



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**HOLOTUROIDEOS (ECHINODERMATA,  
HOLOTHUROIDEA) DEL CRETÁCICO TEMPRANO  
DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA GUADALUPE MARRÓN QUIROZ**



**DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. BLANCA ESTELA BUITRÓN SÁNCHEZ  
2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

A la memoria de mis padres y mi hijo

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, la autora agradece a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberle brindado la oportunidad de una formación integral en sus aulas y en particular al Departamento de Paleontología del Instituto de Geología, especialmente a su director Dr. Gustavo Tolson Jones por las facilidades otorgadas para la realización de la investigación.

Asimismo, una servidora expresa su agradecimiento a la doctora Blanca Estela Buitrón Sánchez, quien sugirió el tema de estudio y dirigió la investigación, mostrando un gran interés durante su desarrollo y haciendo valiosos comentarios que la autora agradece sinceramente.

De igual forma expresa su reconocimiento a la Familia Aranguthy, dueños de la Cantera Tlayúa y a sus trabajadores en Tepexi de Rodríguez, Puebla por haber proporcionado el material que se describe en esta tesis. Al Dr. Shelton P. Applegate (q.e.p.d) responsable del proyecto Tepexi, quien en su momento facilitó las muestras, objeto de este estudio.

Se agradece infinitamente a los miembros del Jurado doctores Francisco Alonso Solís Marín, Alfredo Laguarda Figueras, Silvia Elizabeth Rivera Olmos y a la M. en C. Ma. Catalina Gómez Espinosa, quienes revisaron críticamente este trabajo e hicieron valiosas observaciones.

Finalmente, y no de menor importancia, la autora expresa su agradecimiento a su familia, especialmente a sus sobrinos y a Eduardo por ser una fuente de inspiración constante y a su amigo Daniel Gómez por su apoyo.

## **RECONOCIMIENTOS**

El descubrimiento de las holoturias en la Cantera Tlayúa cerca de Tepexi de Rodríguez ha sido debido en parte a las operaciones científicas y comerciales de los miembros de la familia Aranguthy propietarios de dicha cantera; entre ellos debe mencionarse a Sebastián, Ranulfo, Faustino y Benjamín Aranguthy. El dueño de la cantera Don Miguel Aranguthy ha donado estos especímenes al Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Luis Espinosa Arrubarrena ha ayudado grandemente en la recolecta de materiales, y en la revisión de las figuras y tamaños de los especímenes. La recolecta de este material y su preparación fue posible a través de dos proyectos uno de ellos fue el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) no. IN210394 de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México. El otro proyecto fue el E011 del Gobierno Mexicano a través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Agradecemos especialmente a Héctor Hernández Campos quien tomó las fotografías de los especímenes.

## Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno
 

Apellido paterno	Marrón
Apellido materno	Quiroz
Nombre(s)	María Guadalupe
Teléfono	55 79 86 89
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad	Facultad de Ciencias
Carrera	Biología
Número de cuenta	080529330
  
2. Datos del tutor
 

Grado	Dra.
Nombre(s)	Blanca Estela
Apellido paterno	Buitrón
Apellido materno	Sánchez
  
3. Datos del sinodal 1
 

Grado	Dr.
Nombre(s)	Francisco Alonso
Apellido paterno	Solís
Apellido materno	Marín
  
4. Datos del sinodal 2
 

Grado	Dr.
Nombre(s)	Alfredo
Apellido paterno	Laguarda
Apellido materno	Figueras
  
5. Datos del sinodal 3
 

Grado	Dra.
Nombre(s)	Silvia Elizabeth
Apellido paterno	Rivera
Apellido materno	Olmos
  
6. Datos del sinodal 4
 

Grado	M. en C.
Nombre(s)	María Catalina
Apellido paterno	Gómez
Apellido materno	Espinosa
  
7. Datos del trabajo escrito
 

Título	Holoturoideos (Echinodermata, Holothuroidea) del Cretácico Temprano de Tepechi de Rodríguez, Puebla
Número de Páginas	64
Año	2008

## **INDICE**

Introducción	.....	1
Antecedentes	.....	7
Área de Estudio	.....	10
Marco Geológico	.....	11
Objetivos	.....	13
Material y Métodos	.....	15
Paleontología Sistemática	.....	18
Material Estudiado	.....	25
Conservación	.....	47
Fauna Asociada	.....	48
Paleoecología	.....	49
Conclusiones	.....	51
Glosario	.....	52
Referencias Bibliográficas	.....	56

**HOLOTURIAS (ECHINODERMATA, HOLOTHUROIDEA) DEL CRETÁCICO  
TEMPRANO DE TEPEXI DE RODRÍGUEZ, PUEBLA.**

**RESUMEN**

Se describen e ilustran seis especies de holoturias bien conservadas procedentes de la Formación Tlayúa, que se localiza en la región de Tepexi de Rodríguez, Puebla al sureste de México. La Formación Tlayúa se ha subdividido en tres miembros asignados a una edad del Cretácico Medio (Albiano), las holoturias proceden del Miembro Medio.

Las holoturias descritas corresponden a géneros y especies nuevas, estas son: *Sebastocuilin* y *Tlalococulin* clasificadas en la Familia Holothuridae, *Huixtocihuatli* y *Tlazocihuatli* perteneciente a la Familia Stichopodidae, así como *Tetelocuilin* y *Teolocuilin* clasificados en la Familia Psolidae.

Las relaciones de estos nuevos géneros y sus familias se comentan en la sección de Paleontología Sistemática.

## INTRODUCCIÓN

Los equinodermos son invertebrados celomados, deuterostomados, con la piel cubierta por espinas. El grupo comprende en la actualidad aproximadamente 6000 especies, agrupadas en cinco clases: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea y Holothuroidea. Hay además muchos grupos extintos que desaparecieron antes del final del Paleozoico (¿Machaeridea, Homostelea, Stylophora, Homiostelea, Eocrinoidea, Paracrinoidea, Cystoidea, Parablastoidea, Blastoidea, Edrioblastoidea, Edrioasteroidea, Cyclocystoidea, Helicoplacoidea, Ophiocystioidea) (Meléndez, 1977).

Estos organismos son marinos, bentónicos con excepción de algunos crinoideos que pueden ser epiplanctónicos y nectónicos y las pelagoholoturias que son planctónicas (Meléndez, 1977). En la actualidad se han recolectado en los estuarios de los ríos, y en las lagunas con salinidad variable (Laguna de Términos, Campeche). Este fenómeno se interpreta como una tendencia adaptativa muy reciente, pues no se han encontrado fósiles del grupo asociados a fauna salobre o dulceacuícola (Smith, 1988).

Tres rasgos fundamentales caracterizan a los equinodermos:

### ***I. Simetría radial secundaria en el estadio adulto.***

Se manifiesta principalmente en la disposición del sistema ambulacral formado por cinco radios o ambulacros alternando con cinco interradios o interambulacros, todos ellos dispuestos alrededor de la boca. Cuando los ambulacros están arreglados según meridianos, la forma del equinodermos es globular o cilíndrica como sucede en los equinoideos y holoturoideos, pero si los ambulacros se desarrollan más que los interambulacros la forma que resulta es la de una estrella típica, como sucede en los asteroideos (Remane *et al*, 1980).

La simetría radial en el estadio adulto es una adquisición secundaria, ya que las diferentes larvas (dipléurula, auricularia bipinaria y pluteus) de las que proceden los equinodermos presentan una primitiva simetría bilateral; dicha simetría se desarrolla a expensas del lado izquierdo del hidrocele, que experimenta un giro situándose en un plano horizontal en lugar del plano vertical inicial, con el desplazamiento de la boca hasta la cara superior en que se encuentra el ano, formándose así cinco radios equidistantes, con la consecuente atrofia del lado derecho y como resultado es la simetría radial secundaria que presentan los equinodermos actuales y la mayoría de los fósiles (Meléndez, 1977)

## ***II. Presencia de endoesqueleto de origen mesodérmico***

Consiste en un conjunto de placas, espinas, espículas o cualquier osículo de calcita cristalina (estereoma) depositada en una red mesenquimatosa orgánica (estroma) formada por tejido no celular amorfo o fibroso con células conectivas y numerosas fibras nucleadas. La presencia del estereoma en los equinodermos le confiere cierta unidad al grupo ya que tiene cualidades distintivas que consisten en una microestructura y propiedades cristalográficas particulares, en que cada elemento se comporta como un cristal de calcita, fácilmente distinguible al microscopio aún en fragmentos muy pequeños, debido a la exfoliación espática romboédrica que caracteriza a este mineral. El esqueleto está cubierto por el ectodermo que en los organismos actuales presenta coloraciones vistosas (Meléndez, 1977)

La mayoría de los equinodermos actuales presentan esqueletos formados por placas, espinas y espículas (asteroideos, ofiuroideos y equinoideos) con excepción de los holoturoideos, cuyo esqueleto consiste únicamente en pequeñas espículas calcáreas, distribuidas en las capas superficiales de la dermis. También hay evidencia de espinas

en los grupos extintos. Las espinas tienen varias funciones entre ellas la de protección, locomoción, producción de corrientes, para cavar galerías y de protección a las formas juveniles (Remane *et al*, 1980)

### **III. Posesión de sistema vascular acuífero.**

Se llama comúnmente Sistema Ambulacral o hidrocele que consiste en un conjunto de canales que terminan en una serie de tubos eréctiles derivados del celoma, llamados pies ambulacrales por donde circula el agua de mar. Las funciones del Sistema Ambulacral son variadas entre ellas, la locomoción, respiración, capturas de presas para la alimentación, creación de corrientes, como órganos sensoriales, entre otras funciones (Hyman, 1955).

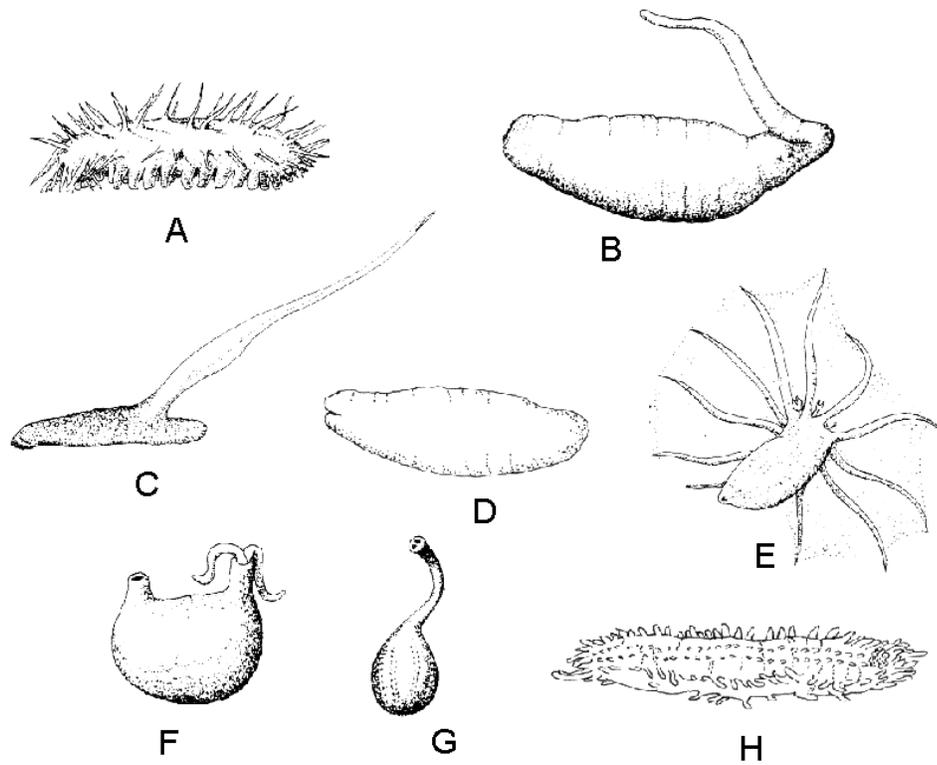
El Phylum Echinodermata comprende cuatro subphyla: Homalozoa que incluye las clases Homiostelea, Homostelea, Stylophora, éstas tres llamadas en conjunto Carpoideos y posiblemente los Machaeridia, todos ellos extintos del Paleozoico. El Crinozoa que comprende las clases Crinoidea, Cystoidea, Edrioblastoidea, Eocrinoidea, Prablastoidea, Paracrinoidea y Lepidocystoidea. El tercer Subphylum es el de los Asterozoa que comprende una sola clase, la Steleroidea. El último Subphylum corresponde a los Echinozoa que comprende las clases Cyclocystoidea, Echinoidea, Echinocystoidea, Helicoplacoidea, Holothuroidea, Ophiocystoidea y Camptostromatoidea (Meléndez, 1977)

Los fósiles estudiados corresponden a ejemplares completos y escasos osículos sueltos que se clasifican en la Clase Holothuroidea.

