que está protegido por un solo macho alfa, para inseminar a las hembras (Shuster, 1992; Shuster y Wade, 1991). En el Mar de Cortéz, los harem se forman comúnmente en esponjas calcáreas; las poblaciones de *P. sculpta* no han sido aún estudiadas a detalle (Brusca *et al.*, 2001).

Suborden Cymothoidea Wägele, 1989

Superfamilia Cirolanoidea Dana, 1852

Familia Cirolanidae Dana, 1852

Género ?*Anopsilana* Paulian y Delamare-Deboutteville, 1956

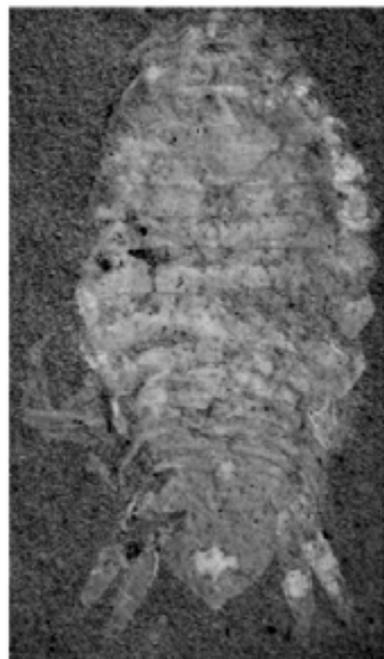
?*Anopsilana* sp.

Figuras 14 - 19

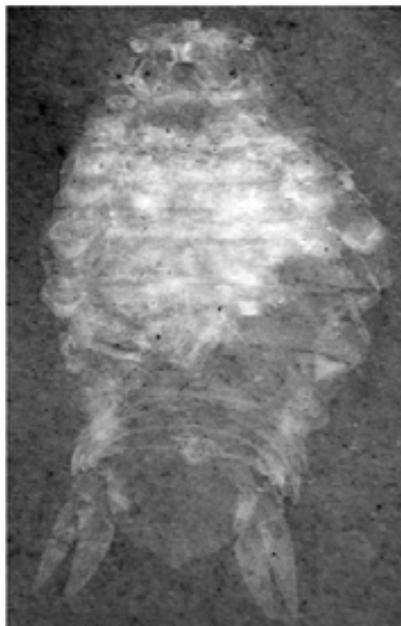
Diagnosis. Cuerpo ovalado alargado, tres veces más largo que ancho; algunos organismos se encuentran doblados por la mitad, no enrollados; cefalón de forma subpentagonal, pereión rectangular, pleón con 5 segmentos no fusionados, las placas coxales son subromboidales, telson triangular invertido, urópodos anterolaterales y móviles.

Descripción. Cuerpo ovalado alargado, no se encuentran ejemplares enrollados, sólo algunos doblados por la mitad. Algunos pueden presentar una forma ligeramente globosa del pereión, regularmente ejemplares de tamaño pequeño a mediano.

Cefalón de forma pentagonal, con los bordes laterales e inferiores ligeramente redondeados, la parte apical del cefalón casi totalmente redondeada, 1/8 de la longitud total, 1/3 del ancho total. Anténula con primer artejo subrectangular, no muy alargado, 1/3 menos



a



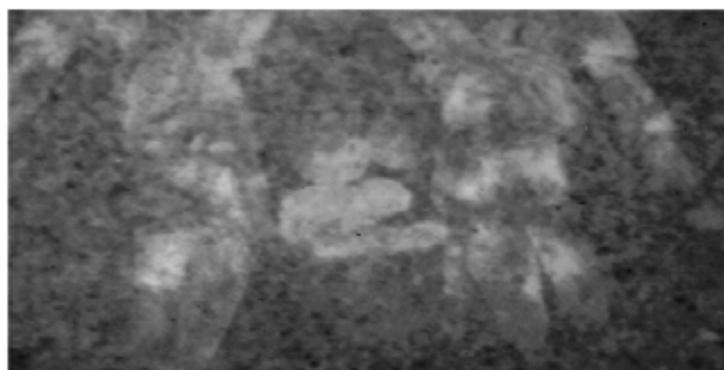
b



c

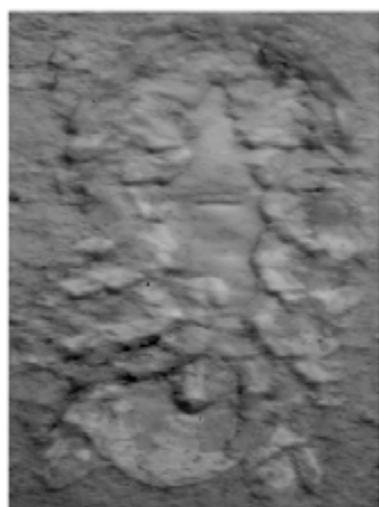


d

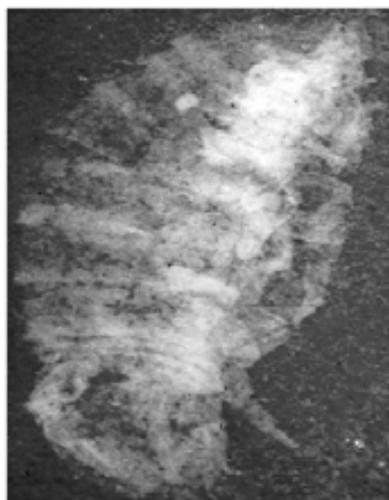


e

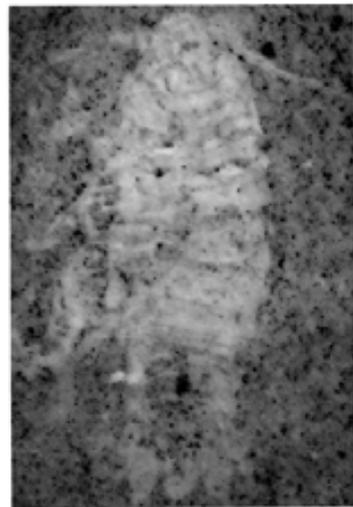
Figura 14. ?*Anopsilana* sp. a. Ejemplar que conserva pereiópodos y urópodos, X8. b. Ejemplar que conserva pereiópodos, placas coxales y urópodos, X8. c. Ejemplar que conserva pereiópodos, X9. d. Ejemplar que conserva urópodos y posibles huevos en parte posterior, X10. e. Acercamiento de los posibles huevos.



