



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Moluscos (Scaphopoda,
Bivalvia, Gastropoda) del
Cretácico Temprano de la región
de Tuxpan, Jalisco, México**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Geólogo

P R E S E N T A

Iván Manuel Cuadros Mendoza

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



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.

RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por los conocimientos adquiridos y el apoyo brindado para llevar a cabo mis estudios de licenciatura.

A la Dra. Elena Centeno García, directora del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, el haber permitido la realización del trabajo de tesis en las instalaciones del Departamento de Paleontología y en el Laboratorio de Laminación.

A la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez quien propuso el tema de tesis, asesoró y proporcionó el material fósil que sirvió de base para esta investigación y obtención del título de Ingeniero Geólogo de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM.

El autor agradece también, al Honorable Jurado integrado por la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, el M. en C. Emiliano Campos Madrigal, la Dra. Silvia Rivera Olmos, el M. en C. Noé Santillán Piña y la Dra. Dalia del Carmen Ortiz Zamora el haber revisado críticamente el manuscrito y por sus valiosos consejos, comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.

CONTENIDO

Resumen	6
Abstract.....	7
I. Introducción	8
I.I. Trabajos previos	8
I.II. Objetivos generales.....	9
I.III. Objetivos particulares.....	10
I.IV. Hipótesis de trabajo.....	10
II. Localización geográfica.....	11
III. Marco geológico.....	12
III.I. Consideraciones estratigráficas	12
III.I.I. Miembro Inferior	12
III.I.II. Miembro Superior	14
IV. Material y método	17
IV.I. Trabajo de campo	17
IV.I. Trabajo de gabinete	17
IV.II. Trabajo de laboratorio.....	18
IV.II.I. Técnica para la obtención de películas de acetato (“peels”).....	18
V. Descripción general de las clases Scaphopoda, Bivalvia y Gastropoda.....	21
V.I. Clase Scaphopoda Bronn, 1862.....	21
V.I.I. Historia geológica en México.....	23
V.II. Clase Bivalvia Linneo, 1758	24
V.II.I. Historia geológica en México.....	27
V.III. Clase Gastropoda Cuvier, 1797	34
V.III.I. Historia geológica en México	37
VI. Consideraciones paleogeográficas	45
VII. Consideraciones paleoecológicas.....	49
VIII. Resultados.....	52
VII.I. Paleontología sistemática.....	52

Clase Scaphopoda Bronn, 1862	52
<i>Dentalium</i> sp.	52
Clase Bivalvia Linneo, 1758.....	54
<i>Linearia</i> (<i>Linearia</i>) sp.	54
Clase Gastropoda Cuvier, 1797	55
<i>Otostoma japonicum</i> (Nagao)	55
<i>Mesoglauconia</i> (<i>Mesoglauconia</i>) <i>burnsi</i> (Stanton).....	57
<i>Mesoglauconia</i> (<i>Triglauconia</i>) <i>kleinpelli</i> (Allison)	59
<i>Gymnentome</i> (<i>Gymnentome</i>) <i>suturosa</i> (Nyst y Galeotti)	60
<i>Natica?</i> <i>cragini</i> Stanton	61
<i>Cimolithium miyakoense</i> (Nagao).....	62
<i>Turritella delriensis</i> Stanton	64
<i>Turritella belviderei</i> Cragin	65
<i>Trochactaeon cumminsi</i> Stanton	67
<i>Peruviella dolium</i> Roemer	68
<i>Nerinea incisa</i> Giebel.....	70
Conclusiones.....	72
Bibliografía citada	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del Cerro de Tuxpan, Jalisco	11
Figura 2. Mapa geológico de los alrededores de la mina El Encino, Pihuamo, Jalisco	15
Figura 3. Columna estratigráfica de la Formación Encino	16
Figura 4. Vista longitudinal y corte longitudinal y pliegues de un Nerineido adulto.....	19
Figura 5. Morfología general de un ejemplar del género Dentalium	21
Figura 6. Distribución estratigráfica de escafópodos.	23
Figura 7. Parte interna y externa de la concha de un bivalvo	25
Figura 8. Concha de un gasterópodo que muestra las características morfológicas.....	36
Figura 9. Mapa paleogeográfico del Tethys (94-92 Ma).....	45
Figura 10. Distribución de estructuras orgánicas en el Dominio del Tethys.....	46
Figura 11. Tabla de gasterópodos encontrados en el Cerro de Tuxpan, Jalisco.....	48
Figura 12. Esquema de un ambiente litoral con grupos ecomorfológicos de bivalvos	50
Figura 13. Distribución paleogeográfica de las especies descritas de Pihuamo.....	51
Figura 14. <i>Dentalium</i> sp.	52
Figura 15. <i>Linearia (Linearia)</i> sp.	54
Figura 16. <i>Otostoma japonicum</i> (Nagao)	55
Figura 17. <i>Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi</i> (Stanton).....	57
Figura 18. <i>Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI</i> (Allison)	59
Figura 19. <i>Gymnentome (Gymnentome) suturosa</i> (Nyst y Galeotti)	60
Figura 20. <i>Natica? cragini</i> Stanton.....	61
Figura 21. <i>Cimolithium miyakoense</i> (Nagao).....	62
Figura 22. <i>Turritella delriensis</i> Stanton	64
Figura 23. <i>Turritella belviderei</i> Cragin	65
Figura 24. <i>Trochactaeon cumminsi</i> Stanton	67
Figura 25. <i>Peruviella dolium</i> Roemer	68
Figura 25. <i>Peruviella dolium</i> Roemer (corte transversal)	69
Figura 28. <i>Nerinea incisa</i> Giebel.....	70
Figura 29. <i>Nerinea incisa</i> Giebel (corte transversal).....	70

RESUMEN

Los fósiles de invertebrados estudiados proceden de una potente secuencia sedimentaria marina constituida por rocas volcanoclásticas con lentes de caliza de la Formación Encino del Cretácico (Aptiano Superior-Albiano Inferior), cuyos afloramientos se encuentran principalmente en el Cerro de Tuxpan del municipio de Pihuamo localizado al sureste del estado de Jalisco.

La asociación biótica está constituida por foraminíferos (*Orbitolina* sp.), escasos escafópodos (*Dentalium* sp.), bivalvos (*Linearia* (*Linearia*) sp.) y abundantes gasterópodos que se describen por primera vez para la región de Pihuamo, Jalisco (*Gymnentome* (*Gymnentome*) *suturosa* (Nyst y Galeotti), *Natica?* *cragini* Stanton, *Cimolithium miyakoense* (Nagao), *Turritella delriensis* Stanton, *Turritella belviderei* Cragin, *Trochactaeon cumminsi* Stanton, *Peruviella dolium* Roemer, *Nerinea incisa* Giebel). Asimismo, se actualiza la taxonomía de especies de gasterópodos ya citados anteriormente para la región, entre ellos *Otostuma japonicum* (Nagao), *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton) y *M. (Triglauconia) kleinPELLI* (Allison).

La similitud de especies de invertebrados de la región sureste de Jalisco con otras regiones del occidente (Baja California, Michoacán, Colima) y centro sur (Puebla, Chiapas) de México y de otras regiones del mundo: Texas (EUA), España, Japón; sugiere que se desarrollaron en mares del Dominio del Tethys.