Los holoturoideos, o pepinos de mar, son un grupo diverso y abundante de equinodermos de cuerpo blando vermiforme. Prácticamente se encuentran en todos los ambientes marinos siendo más diversos en las áreas coralinas arrecifales de agua

tropical somera. Se distribuyen desde la zona intermareal, donde pueden estar brevemente expuestos durante la marea baja, hasta las trincheras oceánicas más profundas (Kerr, 2001).

A través del tiempo el grupo ha tenido una considerable diversificación y se estima que existen alrededor de 1400 especies actuales (Smiley, 1994). El tamaño es variable y va desde los 20 cm de longitud en algunos adultos hasta formas diminutas que no exceden un centímetro, mientras que las especies más grandes alcanzan una longitud de 5 metros, por ejemplo *Synapta maculata* (Mortensen, 1938 en Kerr, 2001). Muchas especies tienen la capacidad de nadar, mientras que otras forman parte del plancton flotando en las corrientes oceánicas.



**Fig. 1.** Tipos representativos de diferentes formas corporales en los holoturoideos. A. *Oneirophanta*, Deimatidae, Elasipoda; 100 mm de largo (tomado de Hansen, 1975). B. *Paracaudina*, Caudinidae, Molpadida; 200 mm de largo (tomado de Lambert, 1997). C. *Psychropotes*, Psychropotidae, Elasipodida; 150 mm de largo (tomado de Hansen, 1975). D. *Pseudostichopus*, Synallactidae, Aspidochirotida; 110mm de largo; E. *Pelagothuria*, Pelagothuriidae, Elasipodida; de largo. F. *Ypsilothuria*, Ypsilothuriidae, Dactylochirotida; 30mm (tomado de Kerr y Kim, 2001). G. *Rhopalodina*, Rhopalodinidae, Dactylochirotida; 50 mm de largo (tomado de Semper, 1868). H. *Amphigymnas*, Synallactidae, Aspidochirotida; 130mm de largo (parte ventral) (tomado de Deichmann, 1930).

Como la mayoría de los animales de cuerpo blando, los holoturoideos tienen un pobre registro fósil. Los antiguos holoturoideos se conocen por osículos fósiles aislados. Esto complica la taxonomía debido a que los osículos pueden ser diferentes en un mismo individuo dependiendo de la edad, hábitat y distribución geográfica (Frizzel y Exline, 1966). Como resultado de lo anterior, numerosos holoturoideos fósiles han sido descritos como paraespecies tomando en cuenta únicamente los tipos de osículos. Los elementos del anillo calcáreo –aislados o completos– se conocen también pero se ha trabajado menos con ellos. La rareza de los holoturoideos fósiles en parte puede deberse a la falta de habilidad durante la recolecta, debido a que los osículos microscópicos requieren métodos especiales de recolecta y hay pocos especialistas trabajando sobre este grupo. Adicionalmente, los elementos de los anillos aislados pueden, algunas veces, confundirse con placas de otros equinodermos debido a que al morir el organismo el agua disuelve los tejidos que las contienen (Frizzel y Exline, 1966)

Estos organismos evolucionaron, tal vez en el Silúrico Inferior hace 435 millones de años, probablemente de un grupo extinto poco conocido de equinodermos Paleozoicos llamados ofiocistioideos (Smith, 1988). Los osículos más antiguos encontrados corresponden al Silúrico Superior cuya edad se sitúa en los 400 millones de años. Sin embargo los reportes más antiguos de cuerpos completos de fósiles de holoturoideos corresponden al Devónico Inferior, hace 395 millones de años (Gilliland, 1993).

La presencia de holoturias completas en el registro fósil es rara y ha sido discutida por Smith y Gallemi (1991). En contraste, parte del endoesqueleto calcificado de las holoturias fósiles, como lo escleritos, han sido dados a conocer por Frizzel y Exline (1956) y Frizzel *et al.* (1966), quienes establecieron un estudio parataxonómico por tratarse de elementos aislados de organismos.

## **ANTECEDENTES**

Las primeras noticias sobre una cantera de la que se obtenían peces fósiles bien conservados, y de un lecho de río donde había numerosas huellas petrificadas de bovinos y cérvidos conocido como Pie de Vaca en el Estado de Puebla, se debieron a Moller en 1980. Estas noticias despertaron interés en los geocientíficos mexicanos, particularmente de paleontólogos del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quienes visitaron la localidad y conocieron a los miembros de la Familia Aranguthy, dueños de la Cantera Tlayúa, quienes se interesaron porque esta dependencia se abocara al estudio de los fósiles, con el objetivo de dar a conocer el descubrimiento y también construir un Museo Paleontológico del sitio.

Posteriormente en 1981, el Dr. Shelton Applegate, investigador del propio Instituto de Geología, firmó un convenio de cooperación científica con la Sociedad Nacional de Geografía de los Estados Unidos (National Geographic Society) para obtener el apoyo económico y poder desarrollar investigación paleontológica en la región de Tepexi de Rodríguez.

Con motivo de la Cuadragésima Segunda Reunión Anual de la Sociedad Paleontológica de Vertebrados (42nd Annual Meeting, Society of Vertebrate Paleontology) que tuvo lugar en la Ciudad de México a mediados de octubre de 1982 a la que asistieron investigadores extranjeros y nacionales, se elaboró una guía para realizar una excursión al área de Tepexi de Rodríguez, Puebla para que los paleontólogos, principalmente extranjeros, conocieran este inusitado descubrimiento (Applegate y Espinosa, 1982) .

En el año de 1984, la Sociedad Geológica Mexicana organizó la VII Convención Nacional en la Ciudad de México. En el marco de sus actividades técnico-científicas se realizó una visita guiada a la región de Tepexi de Rodríguez con la finalidad de que los nuevos participantes conocieran este lugar, ya muy comentado, para lo cual los investigadores del Instituto de Geología Applegate y Espinosa (1982), Applegate y López Neri (1984) elaboraron una nueva guía de excursión con los descubrimientos posteriores. En la referida publicación se mencionan diversos aspectos sobre la región, entre ellos, geológico-paleontológicos, arqueológicos y antropológicos, que proporcionaron una amplia visión sobre Tepexi de Rodríguez, Puebla.

El Instituto de Geología de la UNAM coordinó en 1985 un simposio titulado "Geología y Paleontología en el área de Tepexi de Rodríguez", con la participación de investigadores del propio instituto y de otras instituciones del país entre ellas Petróleos Mexicanos, Universidad Autónoma de Morelos y del extranjero como el Institut für Geologie und Paleontologie der Universität, Hannover, Alemania. El evento dio principio con la exposición del Sr. Felix Aranguthy, quien hizo un relato ameno sobre la historia de la Cantera Tlayúa. Posteriormente, el Ing. Ernesto López Ramos habló sobre los antecedentes geológicos de esa región poblana. En seguida la M. en C. Adriana Torres hizo su intervención basada en el descubrimiento de vertebrados pleistocénicos del río Axamilpa; los doctores Enrique Martínez y Shelton P. Applegate hablaron sobre las capas lacustres del lago Tepexi, situado en el Cañon del río Atoyac; el Dr. Abelardo Cantú disertó sobre los amonites de la cantera y la Dra. Blanca Estela Buitrón en colaboración con el Dr. Ekbart Seibertz sobre los belemnites. El evento finalizó con la conferencia titulada "La paleoecología de la Cantera Tlayúa" por el Dr. Shelton P. Applegate. El acervo paleontológico del área de estudio se ha incrementado con una tesis profesional sobre un nuevo género de la Familia Macrosemiidae (González-

Rodríguez, 1996), la descripción de un nuevo género de Holosteo de la Familia Ophiopsidae (Applegate, 1988). La geología y el paleoambiente de la Cantera Tlayúa fue descrito por Pantoja-Alor (1990a y 1990b). Una nueva interpretación sobre el paleoambiente del depósito de la Cantera se realizó por Kashiyama *et al.* (2003). La sistemática de los peces Ichthyodectiformes constituyó la tesis doctoral de Alvarado-Ortega (2005). El trabajo más reciente sobre peces Actinopterygii, Teleostei de esta localidad se realizó por Alvarado-Ortega *et al.* (2008).

## ÁREA DE ESTUDIO

La región fosilífera de Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla, forma parte de la provincia de Tlaxiaco y se localiza al sureste del estado, a 92 km de la Ciudad de Puebla. La zona fosilífera comprende aproximadamente 3,000 Ha y en ella se conocen varias localidades: Cantera Tlayúa (Aptiano-Albiano), Pie de Vaca (Terciario), Agua del Totol (Terciario) y Barranca del Abuelo (Terciario-Cuaternario). Las primeras dos localidades son las más estudiadas por la gran variedad de organismos que ahí se recolectan (Figura 2).

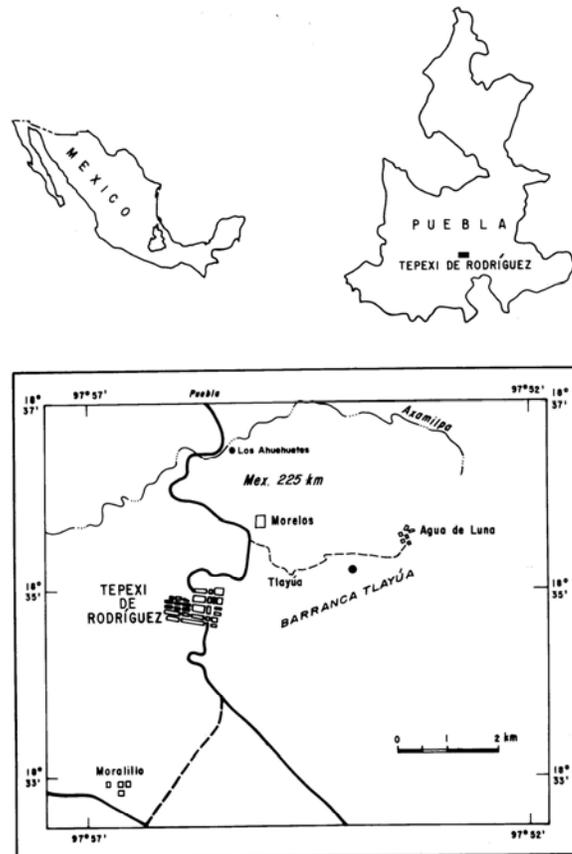


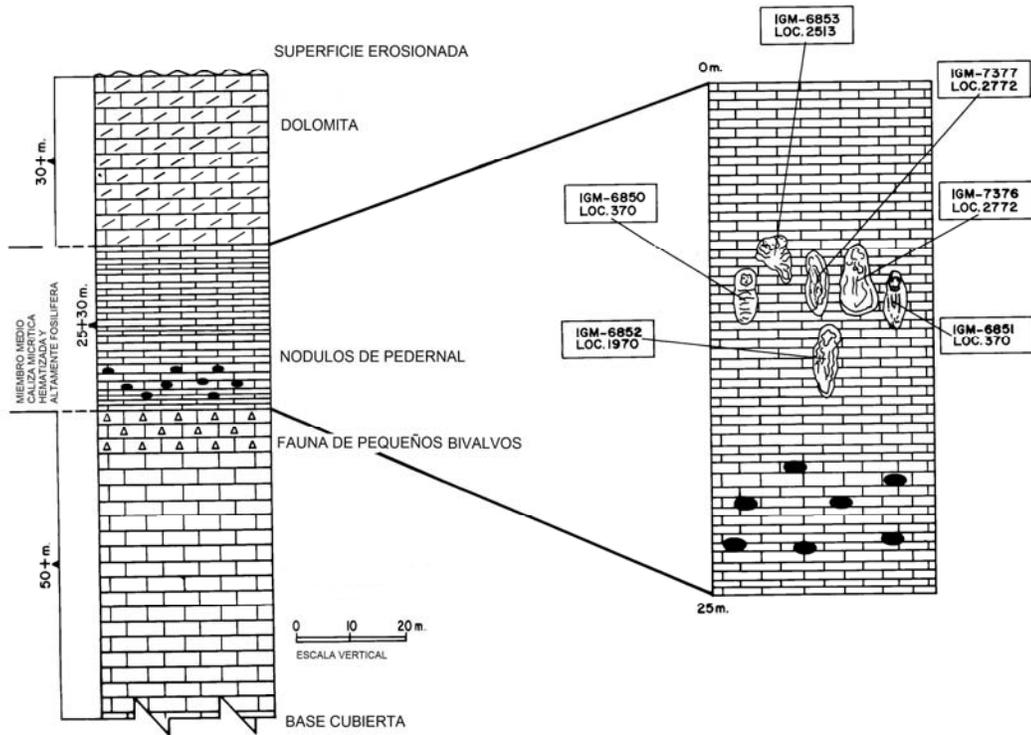
Fig. 2. Localización geográfica del área de estudio.