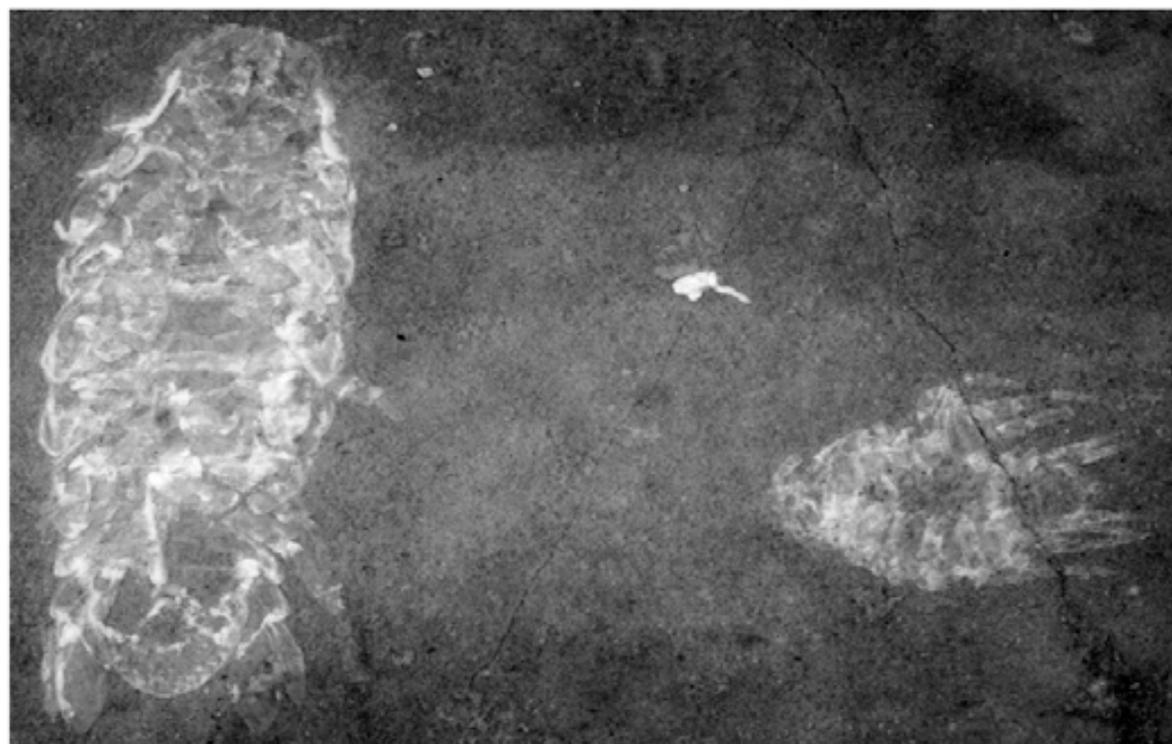
a



b

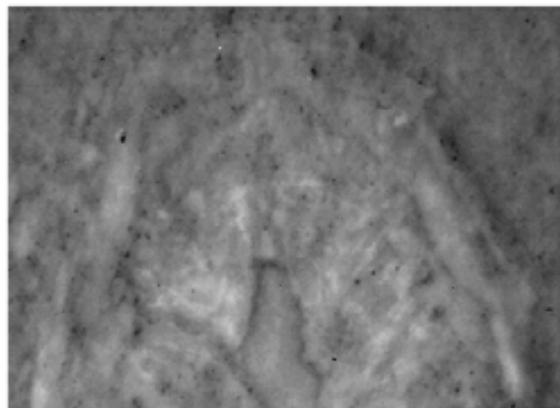


c

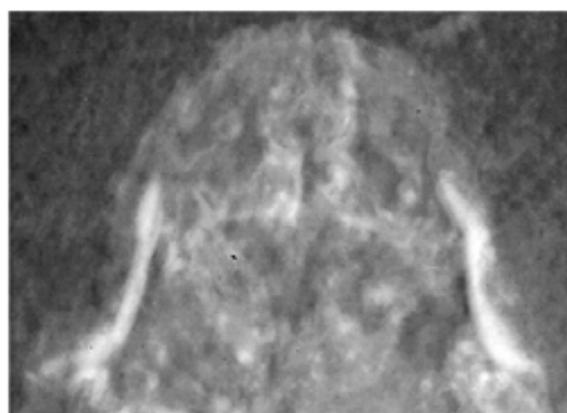


d

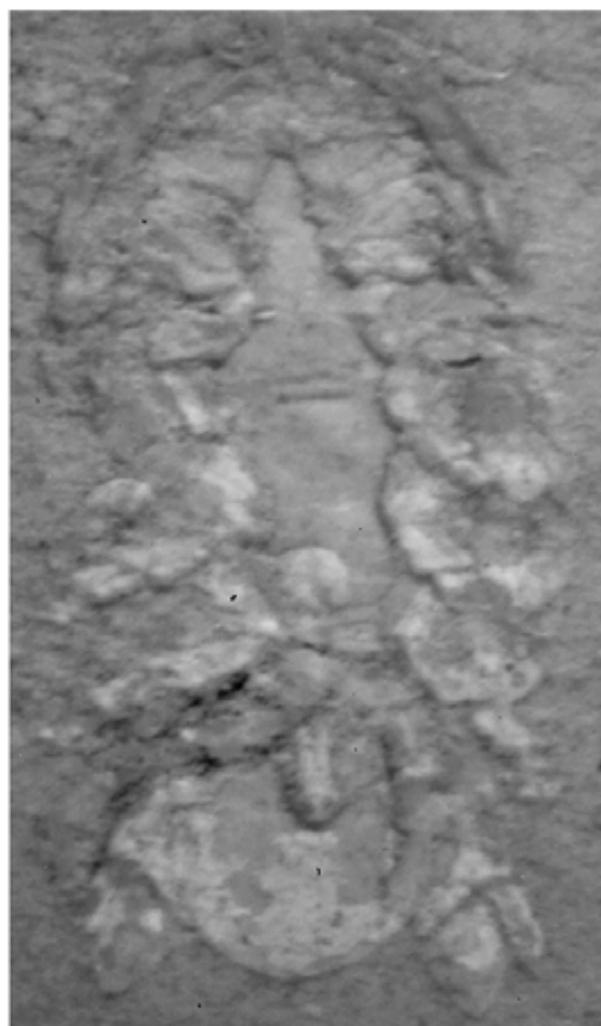
Figura 15. ?*Anopsilana* sp. a. Ejemplar que preserva pereiópodos posteriores y pene, X9. b. Ejemplar parcialmente doblado, X8. c. Ejemplar que preserva antenas, pereiópodos y urópodos, X10. d. Pieza que preserva un ejemplar completo (izquierda) y una posible muda (derecha).