El análisis del contenido fosilífero de la región sugiere un ambiente de depósito que corresponde a un mar transgresivo de aguas someras y cálidas, con periodos de vulcanismo explosivo y períodos de tranquilidad que permitió el desarrollo de bancos arrecifales de rudistas.

ABSTRACT

The fossils of invertebrates come from a marine sedimentary sequence constituted by volcanic rocks with limestone lenses of the Cretaceous Encino Formation (Upper Aptian-Lower Albian), whose outcrops are found mainly in the Cerro de Tuxpan in the municipality of Pihuamo located southeast of the Jalisco state.

The biological association consists of foraminifera (*Orbitolina* sp.), Scaphopods (*Dentalium* sp.), Bivalves (*Linearia* (*Linearia*) sp.) and abundant gastropods that are described for the first time in the region of Pihuamo, Jalisco (*Gymnentome* (*Gymnentome*) *suturosa* (Nyst y Galeotti), *Natica?* *cragini* Stanton, *Cimolithium miyakoense* (Nagao), *Turritella delriensis* Stanton, *Turritella belviderei* Cragin, *Trochactaeon cumminsi* Stanton, *Peruviella dolium* Roemer, *Nerinea incisa* Giebel). Likewise, the taxonomy of species of gastropods and previously mentioned for the region, among them *Otostoma japonicum* (Nagao), *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton) and *M.* (*Triglauconia*) *kleinpelli* (Allison) is actualized.

The similarity of invertebrate species of the southeast region of Jalisco with other regions of the west (Baja California, Michoacán, Colima) and south center (Puebla, Chiapas) of Mexico and other regions of the world: Texas (USA), Spain, Japan; suggests that it develops in the seas of the Domain of the Tethys.

The analysis of the fossiliferous content in this region suggests a deposit environment that corresponds to a transgense sea of shallow and warm waters, with periods of explosive volcanism and periods of tranquility that allowed the development of reef banks of rudists.

I. INTRODUCCIÓN

Durante el Cretácico hubo una significativa evolución de organismos marinos entre ellos foraminíferos radiolarios, corales, briozoarios, gasterópodos, bivalvos y equinoideos. El océano predominante fue el Mar de Tethys que se localizó entre los continentes del norte (Eurasia y Norteamérica) y los del sur (África y Sudamérica) en la franja ecuatorial del planeta. Se caracterizaba por ser un océano cálido con una corriente ecuatorial que se desplazaba del este al oeste denominada Corriente Circumglobal del Tethys (Kauffman, 1979; Pons y Vicens, 2012). En los mares del dominio del Tethys se desarrolló una biota abundante y diversa de invertebrados que formaron arrecifes, principalmente por bivalvos rudistas y en asociación gasterópodos. Sohl (1971) con base en estudios de los gasterópodos del Cretácico propuso tres provincias bióticas, cuyos límites formaron barreras climáticas y geográficas en dicho periodo. Actualmente, los registros fósiles de los moluscos que habitaban en esos mares cretácicos del dominio del Tethys han sido descritos de México, de los Estados Unidos de América, de la región Caribeña, del Mediterráneo y de Japón.

I.I. Trabajos previos

Piñeiro (1972) realizó el primer estudio de las rocas volcanosedimentarias de la Formación Encino localizada en el Cerro de Tuxpan, Jalisco y nombró informalmente a esta secuencia como Tobas Encino. Estrada (1972) aportó datos sobre la tectónica de esta región. Pantoja y Estrada (1986) realizaron la descripción de la geología reconociendo dos miembros en la Formación Encino. El Miembro Inferior conformado por secuencias de rocas volcanoclásticas y sedimentarias con capas de caliza arrecifal y el Miembro Superior que consiste en una secuencia tobácea de lodolita, limolita y arenisca calcárea, lentes de caliza y conglomerado calcáreos que indica un medio marino dinámico de poca profundidad. También mencionaron el hallazgo de fósiles de foraminíferos orbitolínidos, bivalvos rudistas que formaron bancos arrecifales donde destaca la presencia de rudistas, entre ellos, la especie *Toucasia* sp. y abundantes gasterópodos. Buitrón (1986) describió del Cerro de Tuxpan a las especies de gasterópodos *Otostoma japonicum* (Nagao), *Microschiza*

(*Cloughtonia*) *scalaris* (Conrad), *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton), *M. (Triglaucania) kleinpelli* (Allison), *Gymnentome* (*Gymnentome*) *paluxiensis* (Stanton), *G. (G.) zebra* (Gabb), *Cassiope* sp. cf. *C. branneri* (Hill), *Pyrazus* (*Echinobathra*) *valeriae* (Verneuil y Lorière), *P. (E.) vicinum* (Verneuil y Loriète), *Aptyxiella* sp., *A. supracostata* (Stanton) y *Ptygmamatis tomasensis* (Allison).

Alencáster y Pantoja (1986) dieron a conocer la especie del rudista caprínido *Coalcomana ramosa* (Boehm) procedente de la caliza arrecifal en la Sección Hornos localizada al sur del Cerro de Tuxpan. Esta especie es índice estratigráfico que marca una edad perteneciente al Albiano Temprano. También tiene valor paleogeográfico pues ha sido reportada de varias localidades de México. Alencáster y Pantoja (*Ibid.*) propone la especie de rudista caprotínido *Jerjesia encina*.

Páez (1992) con motivo de su tesis profesional, realizó la prospección geológica-paleontológica de la Formación Encino, cuyos afloramientos se distribuyen ampliamente al noreste de la región de Tamazula, particularmente en las localidades del valle de Soyatlán de Adentro, el Arroyo Agua Dulce y la ladera oeste del Cerro de La Lumbre.

Buitrón y López-Tinajero (1995) hicieron la revisión de los invertebrados contenidos en la Formación Encino con base en material recolectado por Páez (1992) y describieron las especies de gasterópodos *Microschiza* (*Cloughtonia*) *scalaris* (Conrad), *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton), *Gymnentome* (*Gymnentome*) *zebra* (Gabb), *Pyrazus* (*Echinobathra*) *valeriae* (Verneuil y Loriere), *Lunatia pedernalis* (Roemer), *Natica conradi* (Hill), *Aptyxiella boehmi* (Blanckenhorn), *Multiptyxis prefleuriaui* (Delpey), *Cossmannea (Eunerinea) hicoriensis* (Cragin), *Phaneroptyxis anguillina* (Bárcena y Castillo) y *Peruviella gerthi* Olsson (Roemer).

I.II. Objetivos generales

- Contribuir al conocimiento del registro paleontológico de los invertebrados del Cretácico Temprano de la región occidental de México a través de especies no reportadas con anterioridad.

- Contribuir al conocimiento paleoecológico y paleogeográfico de la biota perteneciente al periodo Cretácico de la región de Jalisco.
- Establecer la correlación paleogeográfica de los moluscos en la región suroccidental de México y su correlación con otras regiones del centro-sur de México y del Dominio del Tethys.

I.III. Objetivos particulares

- Determinar y describir las especies de fósiles de moluscos escafópodos, bivalvos y gasterópodos procedentes del Cerro Tuxpan en la región de Pihuamo, localizada al sur del estado de Jalisco.
- Estudiar la asociación biótica con la finalidad de inferir las características ecológicas de la región.
- Analizar las implicaciones paleogeográficas de los gasterópodos de la región de Pihuamo y su correlación con otras localidades de México y del mundo.