## MARCO GEOLÓGICO

La Formación Tlayúa fue descrita formalmente por Pantoja-Alor (1992). Consiste al menos de 300 m de caliza, cuyos afloramientos están localizados en la cantera conocida como Cantera Tlayúa. La base y la cima se encuentran cubiertas por lo que la potencia de la formación permanece desconocida. La Formación Tlayúa se ha subdividido en tres unidades denominadas Miembro Inferior, Medio y Superior (Malpica-Cruz, Pantoja-Alor y Galguera-Rosas, 1988). El Miembro Inferior consiste en una secuencia bioturbada de caliza micrítica de color gris azulado, con intraclastos, rudistas, otros bivalvos y abundantes miliólidos (Applegate, 1992). El Miembro Medio es una secuencia de caliza micrítica de laminación delgada de color marrón a marfil, con un espesor de 50 a 54 m. Los planos de estratificación muestran capas de hematita rojiza que contienen una gran cantidad de fósiles bien preservados. Todos los fósiles de vertebrados, así como de algunos de los invertebrados, incluido el material utilizado en la presente tesis, provienen de este miembro. Basados en la presencia de algunas especies de belemnites y amonites se le ha asignado una edad de Albiano Medio a Superior (Seibertz y Buitrón, 1987 b; Buitrón y Malpica-Cruz, 1987). El Miembro Superior es una secuencia de dolomita gris aparentemente carente de fósiles (Applegate, 1992). La formación sobreyace al Complejo Acatlán del Paleozoico que de acuerdo a Ortega-Gutiérrez (1978) y Ortega-Guerrero (1989) representa una superficie terrestre positiva durante el Jurásico, que posiblemente existió hasta el Cretácico Temprano (Applegate, 1987). La naturaleza de este contacto permanece desconocida.

El material fósil fue recolectado en la parte media de la Formación Tlayúa cuyos sedimentos están constituidos por caliza intercalada con lodolita calcárea y lentes de

arenisca. En esta formación se observó la presencia de numerosos ejemplares, entre ellos holoturias (Figura 3).



**Fig. 3.** Sección estratigráfica de la Formación Tlayúa.

## **OBJETIVOS**

Los principales objetivos de la investigación propuesta fueron los siguientes:

### **Generales**

1. Reunir, limpiar y preparar los fósiles de holoturias de la secuencia del Cretácico Temprano de la región de Tepexi de Rodríguez, del Estado de Puebla para su identificación
2. Contribuir al conocimiento de la estratigrafía y composición faunística del Cretácico Temprano del sureste de México, para ubicar cronoestratigráficamente las unidades de la Formación Tlayúa, ello contribuirá a reconstruir con mayor certidumbre, la historia geológica del sureste de México.
3. Contribuir al conocimiento integral del Cretácico Inferior del Estado de Puebla.

### **Particulares**

- 1) Estudiar los holoturoideos desde los puntos de vista morfológico y taxonómico.
- 2) Reconstruir el paleoambiente en el que se desarrollaron los holoturoideos

## **HIPÓTESIS DE TRABAJO**

1. El contenido biótico fósil que caracteriza a la región de estudio, se encuentra constituido principalmente por foraminíferos, crinoideos, braquiópodos, moluscos, corales y algas dada su presencia en otras localidades del Cretácico Temprano de México.
2. Se estima que la mayoría de los restos fósiles de holoturoideos estén *in situ*.
3. La paleogeografía del Cretácico Temprano de la región corresponde en general a mares someros tropicales.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El material fósil proviene de la parte media de la Formación Tlayúa cuyos sedimentos tienen un espesor total de más de 300 m y está constituida por caliza intercalada con lodolita calcárea y lentes de arenisca. En esta formación se observó la presencia de numerosos ejemplares, entre ellos holoturias.

El método a seguir fue el siguiente:

### **Actividades de Gabinete.**

1. Recopilación bibliográfica. Se consultaron trabajos en la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la UNAM.

Las publicaciones básicas para llevar a buen fin la investigación de esta tesis fueron los tratados de Paleontología de Invertebrados de Frizzell y Exline (1956 y 1966), Frizzell y Pawson (1966) y Smith y Gallemi (1991)

2. Actividades de campo. Reconocimiento del área de estudio

Se hicieron consideraciones sobre las características del afloramiento y de las capas de donde procede el material fósil.

3. Se hizo la descripción del área de estudio y elaboración de la columna estratigráfica con los nuevos datos obtenidos en el reconocimiento de 100 m de espesor, que corresponden a la edad de Cretácico Temprano.

### **Actividades de Laboratorio:**

4. La limpieza del material se hizo en el Laboratorio del Departamento de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM. Se removieron los sedimentos con agua y cepillos dentales, agujas de disección o exploradores odontológicos. Cuando los sedimentos estaban muy adheridos, se utilizaron aparatos eléctricos como "moto tool" (vibrador) y el "Sand Blaster" (compresora).

5. La fotografía de los ejemplares es necesaria para su determinación taxonómica, pues se observan estructuras que con el microcopio no son tan obvias. Se empleó un microscopio estereoscópico SMZ-ZTD con sistema fotográfico Microflex HF X35 acoplado, el cual dio resultados de excelente calidad, una buena iluminación se obtuvo con lámpara de fibra óptica y se utilizó película blanco y negro de contraste.

6. Identificación y descripción de los holoturoideos. Una vez preparado el material se procedió a la identificación con base en las descripciones de la literatura y comparación con las ilustraciones principalmente de los tratados de Paleontología de Invertebrados "U" Echinodermata 3 (2) de la Sociedad Geológica de América de la Universidad de Kansas (1966).

7. Se comparó la taxonomía paleontológica con la actual utilizando la Guía de Identificación para Propósitos de Pesca de la FAO: Los Recursos Marinos Vivientes del Pacífico Central Occidental (2) Cefalópodos, crustáceos, holoturoideos y tiburones (1998).

8. Se midieron con vernier, considerando los siguientes parámetros: Anchura y largo del ejemplar.

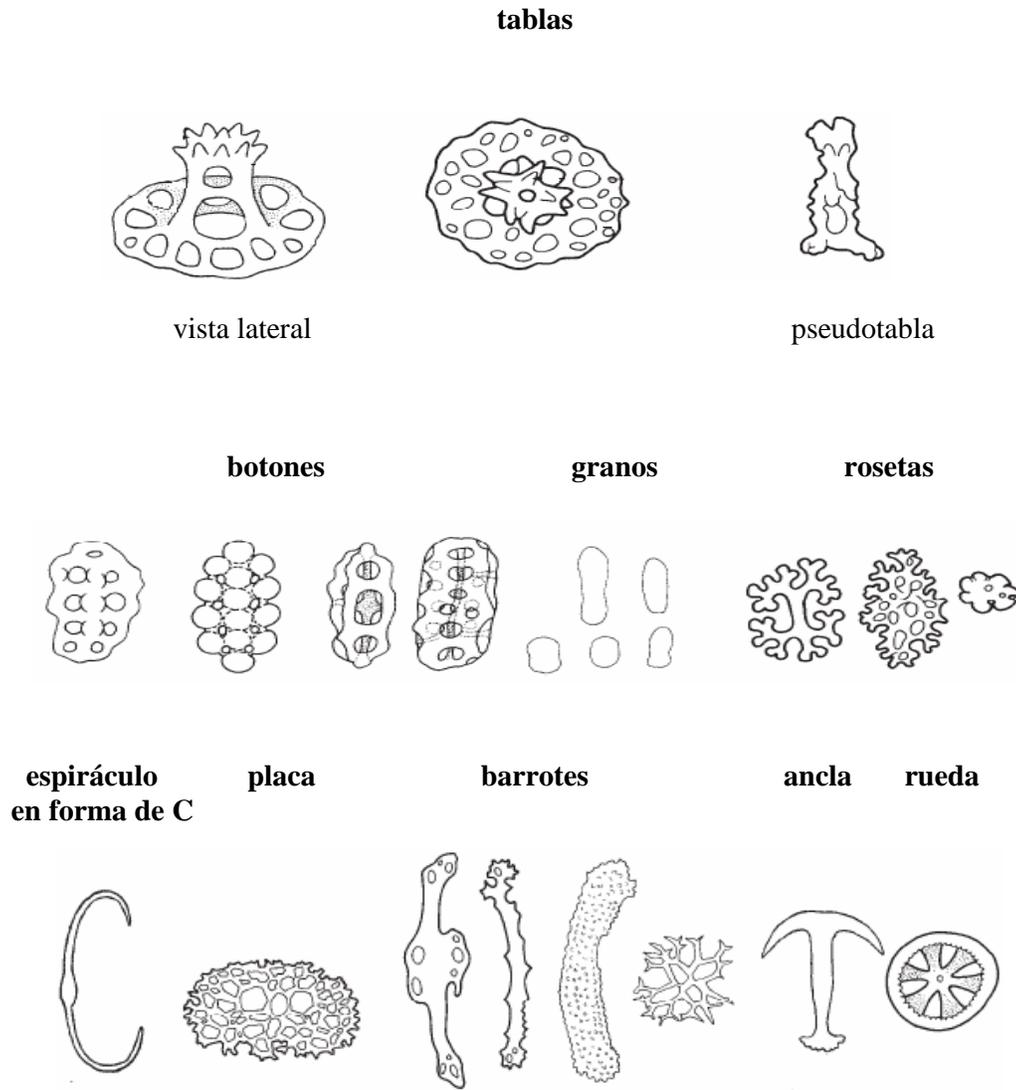
Los ejemplares recolectados correspondieron a seis muestras de mano que se les designaron con las siglas IGM6850, IGM6851, IGM6852, IGM6853, IGM7376 e IGM7377, depositados en la Colección Paleontológica del Instituto de Geología, UNAM.

# **PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA**

## **PHYLUM ECHINODERMATA**

### **CLASE HOLOTHUROIDEA**

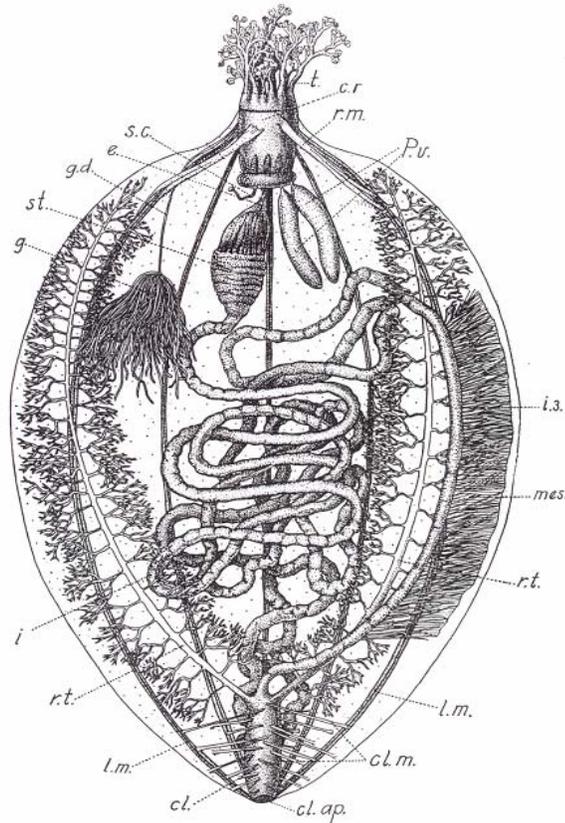
La característica más importante que distingue a los holoturoideos es el anillo calcáreo que circunda a la faringe. Este anillo sirve como punto de unión para los músculos que soportan a los tentáculos orales y la región anterior de otros músculos que utilizan para contraer el cuerpo de forma longitudinal. Los holoturoideos también se distinguen de otros equinodermos por presentar un círculo de tentáculos orales, estos pueden ser simples, digitados, pinados o peltados. Una tercera característica clave que se encuentra en casi el 90% de los holoturoideos actuales es la reducción del esqueleto a osículos o espículas microscópicas (fig. 4), aunque en algunas especies estos se han alargado formando placas (Meléndez, 1977).



**Fig. 4.** Tipos básicos de espículas (Tomado de Conand, 1998).

Como en otros equinodermos, el sistema vascular de estos organismos consiste en un canal anular anterior del cual emergen canales longitudinales que se sitúan posteriormente. A pesar de su similitud con los canales radiales de otros equinodermos estas estructuras surgen embriológicamente de una manera diferente y en posición posterior. Debido a lo cual estos canales en los holoturoideos han sido recientemente renombrados como canales longitudinales (Mooi y David, 1997). En los holoturoideos

las estructuras larvales que se encuentran pueden formar canales radiales que en otros equinodermos conformarán los cinco tentáculos primarios. Los holoturoideos también tienen una madreporita que se abre en interior de la cavidad celómica, en contraste con todos los demás equinodermos, que tienen una madreporita con una abertura hacia el exterior (Brusca, 1990).



**Fig. 5.** Estructura interna de una holoturia (Dendrochirotida) mostrando:

*t*, tentáculos; *cr*, anillo calcáreo; *sc*, conducto pétreo; *rm*, músculo retractor; *Pv*, vesículas de Poli; *g*, gónada; *gd*, gonoducto; *e*, esófago; *st*, estómago; *i*, intestino; *lm*, músculo longitudinal; *iz*, rete mirabile; *cl*, cloaca; *clm*, músculos suspensores de la cloaca; *cl.ap*, apertura de la cloaca o ano; *mes*, mesenterio; *rt*, árbol respiratorio (tomado de Forbes, 1841).