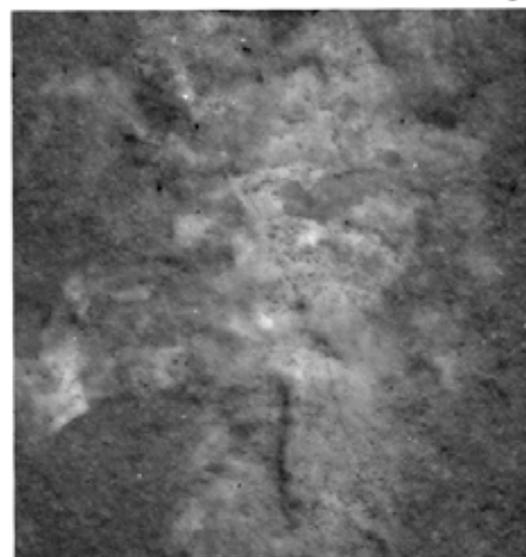
a



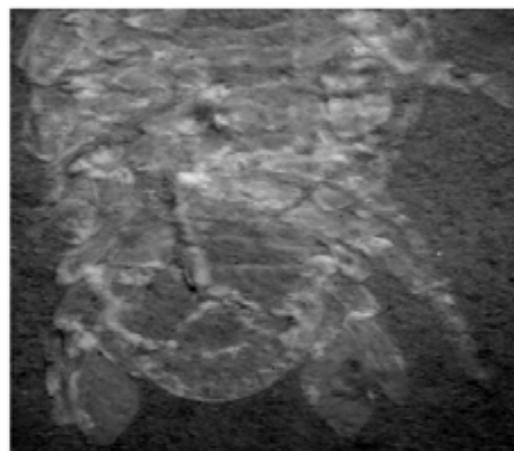
b



c



d



e

Figura 16. ?*Anopsilana* sp. a. Partes bucales de ejemplar con relieve, figurado en c. b. Partes bucales, X21. c. Ejemplar que preserva el pene, X30. d. Ejemplar que preserva el pene, X12. e. Parte posterior de ejemplar con pene, urópodos y pereiópodos posteriores, X15

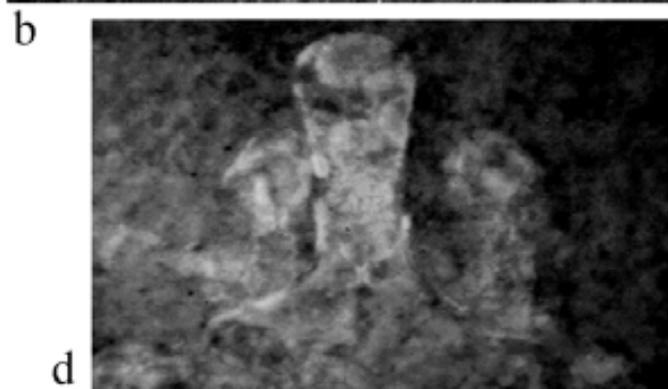
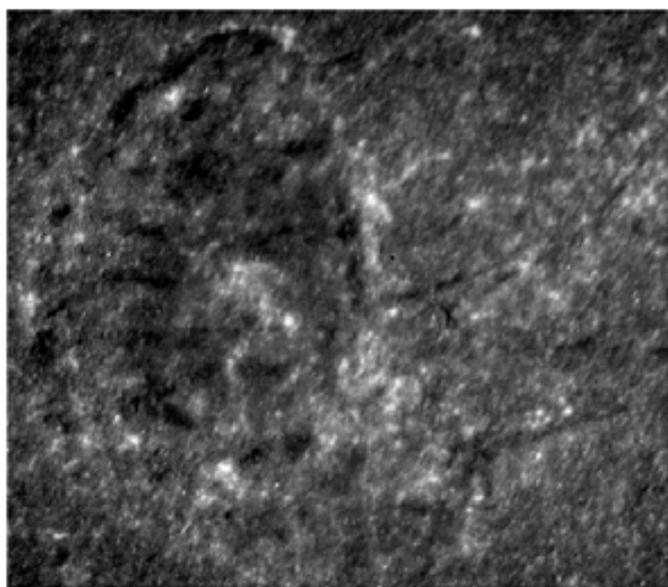
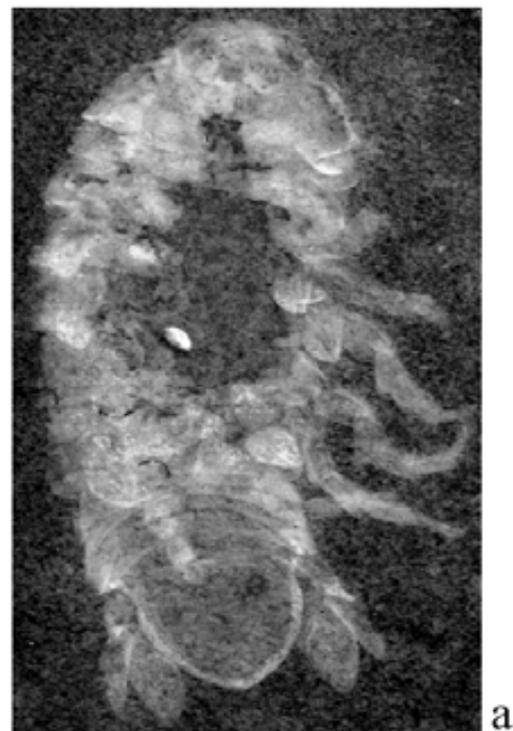
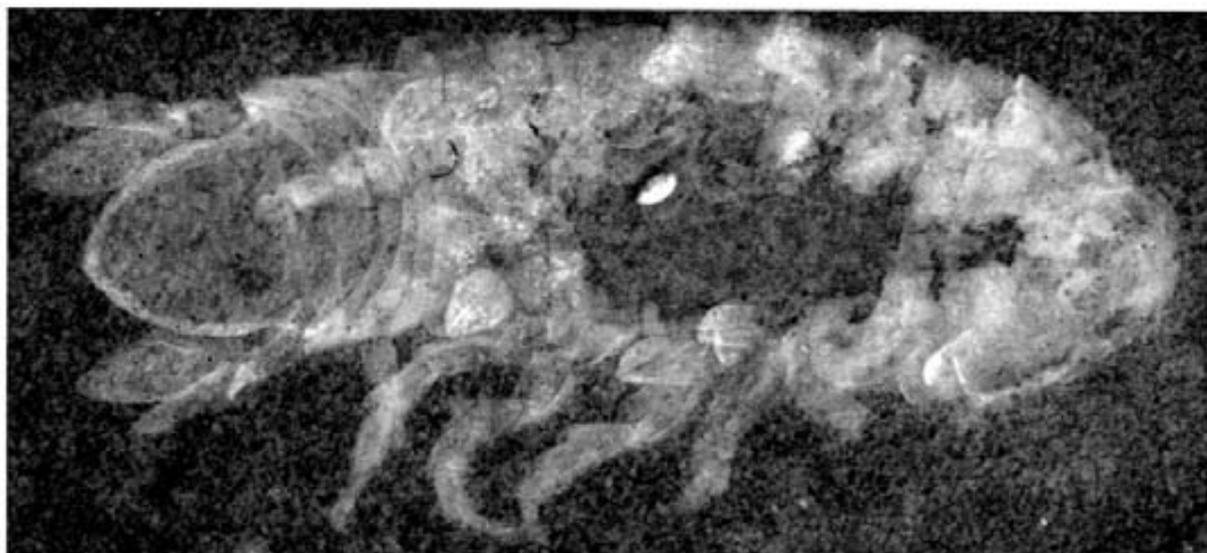
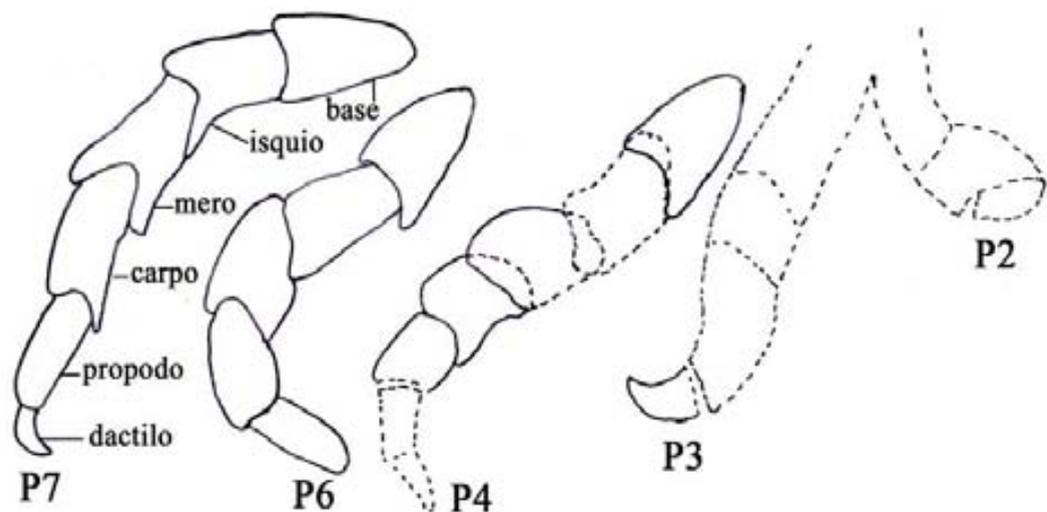