I.IV. Hipótesis de trabajo

La presencia de asociaciones bióticas del Cretácico Temprano (Aptiano Temprano-Albiano Tardío) reportadas de otras localidades del occidente de México próximas a la región del Cerro de Tuxpan en el estado de Jalisco permitirá presuponer que se trata de una biota conformada por especies comunes de macromoluscos marinos (escafópodos, bivalvos, gasterópodos) y foraminíferos orbitolínidos.

Posiblemente, la biota se desarrolló en un ambiente tropical de aguas someras correspondiente a un mar transgresivo con periodos de vulcanismo explosivo y periodos de tranquilidad que permitieron el desarrollo de arrecifes.

II. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Cerro de Tuxpan se localiza en el municipio de Pihuamo al sureste del estado de Jalisco con coordenadas geográficas 18°57' y 19°23' de latitud norte, 103°14' y 103°32' de longitud oeste presenta una altitud entre 200 y 2100 m. Colinda al norte con los municipios de Tuxpan y Tecalitlán, Jalisco; al este y sur con el estado de Michoacán de Ocampo; al sur y oeste con el estado de Colima (Figura 1).

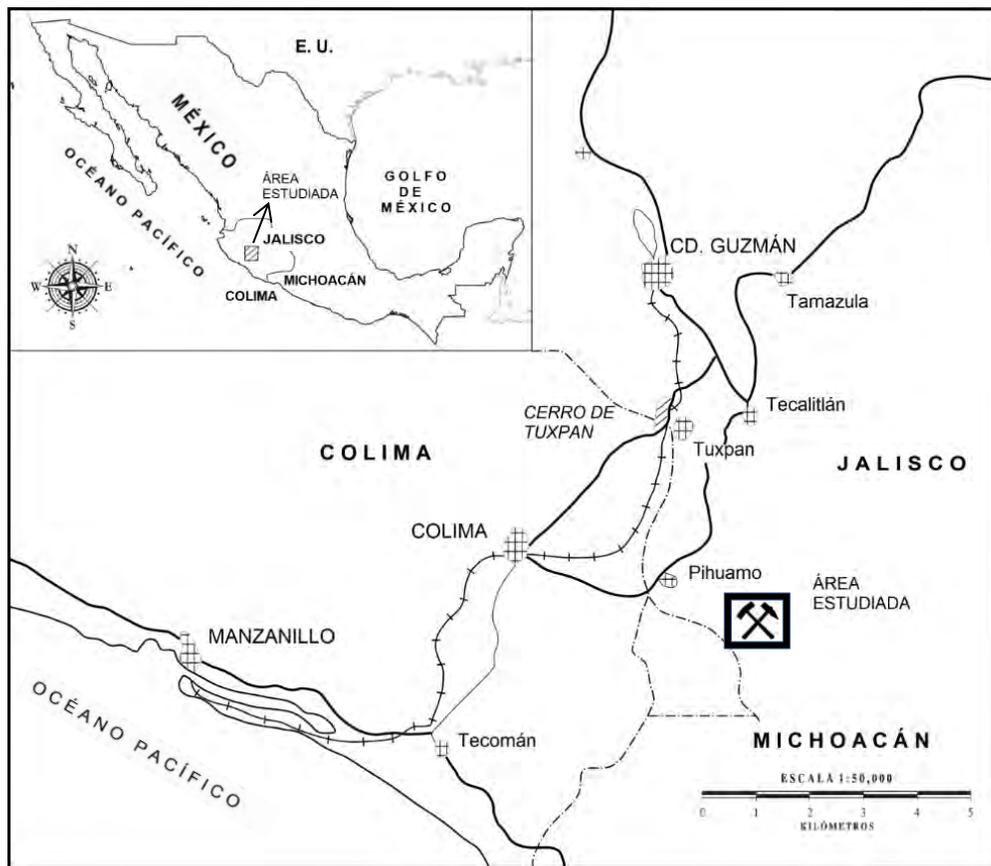


Figura 1. Localización geográfica del Cerro de Tuxpan, Jalisco. Modificado de Pantoja y Estrada (1986).

III. MARCO GEOLÓGICO

III.I. Consideraciones estratigráficas

En la región de Pihuamo existen afloramientos de rocas del Cretácico Inferior de las formaciones Tecalitlán (Neocomiano), Encino (Aptiano Superior-Albiano Inferior) y Vallecitos (Albiano Inferior). Estas unidades fueron propuestas formalmente por Pantoja y Estrada (1986) con localidad tipo en Arroyo de la Navidad (Figura 2).

La Formación Tecalitlán consiste en conglomerado de composición riolítica, dacítica y andesítica discordante en la parte Superior con riolita porfidítica, derrames de andesita y dacita, tobas y piroclásticos de composición riolítica. La edad de la unidad corresponde al Neocomiano.

En discordancia angular a esta unidad se encuentra una secuencia de 415 m de la Formación Encino donde fueron recolectados los moluscos estudiados en los afloramientos que se localizan en las cercanías de la mina El Encino, en el Cerro de Tuxpan, Arroyo Agua Dulce y en la ladera oeste del cerro de La Lumbre, municipio de Pihuamo. La unidad está dividida en dos miembros, el Miembro Inferior con un espesor de 230 m cuya edad corresponde al Aptiano Superior y el Miembro Superior con 185 m de espesor del Albiano Inferior.

III.I.I. Miembro Inferior

El Miembro Inferior de la Formación Encino está conformado por rocas volcanoclásticas y sedimentarias marinas con conglomerados de fragmentos volcánicos en matriz tobácea limo-arenosa, arenisca y limolita calcárea, toba epiclástica y capas de caliza arrecifal.

La sección tipo del Miembro Inferior tiene en su base un conglomerado con fragmentos andesíticos y dacíticos, cementado por una toba celandonítica alterada a arcilla. Además, cuenta con intercalaciones de limolitas rojas y por encima de estas, se tienen areniscas de grano grueso con fragmentos de plagioclasa, ferromagnesianos y fragmentos

líticos volcánicos (Páez, 1992). Sobre el conglomerado se encuentran lentes de calizas con fósiles de bivalvos rudistas, fragmentos de equinodermos-crinoides y gasterópodos de las especies *Nerinea* sp. y *Cassiope* sp. (Pantoja y Estrada, 1986).

Las tobas son intrusionadas por un dique andesítico de carácter hipabisal. Después se tiene un estrato de calizas con rudistas de las especies *Coalcomana ramosa* sp. y *Chondrodonta* sp. (Pantoja y Estrada, 1986; Páez, 1992). Un derrame andesítico de color verde claro cubre la secuencia anterior y sobre este se encuentra una toba lítica, epiclástica, con abundantes fragmentos de roca volcánica. Concordantemente sigue un banco de arenisca feldespática con exfoliación en forma de cebolla.

Pantoja y Estrada (1986) describieron la existencia de una toba vitreolítica (andesítica) que en el microscopio petrográfico se observa con una textura hialopilítica con cristales esféricos de palagonita, zonas con andesina y labradorita, sílice microcristalino, calcita y escamas de clorita con cristales de pirita. Descansando concordantemente sobre estas rocas existe un banco de calizas mudstone. Continúa con una toba vitrolítica, epiclástica que pasa transicionalmente a un conglomerado de fragmentos volcánicos con matriz tobácea calcárea, de textura arenosa, con estratificación que va de capas medianas a masivas, pasando transicionalmente a limolita y arenisca en estratos delgados, del Miembro Superior.