Algunos holoturoideos poseen órganos que no se presentan en otros invertebrados. En algunos Aspidochirotida, las redes respiratorias despliegan túbulos de Cuvier. En la mayoría de las especies se presentan estructuras aparentemente de defensa que pueden ser expelidas a través del ano. La mayoría de las formas (a excepción de los miembros de los órdenes Elasipodida y Apodida) poseen árboles respiratorios usados para el intercambio de gases. Estos son tubos pares, ramosos y gruesos unidos al intestino cerca de la cloaca (Barnes, 1989), a este tipo de respiración se le denomina respiración cloacal.

La asignación de los diferentes órdenes esta basada principalmente en la forma del anillo calcáreo y los tentáculos, así como en la presencia de ciertos órganos tales como el respiratorio y los músculos de la región oral retráctil. La Clase Holothuroidea se divide en seis órdenes que son: Apodida, Elasipodida, Aspidochirotida, Molpadiida, Dendrochirotida y Dactylochirotida (Pawson y Fell, 1965).

#### ORDEN APODIDA Brandt, 1835

Holoturoideos de cuerpo vermiforme sin pies ambulacrales ni papilas. La pared corporal es delgada, frecuentemente transparente; los osículos dominantes en forma de anclas. Los tentáculos son pinnados. La faringe carece de músculo retractor y carecen de árboles respiratorios. Habitan enterrados en el fondo. Presentes en aguas someras o en mar profundo (Conand, 1998).

## ORDEN ELASIPODA Théel, 1882

Único orden de holoturias con madreporita externa. Cuerpo aplanado. Tentáculos en forma de escudo que son usados para excavar el sedimento o con prolongaciones digitales; sin ámpulas tentaculares Árboles respiratorios ausentes. El anillo calcáreo sin proyecciones posteriores. Habitan en aguas profundas (Kerr, 2001).

## ORDEN ASPIDOCHIROTIDA Grube, 1840

La boca es terminal o ventral. La pared del cuerpo es delgada. El anillo calcáreo es simple. Los pies ambulacrales se encuentran en la superficie dorsal y están modificados en forma de papilas; en la parte ventral, los pies forman frecuentemente una suela bien desarrollada. Un anillo compuesto por pies ambulacrales fusionados y contraídos alrededor de tentáculos. Los tentáculos son peltados, cada uno posee un grupo de ramas que comienzan en el centro de un tallo (Barnes, 1989).

Comprende cerca de 340 especies incluidas en 35 géneros y tres familias. Los tentáculos tienen forma de escudo. Presentan un aparato respiratorio ramoso. El anillo calcáreo carece de proyecciones posteriores. La pared del cuerpo es generalmente suave y flexible. La mayoría de las formas vivas se encuentran en aguas someras, aunque algunas familias se encuentran restringidas a aguas profundas (Kerr, 2000).

## ORDEN MOLPADIIDA Haeckel, 1896

Holoturoideos con cuerpo cilíndrico, a menudo con el extremo posterior del cuerpo alargado o delgado. Pared corporal suave. Pies ambulacrales ausentes. Poseen 15 tentáculos digitados o simples; generalmente presentan ámpulas tentaculares libres (Hyman, 1955). Viven en el fondo, se alimentan del sustrato (Kerr, 2001).

## ORDEN DENDROCHIROTIDA, Brandt 1835

Las holoturias en este orden tienen el cuerpo con la pared suave a firme. El anillo calcáreo es simple o con bien desarrollados procesos posteriores. La boca y el ano son dorsales. Todas las formas son suspensívoras (Headler *et al*, 1995), aunque algunas especies colectan detritus béticos facultativamente cuando el material suspendido es bajo (Kerr, 2001).

Comprende cerca de 550 especies en 90 géneros y 7 familias. Los tentáculos son altamente ramificados y extensibles para filtrar material de la columna de agua. Aparato respiratorio ramificado. Algunos miembros con un anillo calcáreo compuesto por numerosas piezas pequeñas o con largas proyecciones posteriores. Poseen músculos para una retracción oral introvertida. La pared del cuerpo puede ser dura por los osículos en forma de placa. Viven unidos a fondos duros o son excavadores en sedimentos suaves. La mayoría de las especies vive en aguas someras (Kerr, 2000).

## ORDEN DACTYLOCHIROTIDA Pawson & Fell, 1965

Tentáculos simples o con pocas digitaciones pequeñas. Árboles respiratorios presentes y anillo calcáreo sin proyecciones posteriores. Poseen músculo retractor de tentáculos. El cuerpo se encuentra encerrado en espículas alargadas y aplanadas superpuestas, principalmente placas perforadas o espirales. Todos los miembros viven enterrados en sedimento suave. La mayoría vive en aguas profundas (Kerr, 2001). Este orden consta de aproximadamente 31 especies (Smiley, 1994).

## **MATERIAL ESTUDIADO**

### **ORDEN ASPIDOCHIROTIDA**

#### **FAMILIA HOLOTHURIIDAE LUDWIG, 1894**

Cuerpo cilíndrico o aplanado con *trivium* aplanado y *bivium* dorsal convexo. La boca es terminal o ventral. Existen ámpulas en los tentáculos. Los túbulos de Cuvier pueden estar presentes o ausentes; los osículos dominantes son tablas, botones (simples o modificados), rosetas y barras –excluyendo aquellas con forma de “C” y “S” – (Conand 1998).

#### **Género *Sebastocuilin* gen. nov.**

**Derivación del nombre.** El nombre es en honor a Sebastián Aranguthy quien descubrió el fósil. La palabra “ocuillin” deriva del Náhuatl y significa gusano (Simeon, 1985). El nombre, en otras palabras, significa “gusano de Sebastián”.

**Especie tipo.** *Sebastocuilin symingtoni* sp. nov.

**Diagnosis.** El cuerpo tiene forma de pera con la superficie anterior redondeada y la parte posterior muestra mayor anchura. Presenta diez placas calcáreas terminales, aplanadas dorsalmente y pobremente preservadas con los lados irregulares. La parte posterior del cuerpo muestra muchas protuberancias pequeñas e irregulares. La parte anterior tiene, en la sección media, tres o cuatro hileras de pústulas. El ano no es visible pero se interpreta que es terminal. Los tentáculos alrededor de la boca tienen forma de escudo con crenulaciones redondeadas, largas y planas en la cima con pequeñas protuberancias circulares.

**Edad y Distribución.** Albiano Medio-Superior. Cantera Tlayúa.

***Sebastocuilin symingtoni* sp. nov**

**Derivación del nombre.** El nombre es en honor del Sr. Stewart Symington, quien descubrió el espécimen en 1995.

**Tipo.** El holotipo IGM 7376, está depositado en la Colección Paleontológica Nacional del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

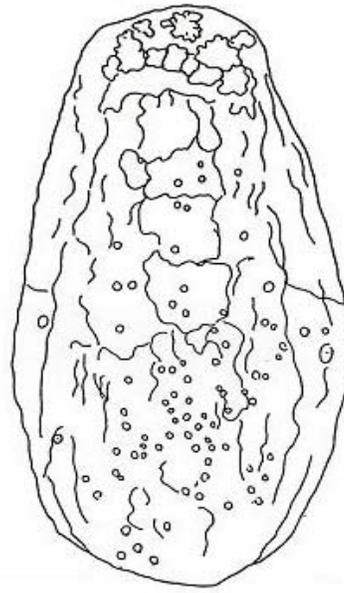
**Diagnosis.** La del género.

**Descripción.** El espécimen tiene forma de pera (fig. 6). La longitud total es de 68 mm y el ancho de 36 mm. Los tentáculos alrededor de la boca tienen forma de escudo y presentan crenulaciones redondeadas, largas y planas en la cima y racimos de pequeñas protuberancias circulares.

La parte posterior del cuerpo muestra muchas pequeñas protuberancias irregulares. La parte anterior media tiene tres o cuatro hileras de pústulas. El ano no es visible pero se interpreta que es terminal. La piel está reemplazada por depósitos de calcita amorfa los cuales pueden estar fragmentados o compuestos por pequeños cristales.

**Observaciones.** Este fósil se incluyó en el orden Aspidochirotida por la presencia de tentáculos en forma de escudo y la posición del ano (terminal).

**Posición del ejemplar en la Cantera Tlayúa.** El espécimen fue colectado en la Cantera CONACYT no. 2 8 en la antigua cantera Ranulfo). La localidad es 2772. El fósil fue recolectado 12.25 m debajo de la cima del Miembro Medio.



**Fig. 6.** *Sebastocuilin symingtoni*. A la izquierda se muestra el espécimen fósil de 68 mm de longitud y 36 mm de ancho y a la derecha el esquema que identifican, en la parte anterior, los tentáculos en forma de escudo y en la posterior, las protuberancias irregulares.



**Fig. 7.** Filas de pústulas grandes en la línea central del cuerpo.

**Género *Tlalococuilin* gen. nov.**

**Derivación del nombre.** Deriva de la voz Náhuatl “Tlaloc”, dios azteca de la fertilidad, las tormentas y el agua y “ocuilin” voz Náhuatl que significa gusano (Simeon, 1985).

**Especie tipo.** *Tlalococuilin mexicanus* sp. nov.

**Diagnosis.** El cuerpo es ovoide y terminado en punta en ambos extremos, presenta su mayor anchura en la parte media. El anillo calcáreo es terminal, parece tener al menos ocho placas irregulares. Hay prominentes placas en forma de lentes cubiertas con numerosas protuberancias pequeñas con orificios centrales en los pies ambulacrales. El borde del *trivium* tiene largas e irregulares papilas subcirculares. Algunas de estas pueden tener aberturas para los pies ambulacrales u órganos sensoriales. El área superior del fósil muestra escasas protuberancias, pero básicamente se encuentra la piel sin ornamentaciones.

**Edad y Distribución.** Albiano Medio y Superior en la Cantera Tlayúa.

***Tlalococuilin mexicanus* sp. nov**

**Derivación del nombre.** Esta especie es denominada *mexicanus* por México.

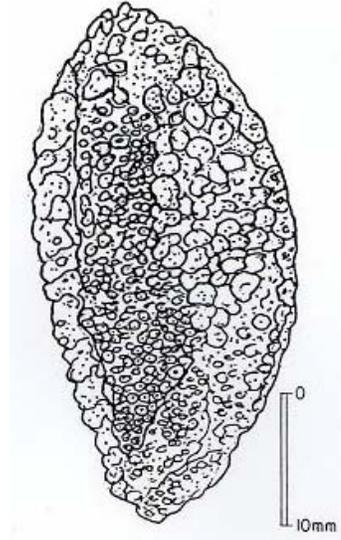
**Tipo.** El holotipo. IGM.7377 está depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Diagnosis.** La misma del género.

**Descripción.** Cuerpo ovoide pero puntiagudo en ambos extremos y ancho en la parte media. La longitud total es de 38 mm y la anchura máxima es de 21 mm. El diámetro del anillo calcáreo es de 7.5 mm en posición antero-posterior, la superficie superior del fósil muestra escasas protuberancias, pero básicamente la piel no presenta ornamentaciones. El anillo calcáreo es terminal, parece tener al menos ocho placas preservadas, las cuales son irregulares y están cubiertas por piel. El ano es terminal y está rodeado por muchas papilas. La suela es muy evidente y tiene papilas grandes en el lado dorsal. La piel esta bien reemplazada por depósitos amorfos de cristales de calcita.

**Observaciones.** La forma del cuerpo lo excluye de otros géneros y especies de la familia Holothuriidae. El *trivium* aplanado, por el contrario, lo sitúa en este grupo, además de la presencia de osículos aislados en la pared del cuerpo y de un anillo calcáreo simple.

**Posición del espécimen en la Cantera Tlayúa.** El espécimen fue colectado en la Cantera no. 2, auspiciada por el CONACYT a 21.35 m debajo de la cima del Miembro Medio.



**Fig. 8.** *Tlalococuilin mexicanus*. Fósil conservado en la Cantera Tlayúa. A la derecha se esquematizan los caracteres que ayudaron a clasificar este espécimen dentro de la familia Holothuriidae, entre ellos, la presencia del *trivium* aplanado.

## FAMILIA STICHOPODIDAE (HAECKEL, 1986)

La superficie ventral es plana con ambulacros anchos a cada lado en la parte media del cuerpo. La boca es ventral y el ano es subterminal. Las papilas se encuentran en el ambulacro dorsal y especialmente a lo largo de la región lateroventral, existen papilas en forma de verrugas; Los osículos dominantes en forma de barras ramificadas y barras con forma de “C” y “S” Conand (1998).

### *Huixtocihuatli* gen. nov.

**Derivación del nombre.** Deriva del Náhuatl “Huixtocihuatli” dios azteca de la sal y el mar del este (Simeon, 1985 *partim*).