Figura 17. ?*Anopsilana* sp. a. Ejemplar que conserva pereiópodos y urópodos, X15. b. Ejemplar examinado bajo MEB, sin detectar estructura cuticular, X16. c. Ejemplar que muestra la base de las coxas. d. Ejemplar que conserva el rostro, X30. e. Detalle de los urópodos del ejemplar 17a.

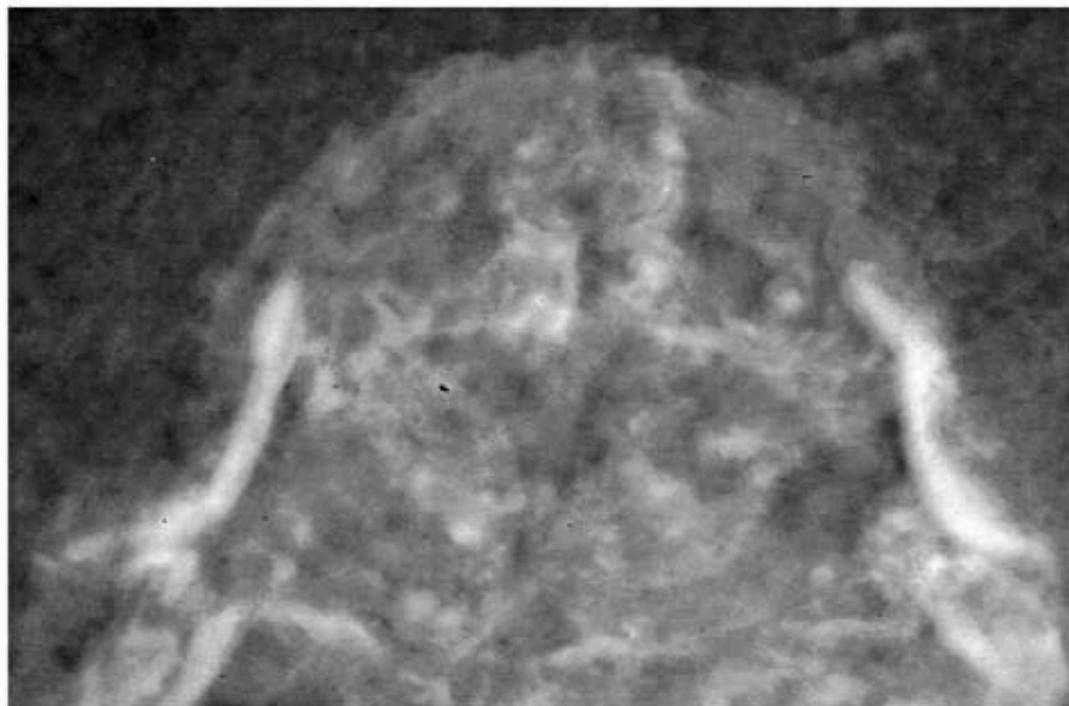


a

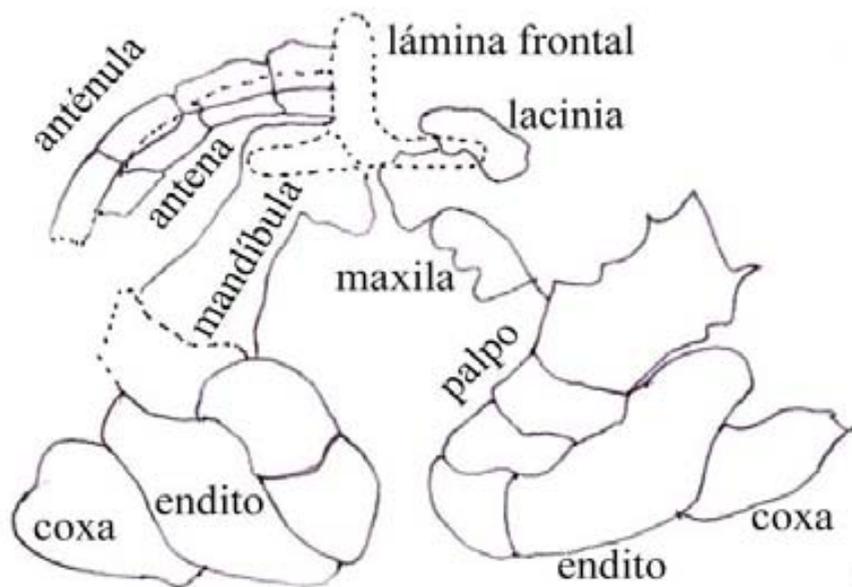


b

Figura 18. ?*Anopsilana* sp. a. Ejemplar 17a, en el que se preserva parte de los pereiópodos
b. Esquema de los pereiópodos.



a



b

Figura 19. ?*Anopsilana*. a. Partes bucales del ejemplar 16b. b. Esquema de las partes bucales.