La parte media del Miembro Inferior se encuentra conformado por calizas rosadas dolomitizadas. La edad se obtuvo con base en estudios micropaleontológicos de lentes de las calizas (*Orbitolina* sp.) que se encuentran en esta unidad. Al microscopio la textura varía de micrítica a microespatítica, con bioclastos recristalizados, fragmentos de moluscos, briozoarios y equinodermos, que no es fauna característica. Lo anterior indica un ambiente de plataforma calcárea, en parte arrecifal de aguas someras (Pantoja y Estrada, 1986).

III.I.II. Miembro Superior

El Miembro Superior sobreyace transicionalmente sobre los estratos del Miembro Inferior con una secuencia tobácea de lodolita, limolita y arenisca calcárea, lentes de caliza y conglomerado de calizas. Los sedimentos volcanoclásticos fueron depositados en un medio marino dinámico y somero. Los lentes de caliza contienen fósiles de moluscos correspondientes a dicho ambiente somero. Las capas inferiores de esta unidad corresponden a estratos delgados de limolita y arenisca tobácea calcárea con intercalaciones de lentes delgados de caliza conglomerática con estructuras globulares de lodo calcáreo.

Le siguen estratos delgados de arenisca y limolita tobácea que cambian a limolitas y lodolitas calcáreas con diseminación de pirita y varias vetillas de calcita. El análisis petrográfico hecho por Pantoja y Estrada (1986) a esta limolita denotó que presenta minerales arcillosos y sílice microcristalina, cuarzo, radiolarios silicificados, sericita, cuarzo y vidrio. Asimismo, estos autores reportaron minerales opacos como magnetita y hematita. Intercalados entre las limolitas aparecen capas medianas de caliza lenticular de color gris claro, de grano fino (calcilutita), que se adelgazan al ascender en la sección.

Después se tiene un conglomerado intraformacional con clastos mal seleccionados de calizas y rocas volcánicas en una matriz tobácea calcárea. Del conglomerado se pasa transicionalmente a un banco de caliza mudstone con rudistas. Finalmente, existe una secuencia de areniscas, lutitas y limolitas con estratificación delgada (10 cm) hasta llegar al contacto de la unidad superior.

La Formación Encino sobreyace a las ignimbritas de la Formación Tecalitlán mediante una discordancia ligeramente angular y erosionada. La suprayace el Miembro Tobáceo de la Formación Vallecitos. Pantoja y Estrada (1986), con base en las edades relativas de las especies de gasterópodos *Cassiope* sp. *Nerinea* sp. y de rudistas *Radiolites* sp. encontradas en el área, suponen un ciclo de sedimentación marina entre finales del Aptiano Tardío e inicios del Albiano Temprano. Para el resto de la secuencia estratigráfica de la Formación Encino se tienen fósiles marinos de las especies de rudistas *Coalcomana ramosa* Boehm, *Chondrodonta* sp., *Toucasia* sp. del Albiano Temprano (Pantoja y Estrada, 1986; Páez, 1992) (Figura 2; Figura 3).

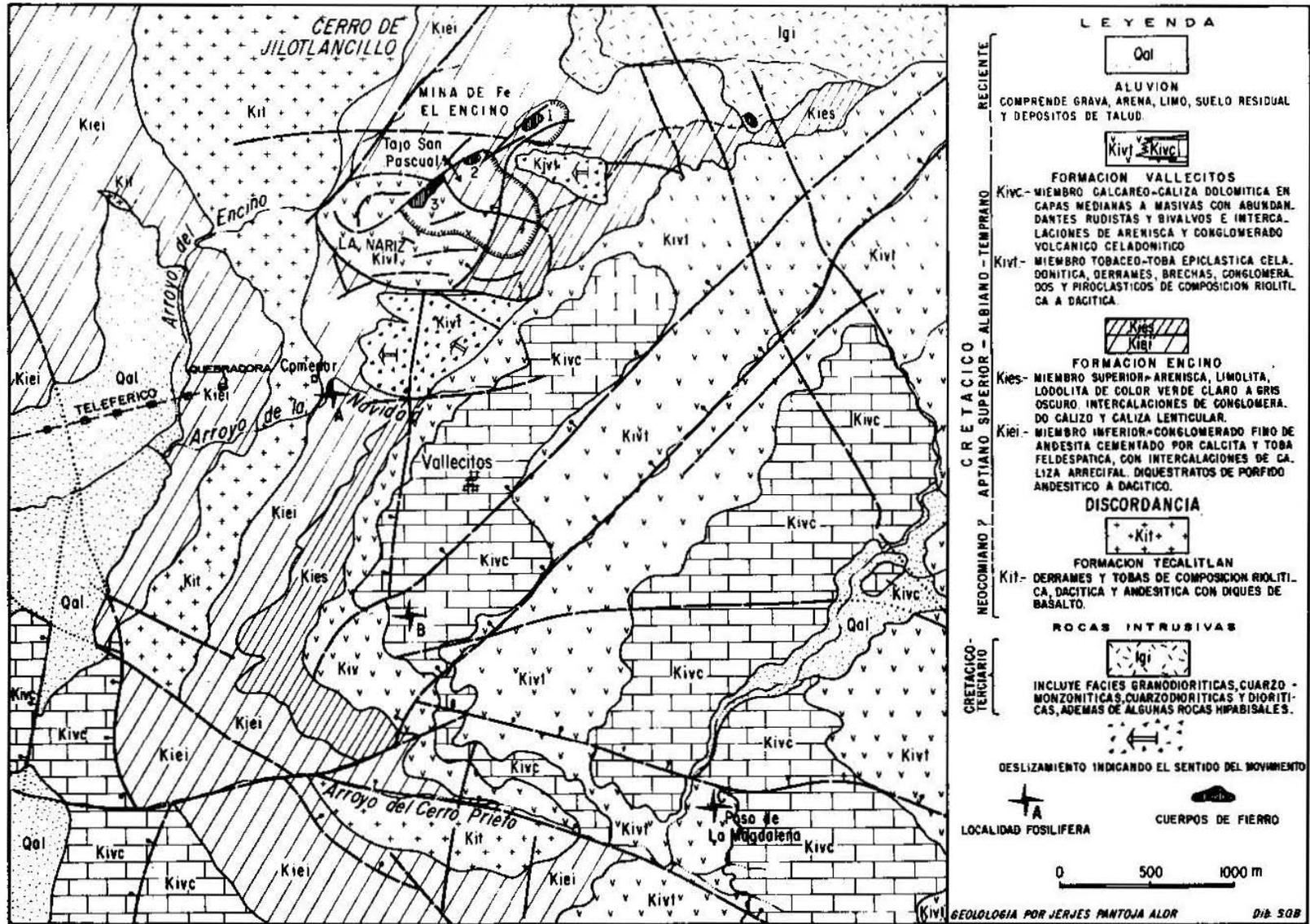


Figura 2. Mapa geológico de los alrededores de la mina El Encino, Pihuamo, Jalisco. Tomado de Pantoja y Estrada (1986).