**Especie tipo.** *Huixtocihuatli ayotetli* sp. nov.

**Diagnosis.** Cuerpo alargado y lenticular. Anillo calcáreo simple y simétrico. La placa media del anillo es alargada en dirección antero-posterior y estrecha lateralmente. En el lado posterior se encuentran dos procesos redondeados. Las placas cercanas lateralmente a ésta son largas y rectangulares. Próximas a éstas hay un par de placas irregulares que parecen tener procesos posteriores. Arriba de estas placas hay cuatro placas más pequeñas e irregulares, casi cuadradas. El collar es anterior. Esta estructura es posterior y se proyecta lateralmente. El centro del bivium consiste en piel sin ornamentación. El ano esta rodeado por cinco pliegues.

**Edad y distribución.** Albiano Medio y Superior, Cantera Tlayúa.

***Huixtocihuatli ayotetli sp. nov.***

**Derivación del nombre.** Ayotetli en dialecto Náhuatl significa calabaza.

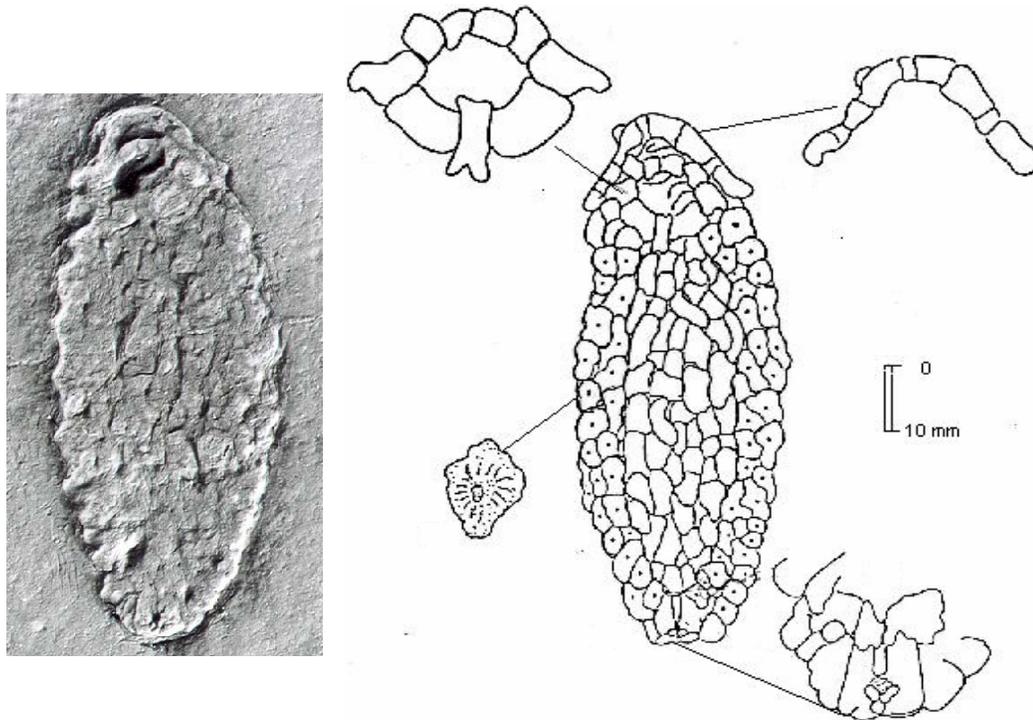
**Tipo.** El holotipo IGM-6852 está depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Diagnosis.** La del género.

**Descripción.** El total de la longitud es de 35 mm y la anchura mayor es de 19 mm. La anchura máxima del anillo calcáreo es de 7 mm y la longitud es de 5 mm. La distribución entre las placas radiales e interradales no es muy clara y ellas varían grandemente en forma y tamaño. El collar está compuesto de estructuras rectangulares. El ano es subterminal y redondeado con cinco pliegues, el ancho es de 6 mm. Hay papilas en el ambulacro dorsal, especialmente a lo largo de la región latero-ventral. La piel está remplazada por depósitos de calcita amorfa.

**Observaciones.** La presencia de pliegues rodeando el ano, el anillo calcáreo simple y la forma del cuerpo colocan a este espécimen en el orden Aspidochirotida.

**Posición del espécimen en la Cantera Tlayúa.** El espécimen fue colectado con el apoyo de una beca de la National Geographic en la Cantera Alacranes, que corresponde a la localidad I IGM 1970, 16.12 debajo de la cima del Miembro Medio.



**Fig.9.** *Huixtocihuatli ayotetli*. Especimen fósil y su esquematización la cual muestra, en la parte anterior, el anillo calcáreo y el collar. En la parte media del cuerpo un poro de pie ambulacral amplificado y en la parte posterior, la zona del ano

**Fig.10.** Parte anterior del espécimen en detalle, en el que se observa el anillo calcáreo -5 mm de longitud y 7 mm de anchura máxima- y el collar.



*Tlazocihuatli* gen. nov.

**Derivación del nombre.** Procede del Náhuatl que significa “Tlazocihuatl” diosa del amor y comedora de la basura (Simeon, 1985).

**Especie tipo.** *Tlazocihuatli sebastiani* sp. nov.

**Diagnosis.** Cuerpo de forma cilíndrica, la porción anterior ligeramente más ancha que la posterior. Anillo calcáreo con grandes procesos triangulares. El collar consiste en ocho estructuras rectangulares irregulares que se curvan alrededor de la terminación anterior, que tiene arrugas o protuberancias. El ano es subterminal con cinco grandes pliegues. El centro del bivio con siete u ocho pliegues irregulares. A través de la superficie dorsal aparecen pústulas que se encuentran en una cavidad.

**Edad y distribución.** Albiano Medio-Superior.

***Tlazocihuatli sebastiani* sp. nov.**

**Derivación del nombre.** El nombre de la especie fue en honor del Sr. Sebastián Aranguthy quien descubrió este fósil.

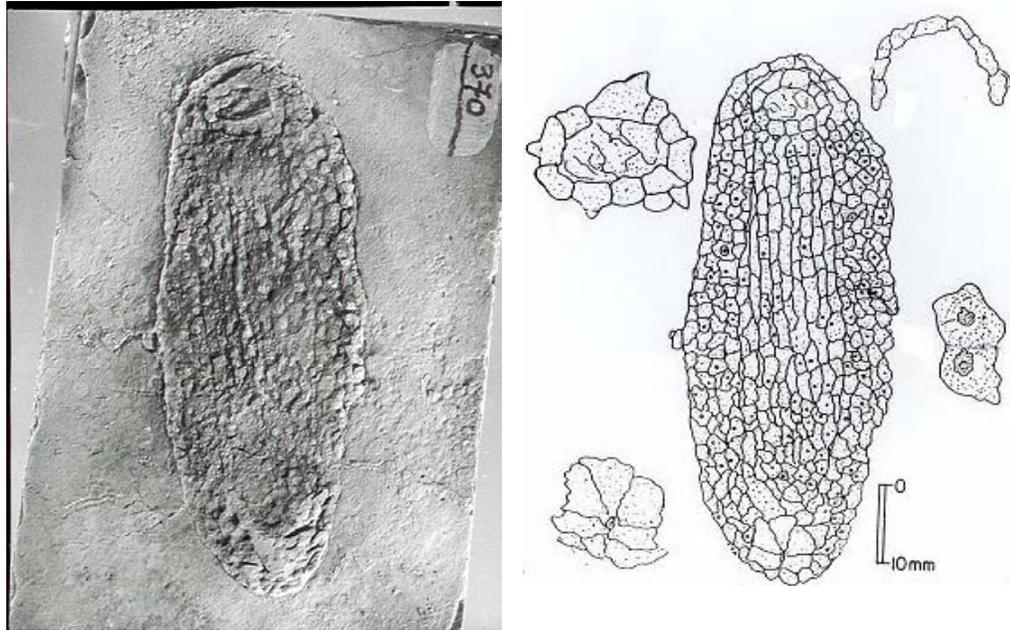
**Tipo.** El holotipo IGM-6851 está depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Diagnosis.** La del género

**Descripción.** Vista dorsal del espécimen donde se aprecia el ano bien delineado y el anillo calcáreo cubierto por piel. El espécimen es de plano a grueso, debido a un reemplazamiento irregular en el tegumento. Tiene una longitud de 69 mm y una gran ancha de 26 mm. La mayor anchura del anillo calcáreo es de 8 mm., y el ancho del cuerpo a nivel del ano es de 8 mm. El ano es subterminal con cinco grandes pliegues, siendo el anterior triangular. Existen pequeños pero anchos pliegues triangulares en cada lado. Dos pliegues posteriores son rectangulares abajo del ano en la línea media. Hay pliegues en la superficie del cuerpo que están formados de segmentos irregulares que algunos sirven al menos para soportes de los pies ambulacrales modificados para funciones sensoriales, estas estructuras tienen un tamaño de 0.2 a 0.8 mm. La piel está reemplazada por cristales de calcita.

**Observaciones.** *Tlazocihuatli sebastiani* es uno de los mejores ejemplares conservados de las holoturias de Tepexi.

**Posición del ejemplar en la Cantera Tlayúa.** El espécimen fue recolectado en la Cantera Aranguthy IGM 370, 13.03 m debajo de la cima del Miembro Medio.



**Fig. 11.** *Tlazozihuatli sebastiani*. Parte dorsal del organismo. A la derecha se esquetizan caracteres bien preservados, como el anillo calcáreo cubierto por piel.

**ORDEN DENDROCHIROTIDA**  
**FAMILIA PSOLIDAE PERRIER, 1902**

Cuerpo comúnmente aplanado, el lado ventral formando una suela delgada, limitada por el lado dorsal que está cubierto con grandes escamas imbricadas. La boca y el ano son dorsales. Los pies ambulacrales están desarrollados a lo largo del borde de la suela ventral.

**Género *Tetelocuilin* gen. nov.**

**Derivación del nombre.** Procede del Náhuatl “tetel” que significa roca y “ocuilin” que significa gusano (Simeon 1985).

**Especie tipo.** *Tetelocuilin tlayuensis* sp. nov.

**Diagnosis.** Cuerpo simétrico con una forma ovoide, amplia y corta, con los bordes redondeados. La región anterior es ligeramente más angosta que la posterior. Los lados del cuerpo débilmente dentado con protuberancias redondeadas. Pústulas y estructuras como rosetas presentes en los lados del cuerpo. Anillo calcáreo simple, procesos posteriores bien desarrollados, piezas radiales del doble del largo de las interradales tendiendo a ser rectangulares. Placas del cuerpo imbricadas arregladas en hileras alrededor del cuerpo. Boca y ano dorsal.

**Edad y distribución.** Albiano Medio-Superior. Cantera Tlayúa.

*Tetelocuilin tlayuensis* sp. nov.

**Derivación del nombre.** El nombre corresponde a Tlayúa. Lugar donde fue encontrado.

**Tipo.** Holotipo IGM 6850. El ejemplar está depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

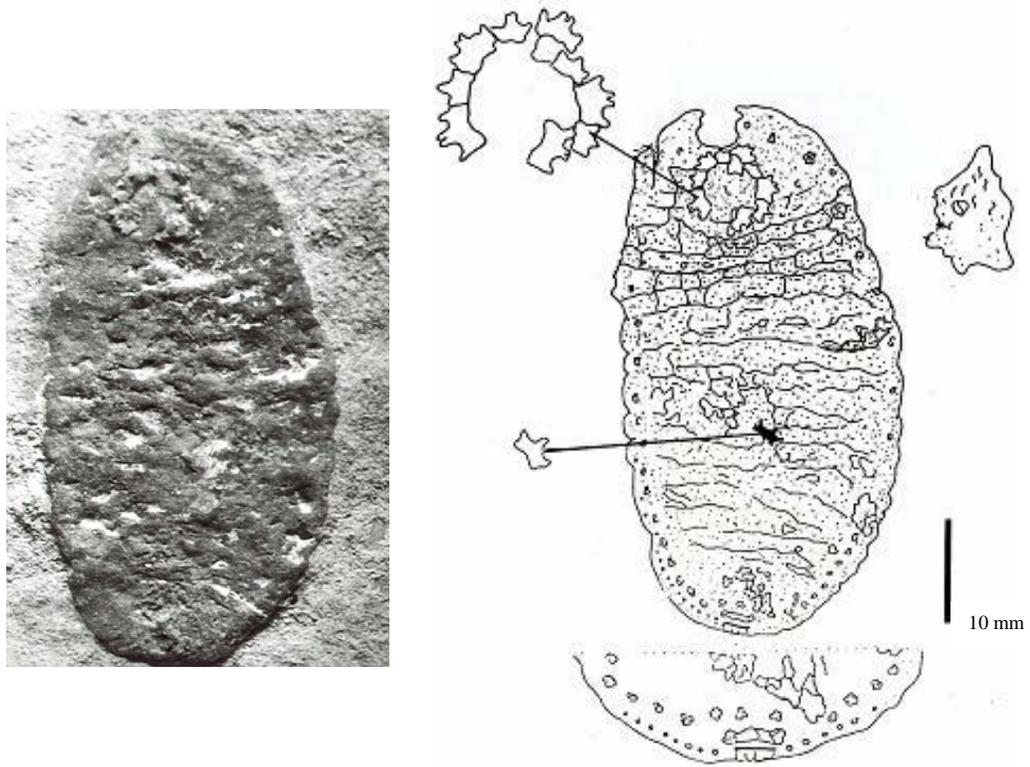
**Diagnosis.** La misma del género.