ancho que los tres artejos posteriores, altura similar a los tres artejos posteriores; los dos artejos posteriores tienen el mismo largo, y el tercer artejo tiene el mismo largo que los anteriores, ligeramente más angosto hacia su unión con el artejo. Antena con primer artejo subcuadrado, de la misma longitud del artejo siguiente; el segundo artejo es el doble de ancho del artejo anterior, y se va haciendo ligeramente más angosto en la parte próxima al tercer artejo; el tercer artejo es un poco menos largo que el segundo artejo, y ligeramente más ancho, haciéndose más angosto en la parte próxima al cuarto artejo; cuarto artejo ligeramente menos largo que el anterior, y de ancho es la mitad del mismo, haciéndose poco más angosto hacia la unión con el flagelo. Flagelo cae a los lados del cuerpo, alcanzando a tocar un poco más de la parte media del cuerpo. Lámina frontal en forma de T invertida, no visible en vista dorsal. Mandíbula con proceso molar subcuadrado sin cúspides aparentes, lacinia movilis con dos cúspides redondeadas. Maxila en forma de peine con tres dientes. Maxilípido con una coxa subtriangular, en forma de corazón; endito semiromboide, casi del doble de tamaño de la coxa, subtriangular irregular; palpo formado por 4 artejos, el primero es subtriangular y mide de largo poco menos del doble de los dos artejos próximos, y de ancho es igual a éstos; los dos artejos siguientes son subrectangulares, el segundo ligeramente más chico que el tercero, y el último en forma de hoja. Pereón con longitud $\frac{1}{3}$ de la longitud total, haciéndose ligeramente más ancho que el cefalón. Primer pereómero trapezoidal alargado, $\frac{1}{6}$ de la longitud del pereón, el ancho del margen anterior del pereómero es el equivalente al ancho del cefalón; a partir del segundo, los pereómeros tienen una forma rectangular alargada. Segundo pereómero es la mitad del primero en longitud y de ancho es aproximadamente equivalente al ancho del margen inferior del primer segmento. El segundo y tercer pereómeros son relativamente iguales. Tercer pereómero es ligeramente más largo y ancho que el segundo. Los pereómeros cuarto

y quinto son relativamente similares. El cuarto pereómero con longitud ligeramente menor que la de los pereómeros dos y tres, y ligeramente más ancho que el tercer pereómero. Sexto pereómero relativamente más largo y ancho que el cuarto pereómero. El séptimo pereómero es el más largo y paulatinamente más angosto hacia la parte posterior. Placas coxales subromboidales, presentes del pereómero 2 al 7; las placas del segmento dos son las más pequeñas, y se van haciendo más grandes en los pereómeros siguientes, hasta llegar al sexto pereómero, la placa coxal del séptimo segmento es del tamaño de la placa coxal del tercer pereómero. Pereópodos similares, base subtriangular alargada, isquio subrectangular, $1/3$ más largo y ligeramente más ancho que la base; mero subtriangular, $1/3$ menos largo y ligeramente más ancho que el isquio; carpo subrectangular, $1/3$ menos largo y ligeramente más angosto que el mero; propodo subrectangular, ligeramente menos largo y ancho que el carpo, haciéndose ligeramente más angosto hacia la parte próxima al dactilo, que se encuentra ligeramente curvado, tiene forma de gancho. Pleón $1/4$ el largo del pereón, más angosto que el séptimo pereómero, con el cuarto pleonite ligeramente sobrelapado lateralmente sobre el quinto pereómero. Telson triangular invertido, con lados cóncavos; el ápice del telson es muy agudo, su longitud es $1/4$ de la longitud total, ancho ligeramente menor a la longitud del telson. Urópodos móviles, anterolaterales al telson, justo debajo del pleón. Basipodito triangular alargado, en forma de botín, su longitud es $1/3$ de la longitud del telson, de ancho mide la mitad de su propia longitud: los urópodos están libremente articulados. Endopodito filiforme; su longitud es $1/3$ de la longitud total del telson, llegando a sobrepasarlo, ancho equivalente al total del basipodito; exopodito con longitud ligeramente menor a la del endopodito, tiene forma ovalada, haciéndose aguda en el extremo posterior.

Observaciones. Los ejemplares cirolanidos examinados presentan, al igual que en los esferomátidos, la presencia de tres tamaños, siendo igualmente los de talla mayor y los de la talla menor los más escasos, los organismos más abundantes son los de tamaño mediano. En los organismos de los tres tamaños se observó la presencia de penes pareados; también se observó que estos organismos tienen el cuerpo más alargado o cilíndrico. Los organismos de tamaño mediano y grande presentan algunos pereópodos. Dentro de los organismos de talla mediana a chica, algunos presentan el cuerpo un poco

Material examinado y medidas en mm

Ejemplar	Medidas	
	largo	ancho
? <i>Anopsilana</i> sp.		
5084	13.7	5.2 g
2945	10.8	4.5 m
2946	--	--
2947	doblado	--
2948	8.2	4.5 m
5086	10.6	4.0 g
2950	doblado	--
2951	10.1	3.6 m
2952	7.7	2.6 c
2953	doblado	--
2954	7.4	2.6 c
2955	14.5	4.9 g
2956	10.6	3.7 m
2957	13.1	4.2 g
2959	11.2	4.0 m

Las letras c, m, g indican los rangos de talla de los ejemplares; c = chico (de 3.8 a 4.4 mm), m = mediano (de 5.1 a 7.2 mm), g = grande (de 10.0 mm en adelante). Los ejemplares que carecen de medidas corresponden a mudas o cuerpos incompletos.

globoso en la parte media central del mismo; se observa además lo que podrían ser reminiscencias del marsupio, y huevos o puestas.

Localidad. Cantera El Espinal, Formación Sierra Madre, Albiano, Chiapas.

Discusión. Los organismos estudiados que fueron agrupados dentro de la familia Cirolanidae, cuentan con una proporción que va de tres veces más largo que ancho, con la presencia de placas coxales bien desarrolladas, y es concordante con las características del grupo (Brusca *et al.*, 2001). Otras características que se observan en en estos organismos, y que los agrupan como miembros de esta familia, son los ojos relativamente pequeños en posición lateral, la presencia de la lámina frontal; las placas coxales que se encuentran presentes del segundo al séptimo pereómero, diferenciadas del terguito por la presencia de la sutura coxal, que va también del segundo al séptimo pereómero; el pleón está compuesto por cinco pleonites, con los márgenes laterales del cuarto pereonite sobrelapados en el quinto pereómero; los urópodos están en posición anterolateral al telson, libremente articulados y móviles. De acuerdo con Kensley y Schotte (1989), éstas también son características de la Familia Cirolanidae. Las partes bucales son una pieza importante en la descripción, sin embargo, algunos autores como Brandt y colaboradores (2003), mencionan que existen ejemplos de reducción de estas estructuras; otros autores como Kensley y Schotte (1989) sugieren que éstas pueden estar metamorfoseadas. Este cirolanido posee semejanzas morfológicas con el género *Anopsilana*, ya que no puede enrollarse, la forma pentagonal del cefalon; la antena que es bastante larga, que cae a los lados llegando hasta la parte media del cuerpo; la distribución de los segmentos del pleón y el pereón son similares, los tres primeros pereópodos son prensiles en forma de gancho, la posición anterolateral del basipodito justo debajo del telson, urópodos libremente articulados y el rango de tamaño también son similares.