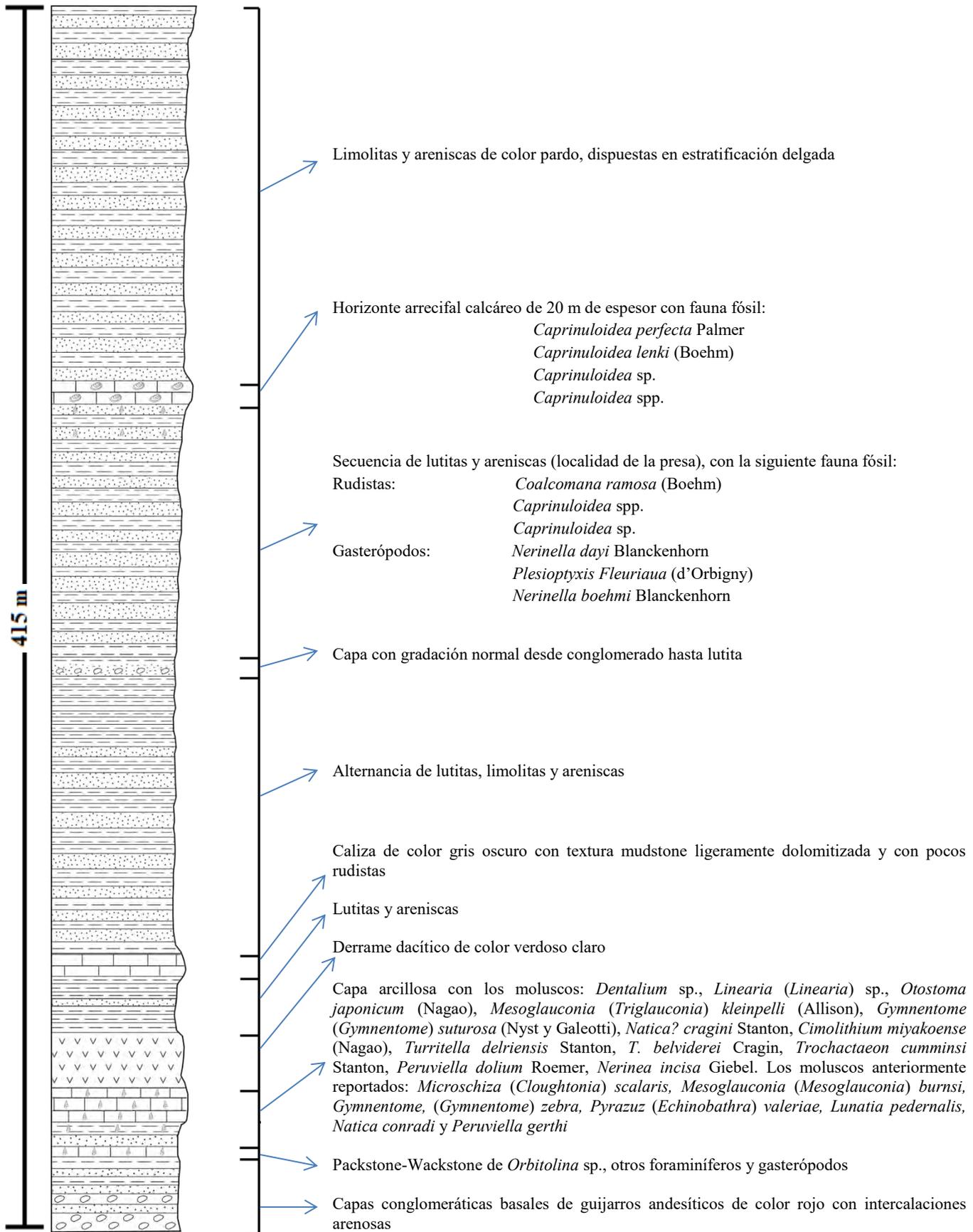


Figura 3. Columna estratigráfica de la Formación Encino. Modificada de Páez (1992).

IV. MATERIAL Y MÉTODO

IV.I. Trabajo de campo

El material fue recolectado durante la prospección geológico-paleontológica realizada en las cercanías del Cerro de Tuxpan, municipio de Pihuamo en el sureste de Jalisco en 1986 por las doctoras Blanca Estela Buitrón Sánchez, Gloria Alencáster Ybarra y el Ing. Jerjes Pantoja Alor investigadores de los departamentos de Paleontología y de Geología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Posteriormente, se obtuvo material fósil en nuevas recolectas en la misma región realizadas por Páez (1992) y por la Dra. Buitrón, entre los años de 1995 a 1999. Los ejemplares fósiles son piezas sueltas que corresponden a conchas y valvas calcificadas bien conservadas de moluscos y algunos moldes. La mayoría de los fósiles de moluscos recolectados pertenecen a gasterópodos, en menor cantidad a escafópodos y a escasos bivalvos. Los tamaños de los ejemplares completos de los gasterópodos varían de tamaño entre 1 a 5 cm de altura. También se recolectaron gasterópodos deformados por compresión mecánica y foraminíferos orbitolínidos.

IV.I. Trabajo de gabinete

La revisión y recopilación bibliográfica permitió la obtención de información sobre las condiciones geológicas y el contenido paleontológico del área de estudio. Diferentes textos permitieron una revisión sobre las principales características morfológicas de las diferentes clases de los moluscos estudiados y de sus hallazgos en diversas localidades de la región occidental de México. Como parte de la consulta bibliográfica para el estudio de las clases de los moluscos estudiados sobresalen las citas de los textos de Paleontología General de Invertebrados (Buitrón, Gómez, y Almazán, 2010), Principles of Invertebrate Paleontology (Schrock y Twenhofel, 1953), Paleontología de Invertebrados (Martínez, M. L. y Rivas, P., 2009), Invertebrados fósiles (Camacho, H. H., 1966), The Scaphopoda, Advances in Marine Biology vol. 42 (Reynolds, 2002), Index Fossils of North America (Shimer y Shrock, 1944), Fósiles tipo Mexicanos (Carreño *et al.*, 1989) y Catálogo

ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe (García-Cubas y Reguero, 2004), entre otros.

Los artículos científicos publicados por diversas revistas, entre ellas: Paleontología Mexicana, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana y Journal of Paleontology fueron de gran importancia para la identificación y descripción de las diferentes especies de moluscos encontradas en México. La recopilación de la información de la Geología del área de estudio se obtuvo principalmente de los textos de Pantoja y Estrada (1986) y Páez (1992). La mayoría de las obras se consultaron en la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra y por internet.

IV.II. Trabajo de laboratorio

Esta actividad se realizó tanto en las instalaciones del Departamento de Paleontología, como en el Taller de Laminación del Instituto de Geología de la UNAM. La actividad que se llevó a cabo en el Taller de Laminación consistió en obtener los cortes y el pulimiento de las superficies de los fósiles. En el Departamento de Paleontología se procedió a la obtención de peels de algunos ejemplares de gasterópodos que facilitaron su identificación y clasificación. En algunos ejemplares muy pequeños, la sección sagital se obtuvo desbastando con abrasivos la mitad de la concha.