**Descripción.** El espécimen muestra la región ventral del cuerpo. En esta parte se observan estructuras que semejan pies ambulacrales y partes lisas de la piel. La boca y el ano son dorsales. La longitud total es de 52 mm y la anchura de 28 mm. La mayor anchura del anillo calcáreo es de 23 mm. La parte del cuerpo que es visible consiste en una pared ventral con placas. Las placas radiales son el doble del largo de las interradales y tienden a ser rectangulares. Los procesos posteriores de las placas radiales están truncados en sus esquinas y poseen un sólo proceso que es largo y bífido. Las pequeñas placas interradales son alargadas, rectangulares y con un único proceso puntiagudo posterior. Arriba del anillo calcáreo hay dos proyecciones laterales curvas alrededor de una cavidad, ligeramente más pequeñas que el anillo calcáreo. Hay dos o tres placas imbricadas que están cubiertas en el centro por el anillo calcáreo. La parte posterior del anillo calcáreo en el centro del fósil presenta una cavidad hundida posiblemente causada por cambios diagenéticos en el proceso de fosilización del espécimen. Atrás de la cavidad se encuentra una hilera compuesta de grandes placas. Lateralmente en la primera hilera presenta cinco placas irregulares fusionadas y en la tercera hilera hay siete. Posteriormente existen 14 o 15 hileras incluyendo la primera que está claramente marcada. Algunas placas en la hilera muestran pequeños gránulos redondeados. En la parte posterior del cuerpo se notan escasos gránulos. Los gránulos por muy grandes que sean no constituyen protuberancias. En general, los gránulos son

escasos. En esta área hay imbricación de placas del cuerpo que están fusionadas. Sobre esto hay estructuras simples en forma de roseta de cuatro a cinco verrugas. Las verrugas simples tienen un milímetro, mientras las rosetas son de dos milímetros. Las estructuras como pústulas y rosetas pueden ser vistas en los lados del cuerpo y pueden estar asociadas con la terminación ventral. Estas estructuras son mejor vistas en la parte posterior del espécimen. La piel está prácticamente reemplazada por finos cristales de calcita.

**Observaciones.** El anillo calcáreo simple y la presencia de placas imbricadas del cuerpo y de estructuras en forma de roseta la separan de otros géneros y especies de la Familia Psolidae.

**La posición del espécimen en la Cantera Tlayúa.** Fue colectado en la Cantera Alacranes, en la localidad National Geographic IGM 1970, 13.03 m de la cima del miembro medio.



**Fig. 12.** *Tetelocuilin tlayuensis* Espécimen que muestra la región ventral del cuerpo y la esquematización de estructuras que lo separan de otros géneros y especies de la Familia Psolidae.



**Fig.13.** Vista en detalle del anillo calcáreo simple formado por placas cuya anchura mayor es de 23 mm.

**Género *Teolocuilin* gen nov.**

**Derivación del nombre.** El nombre deriva del Náhuatl “teol” que significa semejante a dios y “ocuillin” que significa gusano (Simeon, 1985).

**Especie tipo.** *Teolocuilin ayotontli* sp. nov.

**Diagnosis.** Cuerpo ovoide. Las paredes laterales presentan placas imbricadas conspicuas. Las placas imbricadas son grandes y presentan orificios ambulacrales excéntricos. Boca y ano dorsales.

**Edad y distribución.** Albiano Medio a Superior en la Cantera Tlayúa.

***Teolocuilin ayotontli* sp. nov.**

**Derivación del nombre.** “Ayotontli” proviene del Náhuatl, es un término que aplicaban a un tipo de calabaza (Simeon, 1985).

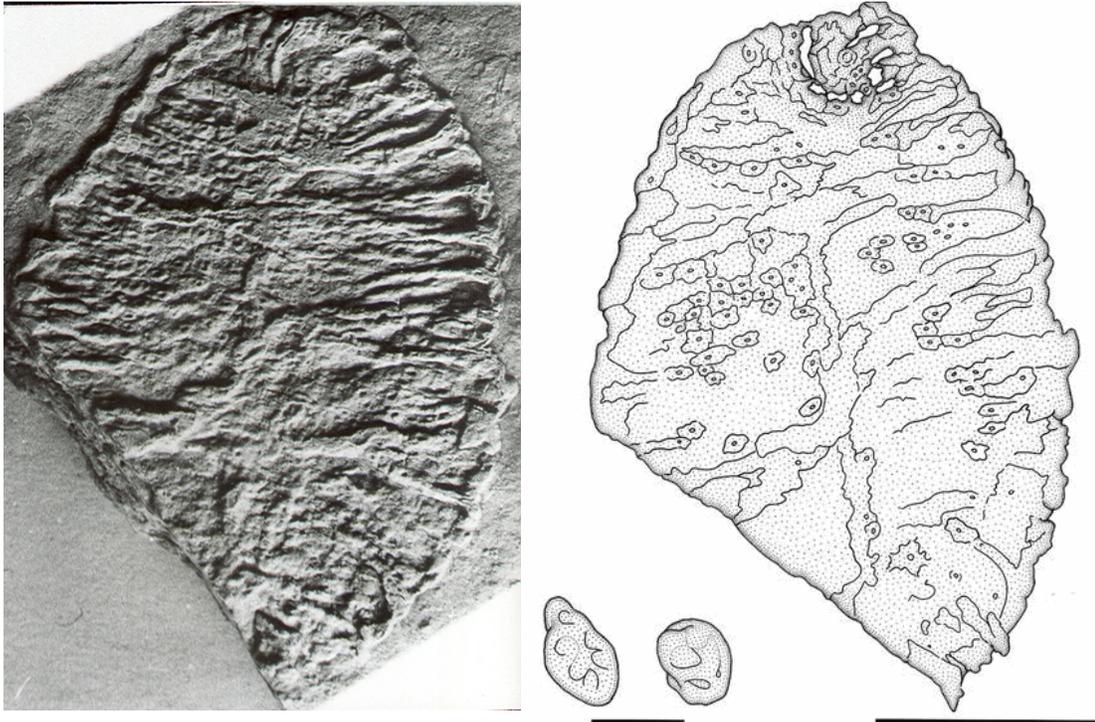
**Tipo.** El holotipo IGM 6853, depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM.

**Diagnosis.** Igual a la del género.

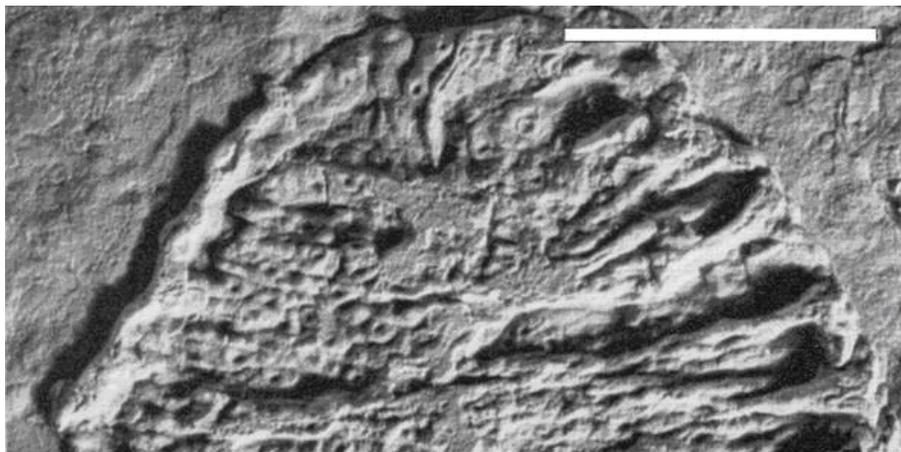
**Descripción.** Cuerpo ovoide. La longitud aproximada total es alrededor de 40 mm. La boca y el ano se interpreta que pueden estar en posición dorsal. El ancho mayor es de 20 mm. En el centro del cuerpo se preservaron delgados fragmentos de piel, que parecen corresponder a una suela de piel en los psólidos. Los lados del cuerpo presentan una serie de pliegues que muestran procesos imbricados conspicuos alrededor del cuerpo. Esparcidos sobre todo el cuerpo se encuentran placas imbricadas con grandes orificios ambulacrales de forma circular. La piel ha sido reemplazada por cristales de calcita amorfa.

**Observaciones.** La parte del cuerpo que debería haber contenido el anillo calcáreo no está presente en el fósil; los pliegues son estructuras reminiscentes que se presentan en algunos otros géneros de la familia Psolidae. Las placas en algunos lugares están cubiertas por fragmentos de piel delgada. Se preservó el lado ventral del ejemplar. Único espécimen con espículas sueltas presentes –botones cóncavos y placas perforadas–.

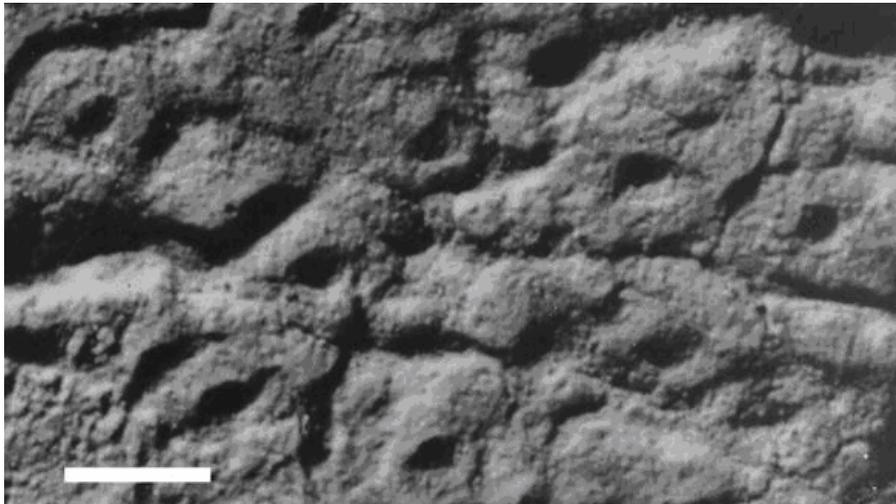
**Posición del espécimen en la Cantera Tlayúa.** Este fue recolectado en la Cantera CONACyT no. 1, con el número IGM 2113 a 10.91 m por debajo de la cima del miembro medio.



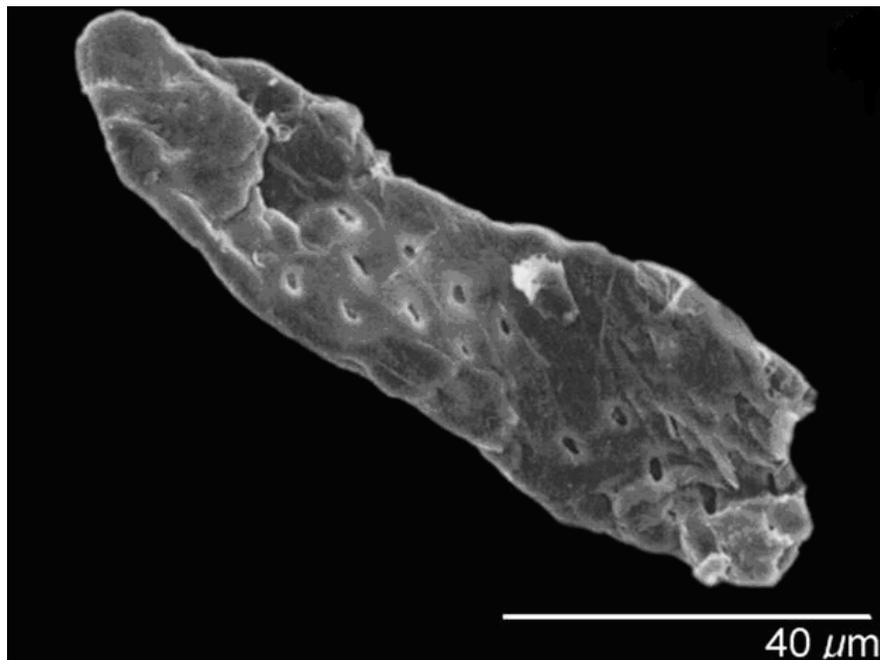
**Fig. 14.** *Teolocuilin ayotontli*. Espécimen obtenido del Miembro Medio de la Formación Tlayúa. A la derecha se representan las espículas de la pared corporal. La escala del holotipo es de 10 mm y de las espículas de 23  $\mu\text{m}$ .