Conclusiones

- Los ejemplares estudiados son en su mayoría cuerpos, los cuales por el buen estado de preservación y articulación, sugieren un ambiente de baja energía, evidenciado también por características litológicas, pero principalmente por la extraordinaria preservación de la mayoría de los ejemplares, ya que se lograron observar estructuras como partes bucales, antenas, anténulas, ojos, cutícula, pereópodos y penes pareados. Los elementos anteriormente mencionados son en su mayoría, raros en el registro fósil, por ser partes muy frágiles de los organismos, y en el caso de las partes bucales, las más pequeñas de un isópodo.
- La cutícula tiene una estructura en forma de panal en los esferomátidos, lo que representa la macroestructura de la cutícula observada en algunos isópodos del suborden. En los isópodos cirolánidos no se encontró presencia de dicha estructura. La existencia de los tres tamaños en ambos grupos, sugiere la presencia de una comunidad bien representada por los dos sexos, además de diversos estadios de desarrollo.
- La mayoría de los esferomátidos de talla grande se observaron en posición ventral, con presencia de pereópodos. El resto de los organismos se encontraron en diversas posiciones (dorsal, ventral, enrollado), y dentro de los que se encuentran en posición ventral no se observó evidencia de pereópodos, sin embargo, en éstos se observaron las partes bucales, con diferentes grados de preservación.
- En ambos grupos se sugiere la presencia de machos por la presencia de penes, y también por el gran tamaño que muestran algunos ejemplares. En los esferomátidos sin embargo, la presencia de las hembras sólo se sugiere por la ausencia de penes,

debido a la complejidad para detectar la presencia de oviductos o estructuras marsupiales. En los cirolánidos con cuerpo poco globoso, e incluso en algunos que tienen la parte anterior del cuerpo muy redondeada, se observa lo que podría ser parte del marsupio; incluso en la mayoría de estos ejemplares se observan estructuras circulares del color de la cutícula del ejemplar, lo que podría indicar la presencia de huevos fecundados, expulsados al morir el animal, y abrirse el marsupio.

- Para la mayoría de los tamaños y posiciones de los cirolánidos (dorsal, ventral, doblado), se observó la presencia de pereópodos con una mejor preservación que la de los pereópodos de los esferomátidos; las partes bucales de los cirolánidos fueron observadas en los ejemplares que se encontraban en posición ventral.
- Se observaron 163 esferomátidos y 64 cirolánidos, muestra que refleja la densidad poblacional de cada grupo. Es importante resaltar que en raras ocasiones se observa la presencia de ambos grupos juntos; ésto mismo ocurre con los tanaidáceos, que son los organismos más abundantes en El Espinal. De acuerdo con Brusca y colaboradores 2001, los isópodos se comparan en importancia ecológica con anfípodos y tanaidáceos, como notables intermediarios en las cadenas alimenticias. Son predominantemente abundantes en el sedimento marino suave, junto con tanaidáceos, bivalvos y poliquetos.
- Con base a lo reportado por Vega y colaboradores en 2006, existen elementos continentales, como un cono de gimnosperma, la larva de odonato, un hemíptero acuático, que son elementos de ambientes terrestres, y sugieren un ambiente mixto, posiblemente estuarino, con aporte de agua dulce; varios grupos de tanaidáceos

habitan ambientes similares. La mayoría de isópodos del género *Gnorimosphaeroma* viven actualmte en ambientes estuarinos.

- La edad de la localidad, de acuerdo con Vega y colaboradores (2006), sería albiana, ya que hay diversos elementos reportados que apoyan esta edad. Sin embargo, y aunque en una publicación reciente (Alvarado-Ortega y Ovalles-Damián, 2008) se ubica la localidad en esa misma edad, también destacan que el género del pez *Triplomystus applegatei* se encuentra reportado para el Cenomaniano de Namoura, Libano. Estudios futuros coadyuvarán a confirmar o modificar la edad albiana propuesta para los sedimentos de la cantera El Espinal.

Literatura citada

- Alvarado-Ortega, J., E. Ovalles-Damián. 2008. *Triplomystus applegatei* sp. nov. (Teleostei: Ellimmichthyiformes), a rare “Triple armored herring” from El Espinal Quarry (Early Cretaceous), Chiapas, Southeastern Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28, 1, 53-60.
- Applegate, S.P. 1988. A new genus and species of teleostean belonging to the family Ophiopsidae, *Teoichthys kallistos*, from the Cretaceous near Tepexi de Rodríguez, Puebla. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista*, 7, 200-205.
- Applegate, S.P. 1992. A new genus and species of pycnodont from the Cretaceous (Albian) of central México. *Instituto de Geología, Revista*, 10, 164-178.
- Applegate, S.P. 1995. An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, *in* Arratia, G., Viohl G. (eds), *Mesozoic Fishes- Systematics and Paleoecology*: Munich, Germany, Friedrich Pfeil Verlag, 529-538.
- Applegate, S.P., L. Espinosa-Arrubarrena, J. Alvarado-Ortega, M. Benammi. 2006. Revision of recent investigations in the Tlayúa quarry, *in* Vega, F.J., Nyborg, T.G., Perrillat, M.C., Montellano-Ballesteros, M., Cevallos-Ferriz, S.R.S., Quiróz-Barroso, S.A. (eds.), *Studies on Mexican Paleontology: The Netherlands*, Springer, *Topics in Geobiology*, 24, 265-291.
- Arntz, W.E., J. Gutt. 1999. The expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II) of RV Polarstern in 1998. *Berichte zur Polarforschung*, 301, 1-229.
- Bárcena, D.M. 1875. Un crustáceo fósil del género *Sphaeroma* y reseña geológica del Valle de Ameca de Jalisco. *La Naturaleza*: 3, 355-361.

- Barthel, K.W., R. Boettcher. 1978. The Abu Ballas Formation (SW Desert, Egypt, a significant lithostratigraphic unit of the "Nubian Series". *Internacional Congreso on Sedimentology. Internacional Association of Sedimentology*, 10, 57-58.
- Basso, D., A. Tintori, 1994, New Triassic Isopod Crustaceans from Northern Italy. *Paleontology*, 37, 801-810
- Brandt, A., G.C.B. Poore. 2003. Higher classification of the flabelliferan and related Isopoda based on a reappraisal of relationships. *Invertebrate Systematics*, 17, 893-923.
- Brandt, A., J.A. Crame, H. Polz, M.R.A. Thomson. 1999. Late Jurassic Tethyan Ancestry of Recent Southern High-Latitude Marine Isopods (Crustacea, Malacostraca). *Palaeontology*, 42, 663-675.
- Bowman, T.E. 1971. *Palaega lamnae* new species (Crustacea: Isopoda) from the Upper Cretaceous of Texas. *Journal of Paleontology*, 45, 540-541.
- Brook, H.J., T.A. Rawlings, R.W. Davies. 1994. Protogynous Sex Change in the Intertidal Isopod *Gnorimosphaeroma oregonense* (Crustacea: Isopoda). *Biological Bulletin*, 187, 99-111.
- Bruce, N.L. 1986. Cirolanidae (Crustacea: Isopoda) of Australia, *Records of the Australian Museum Supplements*: 6, 1-239.
- Bruce, N.L., 1995, The taxonomy and phylogeny of tube-tailed sphaeromatid isopods (Crustacea) with descriptions of new species and a new genus from southern Australia. *Ophelia*, 43, 127-180.
- Bruce, N.L., A.G. Soares. 1996. Taxonomy and ecology of sandy beach *Eurydice* (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) from the west coast of South Africa. *Cahiers de Biologie Marine*, 37, 77-98.