IV.II.I. Técnica para la obtención de películas de acetato (“peels”)

La técnica para la obtención de peels es utilizada en paleontología con el objeto de obtener reproducciones de las estructuras internas de fósiles entre ellos bivalvos rudistas y gasterópodos nerineidos. Este método es utilizado también en estudios de paleobotánica y de vertebrados. La ventaja de la técnica de peels permite obtener varias representaciones fieles de secciones tanto sagitales como transversales de un mismo fósil.

La técnica tradicional para elaborar películas de acetato consiste en realizar cortes sagitales y transversales de los fósiles a estudiar, posteriormente se pule el área de interés

del espécimen fósil hasta obtener una superficie lisa. Después se aplica una solución de ácido clorhídrico diluido al 10% sobre la superficie pulida durante unos segundos y, finalmente, se aplica una lámina de acetato sobre la muestra y así se obtiene una película delgada y transparente del espécimen (Sternberg y Belding, 1942; Miller y Jeffords, 1962).

Los peels son una herramienta muy utilizada para la identificación y posterior clasificación de fósiles de nerineidos pues permite observar los pliegues y lóbulos de la parte interna de estos fósiles y también obtener negativos para su reproducción fotográfica. Esto se debe a que la estructura interna de los nerineidos es diferente dependiendo en cada especie.

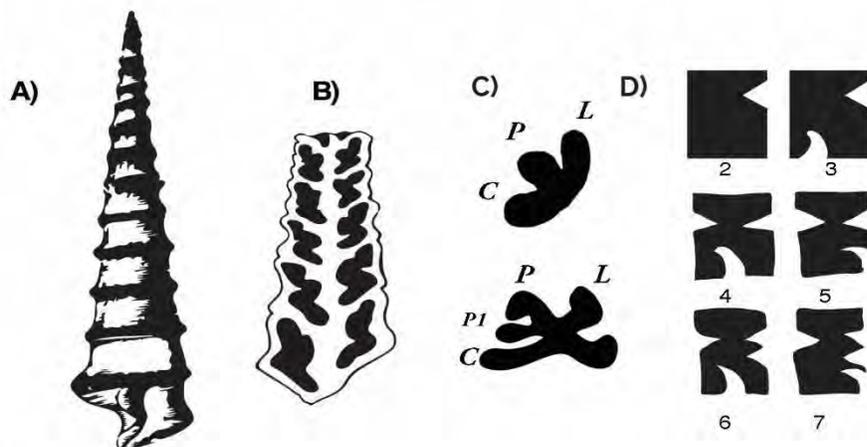


Figura 4. A) Vista longitudinal de *Nerinea* sp. B) Corte longitudinal de un Nerineido adulto. C) Forma típica de un pliegue. Cada pliegue posee un nombre. L. Pliegue labial. P. Pliegue Parietal (P1, Pliegue parietal primario), C. Pliegue Columelar. D) Grados de complejidad de un pliegue. La escala va de 2-7. Tomado de Delpy (1940).

La metodología resumida y empleada para obtener los peels de los especímenes fue la siguiente

1. Se corta el ejemplar longitudinalmente exactamente a la mitad con una máquina cortadora y se pule la superficie.

2. La superficie pulida se lava con agua y jabón para eliminar rastros de grasa que pueda contener. Esta superficie debe de sentirse lisa al tacto.
3. Se agrega una solución de ácido clorhídrico disuelto al 10% en toda la superficie pulida.
4. La superficie pulida es lavada con agua, esta vez con la intención de remover el ácido clorhídrico. Ahora la superficie se debe de sentir áspera.
5. Se deja secar el espécimen por 24 horas con la intención de que quede completamente seco. Algunos autores utilizan un mechero para que el espécimen seque más rápido. Una superficie completamente seca evitará que la acetona quemé la película.
6. El ejemplar se monta en una base de plastilina dejando la superficie pulida lo más horizontal posible.
7. Se corta una película de acetato un poco más grande que la superficie pulida con el fin de que quede sobrante de esta película en los lados. Esto permitirá que se pueda remover la película del ejemplar tomándola por una orilla ya que esté seca.
8. Se coloca acetona en toda la superficie plana y se cubre con la película que se cortó. Ahora se debe de presionar sobre la superficie con un trapo seco con el fin de que la película pueda adherirse mejor y eliminar las burbujas de aire que queden atrapadas en esta.
9. Por último, se deja secar por 24 horas y la película se retira con cuidado. Si la película queda demasiado adherida o se rompe al momento de despegarla, se puede emplear una navaja de rasurar para separarla de la superficie. No se recomienda utilizar ácido o acetona para desprender la película del espécimen.

V. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS CLASES SCAPHOPODA, BIVALVIA Y GASTROPODA

V.I. CLASE SCAPHOPODA BRONN, 1862

Los escafópodos son moluscos que se caracterizan por la forma de la concha que consiste en un tubo de paredes delgadas, curvo en la zona dorsal y convexo en la zona ventral con dos aberturas de diferente tamaño en los extremos, la de menor en el extremo anterior y la grande en el extremo opuesto. La concha presenta cuatro capas, la externa llamada periostraco, después se continúa una capa de aragonita con estructura prismática y dos más internas, de aragonita con estructura lamelar cruzada. La superficie de la concha puede ser lisa, con costillas longitudinales o con estrías (Schrock y Twenhofel, 1953; Martínez y Rivas, 2009).

El manto es la estructura tisular que secreta a la concha de los escafópodos, la región cefálica no está diferenciada y carecen de ojos (Martínez y Rivas, 2009). El pie es cilíndrico y vermiforme. Además, poseen una serie de tentáculos retractiles denominados palpos, los cuales son empleados para capturar a sus presas (Figura 5).

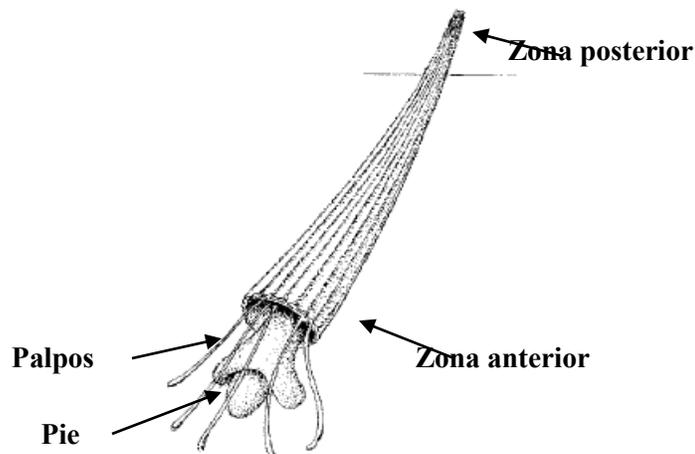


Figura 5. Morfología general de un ejemplar del género *Dentalium*. Modificado de Clarkson (1998).

Los escafópodos no tienen branquias ni osfradios (órgano sensorial presente en algunos moluscos que se encuentra cercano a las branquias y que funciona como quimiorreceptor) por lo que efectúan la respiración a través del manto. La región oral cuenta con rádula con la cual procesan su alimento, la boca se encuentra en el interior del cono bucal y está rodeada por los palpos (Reynolds, 2002).