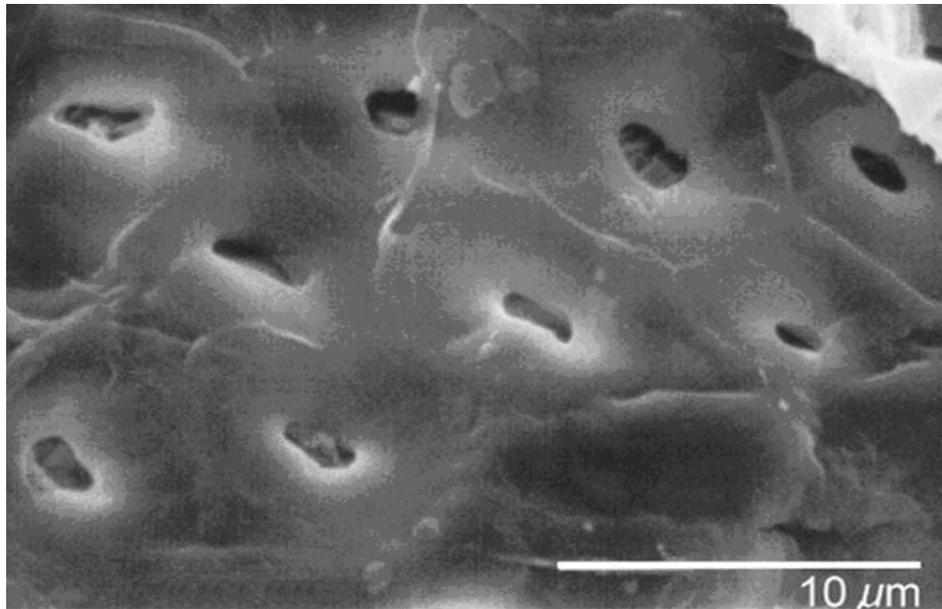
**Fig. 15.** Papilas perforadas presentes en la parte anterior del cuerpo de *Teolocuilin ayotontli*. Escala de 1.5 mm.



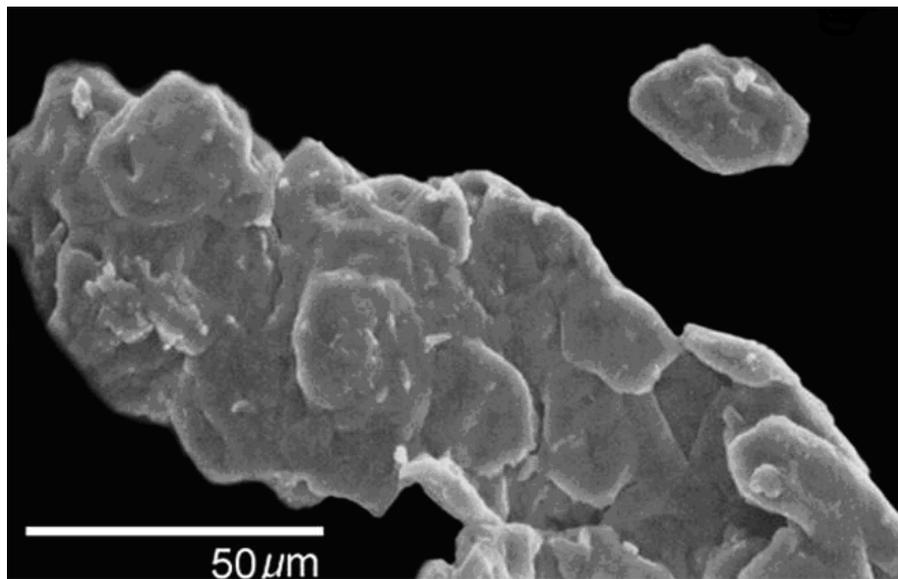
**Fig. 16.** Parte posterior del espécimen en detalle. Se observa lo que se interpreta como restos de placas perforadas. Escala, 10 mm.



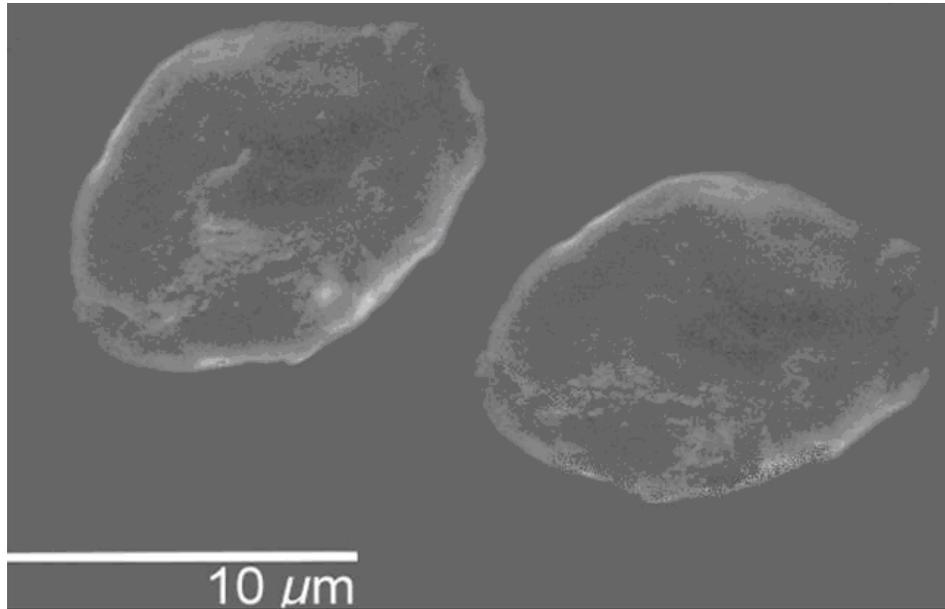
**Fig. 17.** Espícula en forma de placa perforada delgada.



**Fig. 18.** Perforaciones de la placa en detalle.



**Fig.19.** Botones cóncavos moderadamente irregulares y gruesos.



**Fig.18.** Botones cóncavos en detalle.

## **CONSERVACIÓN**

Los restos de holoturias de la cantera Tlayúa consisten de calcita de color crema a marrón. La piel también ha sido reemplazada por depósitos de calcita amorfa que pueden encontrarse fragmentados o constituidos por múltiples cristales pequeños. Los escasos y dudosos escleritos han sido reemplazados por el mismo tipo de material.

## FAUNA ASOCIADA

Los reptiles están representados por dos taxa de pterosaurios. Cinco o seis especies de tortugas están presentes. Tres cocodrilos son conocidos, así como también dos rincocefalios y un mamífero representado por un ejemplar de delfín. A la fecha se han descubierto aproximadamente 3500 especímenes de peces que representan 55 taxa. Los peces representan cerca del 75 % de todo el material y se han encontrado Teleostei y Holostei. Los invertebrados están representados por crinoides de vida libre y sésiles (Crinoidea) estrellas (Asteroidea) y estrellas serpiente (Ophiuroidea) (Buitrón, 1991). Los moluscos consisten en amonites de los géneros *Hystoceras*, *Mortoniceras* y *Anisoceras* (Cantú-Chapa, 1987), Belemnites (Seibertz y Buitrón, 1987a, 1987b), bivalvos y gasterópodos. Dentro de los artrópodos se incluyen numerosos cangrejos pequeños, isópodos, y algunos crustáceos semejantes a camarones (Feldmann, *et al*, 1998), dentro de los arácnidos se presentan dos ejemplares de arañas con torax segmentado *Atocalis ranulfoi* (reportado por primera vez para México) e *Ixtahua benjamini*. También se ha reportado la presencia de un insecto Tipúlido (Buitrón, *et al*, 1993), así como numerosas patas de insectos en el contenido estomacal de algunos de los peces (González-Rodríguez, 1996). Entre los gusanos están representados al menos por un poliqueto y algunos taxa indeterminados. Dentro de la colección se incluyen varias esponjas y también abundantes corales gorgónidos. Alrededor de los peces fósiles se encuentra una gran cantidad de foraminíferos miliólidos.

El registro de plantas incluye únicamente escasos especímenes de *Brachyphyllum* y una hoja que puede ser referida a *Podosamites*. Se encuentra también la presencia de frondas de algas semejantes a los sargazos actuales.

## **PALEOECOLOGÍA**

De acuerdo al modelo de Espinosa-Arrubarrena y Applegate (1995) el ambiente en el que se constituyó el miembro medio de la Formación Tlayúa indica que fue depositado cerca de una zona lagunar posarrecifal, los afloramientos de la cantera pueden dar la orientación de la barrera de coral. Esta laguna se encontraba separada por una barrera de arrecifes de coral confiriéndole una alta biodiversidad. También se ha propuesto la existencia de otro tipo de barreras terrestres además de la coralina (Applegate, 1987).

Applegate (1987) propuso un ambiente de circulación de agua restringida que originó un ambiente anaeróbico y/o hipersalino, interpretado con base en la ausencia de especies infaunales. La riqueza en biodiversidad demuestra que había periodos de alta productividad dentro de la comunidad planctónica, durante estos periodos se produjo una gran cantidad de oozferas que resultaron en el rápido enterramiento de los organismos. La presencia de taxa diagnósticos de ambientes terrestres y dulceacuícolas como arácnidos, insectos, lacertilios y quelonios, junto con fauna típicamente marina, sugiere que la laguna de Tlayúa tuvo periodos de flujo de agua dulce junto con influencia de agua marina, posarrecifal y arrecifal. Algunos organismos probablemente fueron transportados dentro de la laguna cuando las barreras fueron inundadas debido a fuertes lluvias y huracanes o durante la marea alta (Applegate, 1992).

Las holoturias por su rareza y por la carencia de fósiles traza que puedan ser asociadas a ellas, se cree que fueron acarreadas hacia la laguna en donde murieron y fueron depositadas en los sedimentos. Se propone que estos invertebrados pudieron haber vivido ya sea en la barrera arrecifal o en la laguna y que el acarreo de éstos a otro ambiente pudo ocurrir durante marea alta o tormentas. La escasa presencia de escleritos pudo deberse a una fuerte recristalización diagenética.

Se sabe que las holoturias son arrastradas comúnmente en gran cantidad durante las tormentas.

La presencia de la Familia Psolidae sugiere que al menos estas formas pudieron haberse adaptado o movido sobre un sustrato duro. Estas condiciones no existieron en la laguna de Tlayúa pero pudieron existir en el arrecife de coral o en el posarrecife. Las seis holoturias se han interpretado como especies de aguas someras.

## CONCLUSIONES

- Se describen e ilustran seis especies de holoturias la Formación Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Puebla.
- Por sus características particulares las holoturias descritas fueron asignadas a géneros y especies nuevas.
- Por la forma del cuerpo, localización de la boca y el ano, características del anillo calcáreo, forma de los osículos y características del *trivium*; los géneros *Sebastocuilin* y *Tlalococuilin* se clasificaron en la Familia Holothuridae; los género *Huixtocihuatli* y *Tlazocihuatli* se asignaron a la Familia Stichopodidae; mientras que los géneros *Tetelocuilin* y *Teolocuilin* fueron clasificados en la Familia Psolidae.
- Las seis especies descritas son: *Sebastocuilin symingtoni* sp nov., *Tlalococuilin mexicanus* sp. nov., *Huixtocihuatli ayotetli* sp. nov., *Tlazocihuatli sebastiani* sp. nov., *Tetelocuilin tlayuensis* sp nov., *Teolocuilin ayotontli* sp. nov.
- Debido a que los especímenes de holoturias encontrados corresponden a dos órdenes bentónicos que habitan en aguas someras principalmente (Aspidochirotida y Dendrochirotida), se determina que el Miembro Medio de la Formación Tlayúa, corresponde a una zona con orientación a una barrera de coral de mares someros tropicales del Cretácico Temprano.

## GLOSARIO

<b>afloramiento.</b>	Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.
<b>amonites.</b>	Moluscos cefalópodos con concha externa de forma espiralada que habitaron desde el Devónico al Cretácico. Fósiles guía por su amplia distribución geográfica y su pequeño rango de vida.
<b>ámpula.</b>	Bulbo contráctil el cual introduce o arroja fluido de los pies ambulacrales.
<b>ano.</b>	Apertura de la cloaca, que sirve para la expulsión del material de desecho y como entrada de agua para los órganos respiratorios.
<b>árboles respiratorios.</b>	Órganos grandes y ramificados utilizados en la respiración
<b>arenisca.</b>	Roca sedimentaria detrítica formada por la cementación de granos individuales de tamaño de arena, compuesta generalmente de cuarzo.
<b>arrecife.</b>	Todas las masas de calizas construidas por algas, corales y conchas de moluscos en las series sedimentarias
<b>belemnites.</b>	Moluscos extintos de concha interna dividida en cámaras, con rostrum posterior sólido y prolongación dorsal en forma de escudo.
<b>bentónico.</b>	Organismo que vive en el fondo. Puede vivir en la superficie (epifauna) o debajo de la misma (infauna).
<b>bioturbación.</b>	Aspecto caótico de un sedimento motivado por la removilización provocada por organismos vivos.