- Brusca, R.C. 1981. A monograph on the Isopoda Cymothoidae (Crustacea) of the eastern Pacific. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 73,117-199.
- Brusca, R.C., G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 511-587.
- Brusca, R.C., G.D.F. Wilson. 1991. A phylogenetic analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations. *Memoirs of the Queensland Museum*, 31, 143-203.
- Brusca, R.C., V. Coelho, S. Taiti. 2001. *A Guide to the Coastal Isopods of California*.
Internet address: http://tolweb.org/notes/?note_id=3004
- Burbank, M.P., W.D. Burbank. 1974. Sex reversal of female *Cyanthura polita* (Stimpson, 1855) (Isopoda, Anthuridae). *Crustaceana*, 26, 110-112.
- Buss, L.W., E.W. Iverson. 1981. A new genus and species of Sphaeromatidae (Crustacea; Isopoda) with experiments and observations on its reproductive biology, interespecific interactions and color polymorphisms. *Postilla*, 184, 1-3.
- Calzada, S., J.E. Gómez Pallerola. 1994. Un nuevo Isópodo (Crustacea) de Sta. Maria de Meià, Barcelona, España. *Batalleria*, 4, 27-30.
- Calzada, S., M. Mar-Urquiola. 1994. Isópodos del Triásico de Alcover-Montral. Barcelona, España. *Batalleria*, 4, 37-40.
- Castro-Mora, J., C. Shleper, E. Martínez-Rodríguez. 1975. Estratigrafía y microfacies del Mesozoico de la Sierra Madre del Sur, Chiapas. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 27, 1-3, 103 p.
- Chilton, C. 1918. A fossil isopod belonging to the fresh-water genus *Phreatoicus*. *Journal of Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, 51, 365-388.
- Chubb, L.J. 1959. Upper Cretaceous of Central Chiapas, Mexico. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 43, 725-756.

- Dana, J.D. 1852. On the classification of the Crustacea Choristopoda or Tetracapoda. American Journal of Science, 2, 14, 297-316.
- Etter, W. 1988. Isopoden und Tanaidaceen (Crustacea, Malacostraca) aus dem unteren Opalinuston der nordschweiz. Eclogae geologicae Helvetiae, 81, 3, 857-877.
- Feldmann, R.M., S. Goolaerts. 2005. *Palaega rugosa*, a new species of fossil isopod (Crustacea) from Maastrichtian rocks of Tunisia. Journal of Paleontology, 79, 5, 1031-1035.
- Feldmann, R.M., S. Rust. 2006. *Palaega kakatahi* n. sp.: the first record of marine fossil isopod from the Pliocene of New Zealand. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 49, 411-415.
- Feldmann, R.M., J.W.M. Jagt, D.L. Tsudy. 1990. Late Maastrichtian Isopod and Decapod Crustacea from Harcourt (Liège), Northeastern Belgium. Mededelingen rijks geologische dienst, 44, 23-35.
- Feldmann, R.M., C. Schweitzer, P.A. Maxwell, B.M. Kelley. 2008. Fossil isopod and decapod from the Kowai Formation (Pliocene) near Makikihi, South Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 51, 43-58.
- Feldmann, R.M., F.J. Vega, S.P. Applegate, G.A. Bishop. 1998. Early Cretaceous Arthropods from the Tlayúa Formation at Tepexí de Rodríguez, Puebla, Mexico. Journal of Paleontology, 72, 1, 79-90.
- Feldmann, R.M., R.W. Wieder, W.D.I. Rolfe. 1994. *Urda mccoysi* (Carter 1889), an isopod crustacean from the Jurassic of Skye. Scottish Journal of Geology, 30, 1, 87-89.
- Ghiselin, M.T. 1969. The evolution of hermaphroditism among animals. Quarterly Review of Biology, 44, 189-208.

- Guinot, D., G.D.F. Wilson, F. Schram. 2005. Jurassic isopod (Malacostraca: Peracarida) from Ranville, Normandy, France. *Journal of Paleontology*, 79, 5, 954-960.
- Gutierrez-Gil, R. 1956. Geología del Mesozoico y Estratigrafía Pérmica de Estado de Chiapas, *In: 20th International Geological Congress, Guidebook, Excursion C-15: México, D.F., International Geological Congress*, 15-23.
- Haak, W. 1933. Zur Verbreitung des Asselkrebse *Archaeoniscus brodiei* M. Edw. im Serpultit des Teutoburger Waldes. *Zeit der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Band 85.p. 229-234
- Harrison, K. 1984. The morphology of the sphaeromatid brood pouch (Crustacea: Isopoda: Sphaeromatidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 82, 363-408.
- Holdich, D.M. 1981. Opportunistic feeding behaviour in a predatory isopod. *Crustaceana*, 41, 101-103.
- Iverson, E.W., D.D. Chivers. 1984. A new genus and species of sphaeromatidae (Crustacea: Isopoda : Flabellifera) from the Miocene of Kern County, California. *Journal of Paleontology*, 58, 104-108.
- Karasawa, H., T. Nobuhara, K. Matsuoka. 1992a. Fossil and living species of the giant isopods genus *Palaega* Woodward, 1870 of Japan. *Scientific Report of the Toyohashi Museum of Natural History*, 2, 1-22.
- Karasawa, H., S. Tomida, K. Inoue. 1992b. *Palaega* sp. (Isopoda:Crustacea) from the Neogene Senhata Formation, Chiba Prefecture, Japan. *Journal of the Natural History Museum and Institute of Chiba*, 2, 25-30.
- Karasawa, H., A. Suzuki, K. Hisayoshi. 1995. *Bathynomus undecimpinosos* (Karasawa, Nobuhara & Matsuoka, 1992) (Crustacea, Isopoda) from the Miocene

- Hidarimatagawa Formation of Southwestern Hokkaido, Japan. Bulletin Mizunami Fossil Museum, 22, 121-125.
- Karasawa, H., T. Nobuhara. 2008. Decapod and Isopod (Crustacea) from the Pliocene Shimajiri Group in the Miyako-jima island Ryukyus Japan. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 34, 23-30.
- Keable, S.J. 1995. Structure of the marine invertebrate scavenging guild of a tropical reef ecosystem. Field studies at Lizard Island, Queensland, Australia. Journal of Natural History, 29, 27-45.
- Kensley, B., M. Schotte. 1989. Guide to the Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 308 p.
- Kensley, B., M. Schotte, S. Schilling. 1996. World List of Marine, Freshwater and Terrestrial Crustacea Isopoda. Smithsonian Institution, Washington, D.C., USA. <http://invertebrates.si.edu/isopod/>.
- Kussakin, O.G. 1979. Marine and brackish-water Crustacea (Isopoda) of cold and temperate waters of the Northern Hemisphere. Suborder Flabellifera. Opredeliteli po Faune SSR, Akademiya Nauk SSSR, 122, 1-472. Rusia
- Latreille, P.A. 1817. Les Crustacés, les Arachnides, et les Insectes. En G. L. C. F.D. Cuvier, Le Regne Animal, distribue d`après son organisation, pour servir de base à l`histoire naturelle des animaux et d`introduction à l`anatomie compare, vol. 3. Paris.
- Latrielle, P.A. 1825. Familles naturelles du régime animal, exposées succinctement et dans un ordre analytique, avec l'indication de leurs genres. Paris, J.B. Baillièrre 1-570.
- Legrand, J.J., P. Juchault. 1963. Mise en evidence d`un hermaphrodise protogynique fonctionnel chez l`Isopode Anthuride *Cyantura carinata* (Kroyer) etude du