Todos los escafópodos son bentónicos de hábitos infaunales, viven en la arena o lodo del fondo marino. Habitan en las zonas batiales y neríticas, aunque hay algunas especies que viven en la zona litoral. También habitan en zonas de intramarea y hasta profundidades mayores a 6000 m. Estos moluscos son microcarnívoros alimentándose principalmente de foraminíferos y otros pequeños organismos los cuales atrapan con los palpos (Reynolds, 2002).

Se conocen alrededor de 14 familias de escafópodos y 1,000 especies, las cuales se dividen en dos órdenes: Dentaliida da Costa y Gadilida Starobogatov. A su vez, el orden Gadilida se divide en dos subórdenes que son Entalimorpha y Gadilimorpha (Steiner) e incluyen dos familias: Dentaliidae (Children) y Gadilidae (Stoliczka) también conocidos como Siphonodentaliidae. Los miembros de la primera familia tienen la concha alargada, generalmente con fuertes costillas longitudinales y de mayor diámetro en la extremidad anterior. Comprende al género *Dentalium*, (Linnaeus) cuyos subgéneros pueden ser diferenciados por sus características apicales y por la ornamentación de sus conchas. Los Gadilidae tienen la concha lisa con un abultamiento subcentral (Camacho, 1998).

Se tenían documentados hallazgos fósiles de escafópodos del Ordovícico, como *Plagioglypta iowaensis* (James), pero tales hallazgos han sido replanteados debido a que podrían tratarse de tubos de gusanos (Reynolds, 2002). Los fósiles de escafópodos del Devónico también se han replanteados por Yochelson (2004) y Yochelson *et al.* (2007) y dicho autor asegura que los fósiles escafópodos más antiguos pertenecen al Carbonífero. Además, tampoco existía el registro fósil de escafópodos para el Silúrico hasta que Rohr *et al.* (2006) publicaron un artículo de algunos fósiles de *Dentalium hecetaensis* (Rohr, Bodgett y Baichtal) y *Rhytidentalium cf. kentuckyensis* Pojeta y Runnegar encontrado en el sureste de Alaska en la caliza Heceta pertenecientes al Silúrico. Sin embargo, en dicho

artículo los autores aseguran que, según sus experiencias, sí se tienen fósiles de escafópodos del Devónico (Figura 6).

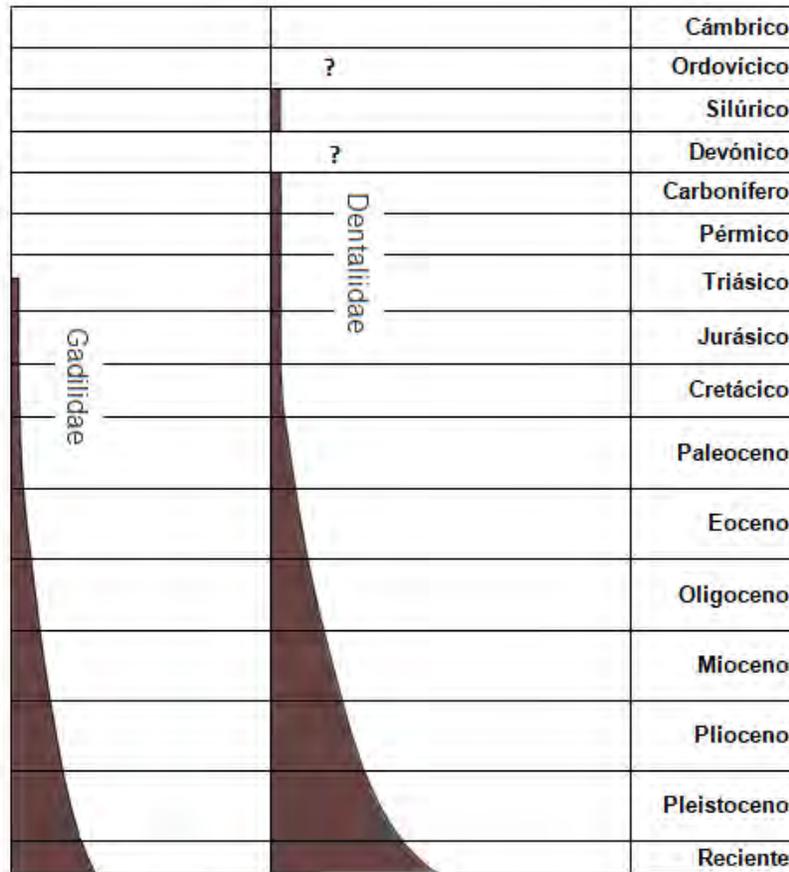


Figura 6. Distribución estratigráfica de escafópodos. Las áreas sombreadas indican expansión en el número conocido de géneros y subgéneros. Modificado de Ludbrook (1960, p. 138).

V.I.I. Historia geológica en México

Particularmente para el Mesozoico de México los ejemplares del género *Dentalium* son muy escasos. Alencáster (1961) describe la presencia de este género en rocas del Triásico Superior de la Formación Santa Clara, estado de Sonora. Buitrón *et al.* (2010) cita a *Dentalium* sp. para el Cretácico del área de Izúcar de Matamoros, Puebla.

En México, los fósiles más comunes de escafópodos pertenecen al Plioceno Inferior en la Formación Agueguexquite, que se llegaba a considerar del Mioceno Medio (Perrilliat, 1963; Pineda *et al.*, 2016), en la región suroriental de Veracruz con *Dentalium praecursor* Pilsbry y Sharp, *D. rimosum* Böse, *Dentalium* cf. *D. rimosum* Boese, *Dentalium* sp., *D. (Dentalium) alazanum* Cooke, *D. (Tesseracme) mexicanum* Perrillat, *D. (?Graptacme) sp.*, *Fustiaria (Laevidentalium) haytense* (Gabb), *Fustiaria (Laevidentalium) cf. F. perlongum* (Perrilliat, 1974). También se tienen fósiles en el Cenozoico de Baja California en la localidad de Tepuxtete con un ejemplar de *Dentalium neohexagonum* Sharp y Pilsbry.

V.II. CLASE BIVALVIA LINNEO, 1758

Los bivalvos, también conocidos como pelecípodos o lamelibranquios, son moluscos cuyas conchas presentan dos valvas articuladas entre sí por una charnela. Su tamaño varía de unos cuantos milímetros a centímetros. Se refiere a estos moluscos como pelecípodos refiriéndose al órgano locomotor en forma de hacha y lamelibranquios debido a las características de su sistema respiratorio (branquias laminares).

La concha puede ser de aragonita o calcita, además está cubierta de una capa orgánica epitelial conocida como periostraco. Las vísceras de estos moluscos están contenidas en el manto que se divide en dos partes o lóbulos paleales y cada uno segrega una pieza calcárea que posteriormente da lugar a las valvas. Estas valvas son izquierda o derecha dependiendo de la posición de los umbones. La cubierta exterior de las valvas se forma gracias a la secreción del periostraco (Figura 7).

En la superficie interior del periostraco, el manto deposita carbonato de calcio (CaCO_3) que en un principio toma forma de prismas y, posteriormente, se deposita en forma de laminillas paralelas a la superficie (Schrock y Twenhofel, 1953; Swinnerton, 1972; Buitrón *et al.*, 2010).