<b><i>bivium.</i></b>	Parte dorsal del cuerpo en la simetría pentarradiada, con dos radios.
<b>celomado.</b>	Organismo con una cavidad que proviene del mesodermo embrionario el cual provee revestimiento celular (peritoneo) a dicha cavidad.
<b>dendrítico.</b>	Ramificado en forma arborescente, usado como término descriptivo para la forma de los tentáculos en el orden Dendrochirotida.
<b>deuterostomado.</b>	Organismo en el cual el blastoporo da origen al ano de la larva con simetría bilateral.
<b>diagénesis.</b>	Proceso que implica cambios físico-químicos en un depósito sedimentario que lo convierte en una roca consolidada.
<b>digitado.</b>	Estructura con forma de dedo.
<b>dolomita.</b>	Roca sedimentaria granulada que contiene el 30.41% de CaO, 21.86% de MgO y el 47-73% de CO <sub>2</sub> . Se forma en cuencas sedimentarias marinas y continentales.
<b>hematita.</b>	Óxido de hierro, FeO <sub>3</sub> . Posee color rojo característico cuando se pulveriza.
<b>hidrocele.</b>	(Mesocele). Cavidad celomática de la larva de los equinodermos. A partir de esta se forma el Sistema Vascular Acuífero.
<b>intraclasto.</b>	Fragmento de sedimento carbonatado procedente de un sedimento próximo poco consolidado y redepositado a corta distancia.
<b>laguna litoral.</b>	Cuerpo de agua somera alargado paralelamente a la línea de

costa, que separa la isla de barrera de la tierra firme. La circulación del agua es restringida, y el acceso al mar se hace a través de los canales de marea.

- lodolita.** Roca sedimentaria detrítica de grano fino compuesta de partículas del tamaño del limo y la arcilla.
- madreporita.** Placa por la que pasa el líquido celomático hacia el Sistema Vascular Acuífero.
- mesenterio.** Membrana que une al intestino con la pared corporal
- micrita.** Roca carbonatada constituida por calcita microcristalina con menos de 10% de aloquímicos.
- miliólidos.** Familia de foraminíferos bentónicos, de concha calcárea con aspecto de porcelana sin perforar.
- nectónico.** Organismo que nada libremente independientemente –hasta cierto punto- de los movimientos de las aguas oceánicas.
- papila.** Extensión sensorial o respiratoria del Sistema Vascular Acuífero.
- pies ambulacrales.** Tubos eréctiles derivados de canales del hidrocele.
- placas interradales.** Cinco placas en posición interradales –entre los canales radiales- entre las 10 placas que rodean el esófago.
- planctónico.** Organismo micro o macroscópico pequeño que nada libremente o que permanece suspendido en el agua.
- rete mirabile.*** Plexo extenso de vesículas hemales dorsales.
- rudistas.** Familia de moluscos lamelibranquios fósiles, marinos, bentónicos y propios de las facies coralígenas.
- tentáculos.** Ramas ampliamente extendidas del Sistema Vascular

	Acuífero que rodean la boca.
<b><i>trivium.</i></b>	Parte ventral de los holoturoideos formada por tres canales radiales.
<b>túbulos de Cuvier.</b>	Tubos que se vuelven pegajosos cuando se expulsan por el ano, usados como mecanismo de defensa.
<b>vesículas de Poli.</b>	Cámaras de expansión que conservan la presión del Sistema Vascular Acuífero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALVARADO-ORTEGA, J. 2005. Sistemática de los peces Ichthyodectiformes de la Cantera Tlayúa, Puebla, México. Facultad de Ciencias, UNAM. Tesis de Doctorado, 302.

ALVARADO-ORTEGA, J., DE MAYRINCK, D. y BRITO P. M. 2008. A basal Pachyrhizodontid fish (Actinopterygii, Teleostei) from the Lower Cretaceous of the Tlayúa Quarry, Central México. C. R. PALEVOL, 7, 269-275.

APPLEGATE, S. P. 1987. A preliminary study of the Tlayúa quarry near Tepexi de Rodríguez, Puebla. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, 1, 40-54.

APPLEGATE, S. P. 1988. A new genus and species of holostean 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, Tepexi de Rodríguez, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 10 (2), 164-178.

APPLEGATE, S.P., Y L. ESPINOSA-ARRUBARRENA, 1982. Lithographic limestone-like deposits in Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 42 th Annual Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology, México, D.F. Field Trip Guidebook, 39 p.

APPLEGATE, S.P. Y P. LOPEZ-NERI., 1984. Las calizas litográficas de la Cantera Tlayúa en Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Sociedad Geológica Mexicana, 7a. Convención Geológica Nacional, México, D.F. Field Trip Guidebook, 83 p.

BARNES, R. 1989. Zoología de los Invertebrados. México, Interamericana, 957 pp.

BRUSCA. R.C. Y G.J. BRUSCA. 1990. Invertebrates. Sinauer Assoc. Inc. Pub. Massachussets, 922 pp.

BUITRÓN, B.E., 1991. Los equinodermos del Cretácico Temprano. Información Científica y Tecnológica , Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 13: 179-180.

BUITRÓN, B.E., Y R. MALPICA-CRUZ 1987. Tepexi de Rodríguez, Puebla, una localidad fosilífera famosa de México. 1st Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología, México, D.F. Field trip guidebook, 24 p.

BUITRÓN, B.E., P. VELASCO DE LEON, Y J. PANTOJA-ALOR. 1993. Un díptero Tipúlido del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Puebla. Sociedad Mexicana de

Paleontología, A. C. Memorias del IV Congreso Nacional de Paleontología. p. 22-23.

CANTÚ-CHAPA, A. 1987. Los Amonitas del Albiano Superior de Tepexi de Rodríguez. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, México*. 1 (1): 156-160.

CONAND, C. 1998. Holothurians: 1158-1164. *In* FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Vol. 2 Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

ESPINOSA-ARRUBARRENA, L., Y S.P. APPLGATE, 1995. A Possible Model for the Paleocology of the Vertebrate Bearing Beds in the Tlayúa Quarries, near Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. p. 539-550. *In* G. Arratia, and G. Viohl (eds.). *Systematics and Paleontology*. Munich, Germany.

DEICHMANN, E. 1930. The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean, *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology (Harvard)*, 71, 41-226.

FELDMANN, R. M., F. J. VEGA, S. P. APPELGATE, Y G. A. BISHOP. 1998. Early Cretaceous arthropods from the Tlayúa formation at Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. *Journal of Paleontology*, 72 (1): 79-90.

FORBES, E. 1841. A history of British starfishes, and other animals of the class Echinodermata. London: John Van Voorst, 267pp

FRIZZELL, D. L. Y. H. EXLINE, 1956. Monograph of Fossil Holothurian Sclerites. Missouri University School of Mines and Metallurgy, Bulletin Technical Series, 89: 1-204.

FRIZZELL, D. L. Y. H. EXLINE, 1966. Holothuroidea-Fossil Record. In Moore, R. C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology part U. Echinodermata 3. Geological Society of America and University of Kansas Press, boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 695 p.

FRIZZELL, Y. D. L. PAWSON. 1966. Holothurians. In Moore, R. C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology part U. Echinodermata 3. Geological Society of America and University of Kansas Press, boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 695 p.

GILLILAND, P.M. 1993. The skeletal morphology, systematics and evolutionary history of holothurians. *Special Papers in Palaeontology* 47:1-147, pls.1-11.

GONZÁLEZ, R. K. 1996. Taxonomía de la familia Macrosemiidae (Osteichthyes: Holostei-Neopterygii) de la Cantera Tlayúa (Cretácico Temprano), Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, 150 p. Unpublished Master thesis.

GRUBE, A.E., 1840. Actinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeers. J.H.Bon, Königsberg, 92 p.

HAECKEL, E. 1896. Systematische Phylogenie der wirbellosen Thiere (Invertebrata), 2, xviii+720 p., G. Reimer, Berlin.

HANSEN, B. 1975. Systematics and Biology of the Deep-Sea Holothurians. Part. 1. Elaspoda. Scientific Results of the Danish Deep-Sea Expedition Round the World 1950-52, Galathea Report, 13, 1-262.

HYMAN, L. H: 1955. The Invertebrates. Echinodermata. The Coelomate Bilateria. New York, Mc. Graw. Hill, 4, 763 pp.

KASHIYAMA, Y FASTOVSKY D.E., RUTHERFORD, S., KING, J. Y MONTELLANO M., 2003, Genesis of a locality of exceptional preservation paleoenvironments of Tepexi de Rodríguez (mid-Cretaceous, Puebla México. Cretaceous Research, p. 407-431.

KERR, A. M. 2000. Holothuroidea. Sea Cucumbers. Version 01 December 2000. <http://tolweb.org/Holothuroidea/19240/2000.12.01>. In The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/> Mayo, 2008.

KERR, A.M. Y J. KIM. 2001. Phylogeny of Holothuroidea (Echinodermata) Inferred from Morphology. Zoological Journal of the Linnean Society, 133: 63-81

LAMBERT, P. 1997. Sea cucumbers of British Columbia, Southeast Alaska and Puget Sound. Royal British Museum. Vancouver, Canada.

LUDWIG, H.L. 1894. **Reports on an??** of the west Coast of Mexico, Central and South America, and of the Galapagos Island, in Charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer "Albatross" during 1891: 12. The Holothuroidea. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 17 (3):1-183. Tittle wrong.

MALPICA-CRUZ, V.M., J. PANTOJA-ALOR Y G.A. GALGUERA ROSAS. 1988. Microfacies de la Cantera de Tlayúa, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Simposio sobre Geología Regional de México 3, Memoria, México D.F., 53-56.

MELENDEZ, B. 1977. Paleontología. Tomo 1. Parte General e Invertebrados. Madrid, Paraninfo, 715 pp.

MOOI, R., y B. DAVID. 1997. Skeletal homologies of echinoderms. Paleont. Soc. Papers, 3:305-335.

ORTEGA-GUERRERO, B. 1989. Paleomagnetismo y geología de las unidades clásticas mesozoicas del área Totoltepec-Ixcaquixtla, Estados de Puebla y Oaxaca:

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 134 p. (inédita).

ORTEGA-GUTIERREZ, F. 1978. Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, v. 2, 112-131 p.

PANTOJA-ALOR, J., 1990a. Playa exhumada, los Paleoambientes de la Maravillosa Cantera Tlayúa. Información Científica y Tecnológica, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), 33-36.

PANTOJA-ALOR, J.1990b. Geología y Paleoambiente de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, Estado de Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 9:156-169.

PANTOJA-ALOR, J.1992. Geología y Paleoambiente de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista , vol 9, núm. 2, 1990 (1992) p. 156-169.

PAWSON, D.L. 1966. Phylogeny and evolution of holothuroids In Moore, R.C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology , Part U2, U641-U646. Echinodermata 3. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 695

PAWSON, D.L. 1982. Holothuroidea, *In* S.P. PARKER, (ed), Synopsis and classification of living organisms. McGraw-Hill, New York, 2, 1232 p.

PAWSON, D.L. Y H.B. FELL. 1965. A revised classification of the dendrochirote holothurians. *Breviora* 214: 1-7.

PERRIER, R. 1902. Holothuries, in *Expédition scientifique de la Travailleur et du Tolisman*. G. Masson, Paris: 273-554, pls. 12-22.

REMANE, A., V. STORCH Y U. WELSCH. 1980. *Zoología Sistemática. Clasificación del Reino Animal*. Barcelona, ediciones Omega, 637 pp.

SEIBERTZ, E., Y BUITRON, B.E. 1987a. Investigación paleontológica y su aplicación bioestratigráfica de los *Neohibolites* de Tepexi de Rodríguez, Edo. de Puebla (Albiano, Cretácico Medio, México), p. 121-124. In J.M.Barbarín-Castillo, H.J. Gursky, and P. Meiburg (eds.), *El Cretácico de México y América Central*. Linares, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra, Actas, Volume 2, International Symposium, Abstracts.

SEIBERTZ, E., Y BUITRON, B.E., 1987b. Paleontología y estratigrafía de los *Neohibolites* del Albiano de Tepexi de Rodríguez, Edo. de Puebla (Cretácico Medio). *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1(1): 285-299.

SEMPER, C. 1868. Holothurien. *Reisen im Archipel der Philippinen*, Teil 2, *Wiss. Res.*,

Bd. 1, Leipzig.

SIMEON, R. 1985. Diccionario de la Lengua Náhuatl o Mexicana. Siglo Veintiuno, América Nuestra, 783 p.

SMILEY, S. 1994. Holothuroidea. *In* Harrison, F. W. and F. S. Chia, eds. Microscopic Anatomy of Invertebrates. Vol. 6. Pacific Grove, California, Boxwood Press, 663-750.

SMITH, A. B. 1988. Fossil evidence for the relationship of extant echinoderm classes and their times of divergence. *In* Paul CRC, Smith A.B. eds. Echinoderm Phylogeny and Evolutionary Biology. Oxford, Clarendon, 87-97.

SMITH, A. B., Y J. GALLEMI. 1991. Middle Triassic holothurians from northern Spain. *Palaeontology* 34(1): 49-76.

THÉEL, H. 1882. Report on the Holothurioidea, I. Rep. Scient. Results Voyage Challenger, Zool. 4, 1-176.