- mecanisme de l'inversion sexuelle. Comptes Rendus, Academie des Sciences, Paris, 256, 2931-2933.
- Marsden, I.D. 1999. Feeding, respiration and aerial exposure in a scavenging cirrolanid isopod from the New Zealand. *Journal of Crustacean Biology*, 19, 459-466.
- Martins-Neto, R.G. 2001. Review of some Crustacea (Isopoda and Decapoda) from Brazilian deposits (Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic) with descriptions of new taxa. *Acta Geologica Leopoldinesa*, XXIV, 52/53, 237-254.
- Menzies, R.J. 1954. A review of the systematics and ecology of the genus "*Exoesphaeroma*" with the description of a new genus, a new species, and a new subspecies (Crustacea, Isopoda, Sphaeromatidae). *American Museum Novitates*, 1683, 1-24.
- Menzies, R.J. 1962. On the food and feeding habits of abyssal organisms as exemplified by the Isopoda. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 47, 339-358.
- Menzies, R.J., T.E. Bowman, G.F., Edgecombe. 1955. Studies of the biology of the fish parasite *Livoneca convexa* Richardson (Crustacea, Isopoda, Cymothoideae). *Wasmann Journal of Biology*, 13, 277-295.
- Michaud, F. 1987. Stratigraphie et Paleogeographie du Mesozoique de Chiapas (sud est du Mexique. Paris, Université Marie Curie, Memories Sciences de la Terre, PhD Thesis, 300 p.
- Ovalles-Damián, E. 2004. Determinación taxonómica de un paraclupéido (Teleostei: Clupeomorpha) fósil de la cantera el Espinal, Ocozocuatla, Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tesis profesional, 73 p.

- Paproth, E. 1956. Ein Assel-Fund (*Archaeoniscus Brodiei* M.-Edw.). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 209-213.
- Paulian, R., C. Delamare-Deboutteville. 1956. Un cirolanide cavernicole à Madagascar (Isopode). Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar, A, 9, 85-88.
- Polikansky, D. 1982. Sex change in plants and animals. Annual Review of Ecology and Systematics, 13, 471-495.
- Quezada-Muñetón, F.M. 1987. El Cretácico medio-Superior y el límite Cretácico Superior-Terciario inferior en la Sierra de Chiapas. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geólogos Petroleros, 39, 3-98.
- Ross, A.J., J. Vannier. 2002. Crustacea (excluding Ostracoda) and Chelicerata of the Purbeck Limestone Group, Southern England: a Review. Special Papers in Paleontology, 68, 71-82.
- Sánchez-Montes de Oca, R. 1969. Estratigrafía y paleontogeografía del Mesozoico de Chiapas, in Seminario sobre Exploración Petrolera, Mesa Redonda 5, Problemas de exploración de la zona sur. México, Instituto Mexicano del Petróleo, 31 p.
- Shuster, S.M. 1992. The reproductive behaviour of alpha-, beta-, and gamma-males in *Paracerceis sculpta*, a marine isopod crustacean. Behaviour, 121, 231-258.
- Shuster, S.M., M.J. Wade. 1991. Equal mating success among male reproductive strategies in a marine isopod. Nature, 350, 606-661.
- Soong, K., H.K. Mok. 1994. Size and maturity stage observations of the deep sea isopod *Bathynomus doederleini* Ortman, 1884 (Flabellifera: Cirolanidae), in eastern Taiwán. Journal of Crustacean Biology, 14, 72-79

- Steele, D.R., L.E. Waite. 1986. Contributions to the Stratigraphy of the Sierra Madre Limestone (Cretaceous) of Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín, 102, 1-175.
- Storch, V., J. Strus, A. Brandt. 2002. Microscopic anatomy and ultrastructure of the alimentary canal of *Natatolana obtusa* (Vanhöfen, 1914) (Crustacea, Isopoda). Acta Zoologica, 83, 1-14.
- Vega, F.J., N.L. Bruce, L. Serrano, G.A. Bishop, M.C. Perrilliat. 2005. A review of the Lower Cretaceous (Tlayúa Formation: Albian) Crustacea from Tepexi de Rodríguez, Puebla, Central Mexico. Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 32, 25-30.
- Vega, F.J., P. García-Barrera, M. Coutiño, T. Nyborg, P. Cifuentes-Ruíz, K. González-Rodríguez, A. Martens, C.R. Delgado, G. Carbot. 2003. Early Cretaceous arthropods from plattenkalk facies in México. Contributions to Zoology, 72, 2-3, 187-189.
- Vega, F.J., P. García-Barrera, M.C. Perrilliat, M. Coutiño, R. Mariño-Pérez. 2006. El Espinal, a new plattenkalk facies locality from the Lower Cretaceous Sierra Madre Formation, Chiapas, southeastern Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 23, 323-333.
- Wägele, J.W. 1989. Evolution und phylogenetisches System der Isopoda. Stand der Forschung und neue Erkenntnisse. Zoologica (Stuttgart), 140, 1-262.
- Warner, R.R. 1975. The adaptative significance of sequential hermaphroditism in animals. American Naturalist, 109, 61-82.
- Warner, R.R. 1988. Sex change and the size-advantage mode. Trends in Ecology and Evolution, 3, 133-136.

- Wetzer, R., R.C. Brusca. 1997. The Order Isopoda. Description of the species of the Suborders Anthuridae, Epicaridae, Fabellifera, Gnathiidae and Valvifera. Pp. 9-58 in J.A. Blake and P.H. Scott (eds.) Taxonomic atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria basin and Western Santa Barbara Channel, vol 11 (The Crustacea Pt. 2: Isopoda, Cumacea and Tanaidacea. Santa Barbara Museum of Natural History).
- Wieder, W., R.M. Feldmann. 1989, *Palaega goedertorum*, a fossil isopod (Crustacea) from Late Eocene to Early Miocene rocks of Washington State. *Journal of Paleontology*, 63, 1, 73-80.
- Wieder, R., R.M. Feldmann. 1992. Mesozoic and Cenozoic Fossil Isopods of North America. *Journal of Paleontology*, 66, 6, 958-972.
- Wilson, G.D.F. 1998. Historical influences on deep-sea isopod diversity in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research*, 45, 279-301.
- Wilson, G.D.F., G.D. Edgecombe. 2003. The Triassic Isopod *Protamphisopus wianamatentensis* (Chilton) and comparison with extant taxa (Crustacea, Phreatoicidea). *Journal of Paleontology*, 77, 3, 454-490.
- Zavala-Moreno, J.M. 1971. Estudio geológico del proyecto hidroeléctrico Cañón del Sumidero, Rio Grijalva, Estado de Chiapas. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 23, 1-92.