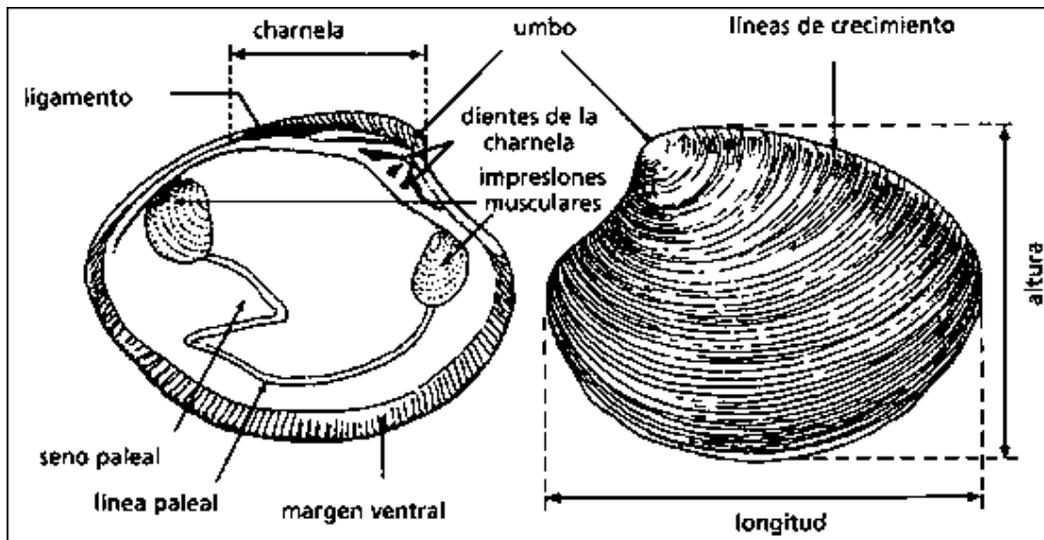


Figura 7. Se muestra la parte interna y externa de la concha de un bivalvo. Modificada de Cesari y Pellizzato (1990).

La charnela o bisagra está formada por dientes (elevaciones) y fosetas (depresiones), en ella se encuentra una estructura llamada ligamento constituido por conquiolina (proteína) y espículas calcáreas que permite la abertura de las valvas y al ser un componente blando en los bivalvos, se pierde en el proceso de fosilización.

La concha puede presentar ornamentaciones en forma de costillas radiales, pliegues concéntricos, líneas de crecimiento, carinas, lamelas, escamas, tubérculos o espinas. En ocasiones se presentan tanto costillas radiales como líneas concéntricas que dan una apariencia reticulada.

En la concha se distinguen cuatro partes: la anterior donde se encuentra la boca, la ventral con el pie y donde las valvas se abren con mayor amplitud, la posterior donde se halla la abertura anal y la dorsal con la charnela y el umbón. En el interior de la concha, los bivalvos pueden tener una o dos impresiones que corresponden con la posición de los músculos aductores anterior y posterior (Buitrón *et al.*, 2010). Al contraerse los músculos aductores, se cierran las valvas aislando por completo la parte blanda del molusco y la relajación de estos músculos permite que las valvas se vuelvan a abrir. Además, los

músculos aductores ayudan a mantener juntas las valvas juntas desde el interior del organismo (Swinnerton, 1972; Schrock y Twenhofel, 1953).

Dentro de las valvas se encuentra marcada una línea que es paralela al margen impreso por el manto y que se encuentra entre los músculos, esta línea recibe el nombre de línea paleal que en algunos casos es continua y en otros se encuentra engolfada (seno paleal) en el extremo posterior (Buitrón *et al.*, 2010).

La altura de los bivalvos es la distancia que existe entre el plano de simetría del umbón y el margen ventral. La longitud se mide como la máxima distancia de los márgenes posterior e interior al plano de simetría. El espesor se obtiene de las valvas cerradas y equivale a la distancia de cruce perpendicular del plano de simetría y la superficie de las valvas, mientras que el espesor de una valva es la distancia la parte interna de una valva a la superficie más externa. La parte inicial de las valvas es conocida como umbón y este usualmente se curva hacia la parte anterior de la concha. (Schrock y Twenhofel, 1953; Checa y Domènech, 2009).

Los umbos son prosogiros si apuntan hacia la parte anterior, opistogiros si apuntan hacia la parte posterior o ortogiros si se miran mutuamente. Si los umbones se enrollan, se denominan recurvados (Checa y Domènech, 2009).

Tanto los bivalvos como los braquiópodos presentan dos valvas hechas de CaCO_3 . Sin embargo, pueden diferenciarse debido a que los braquiópodos poseen sus valvas desiguales, pero el plano de simetría corta a las dos valvas de forma simétrica mientras que la simetría en los bivalvos se encuentra en el plano de comisura que pasa entre sus valvas.

Además, mientras que las valvas de los braquiópodos son denominadas valva dorsal y ventral, las de los bivalvos se denominan izquierda y derecha. También los braquiópodos presentan los dientes en una valva y las fosetas en la otra. Los bivalvos tienen los dientes y las fosetas en ambas valvas.

Los bivalvos se conocen desde el Cámbrico Inferior con la presencia de *Fordilla* y *Pojetaia* y sus subclases mayores fueron establecidas en el Ordovícico. Sin embargo, llegaron a ser más comunes en el Mesozoico (Enay, 1990; Checa y Domènech, 2009).

Los fósiles de bivalvos fósiles suelen ser muy buenos indicadores estratigráficos debido a que son muy comunes en sedimentos de ambientes de plataforma y en medios acuáticos continentales. Estos moluscos son importantes para la interpretación de paleoambientes y la reconstrucción de cuencas sedimentarias.

Por su parte, los rudistas fueron un grupo de bivalvos que habitaron las aguas someras del mar de Tethys entre el Jurásico Superior y el límite Cretácico-Paleógeno (Checa y Domènech, 2009). Se hallaban pegados al sustrato y formaban biohermas. Son muy importantes en la industria petrolera ya que la porosidad de las rocas formadas por los fósiles permitieron el paso de hidrocarburos.

Los estudios tafonómicos en las conchas fósiles de los bivalvos, siempre y cuando no hayan sufrido alteración diagenética, pueden brindar información a qué temperatura se formó la capa de CaCO₃ de la concha a partir de los valores de la relación ¹⁸O(δ¹⁸O). De manera similar, la relación ¹³C/¹⁴C de las conchas indica paleoproduktividad (Checa y Domènech, 2009).

V.II.I. Historia geológica en México

Los fósiles de bivalvos del Paleozoico de México son escasos encontrándose algunos restos fósiles en la región de Santiago Ixtaltepec en Oaxaca pertenecientes al Pensilvánico con *Myalinella meeki* (Dunbar), *Septimyalina* sp., *Leptodesma* (*Leptodesma*) sp., *Pterinopectinella* sp., *Aviculopecten* cf. *A. basilicus* Newell, *Aviculopecten* sp. A, B, C, D, *Limipecten* cf. *L. texanus* Girty, *Streblopteria* sp., *Euchondria* cf. *E. levicula* Newell, *Euchondria* sp., *Schizodus* cf. *S. ulrichi* Worthen, *Astartella concentrica* (Conrad), *Edmondia ovata* Meek y Worthen, *Ectogrammysia prolata* Hoare, *Nuculopsis* sp., *Palaeoneilo sinuosus* Quiroz y Perrilliat, *Peleyoldia* sp., *Phestia bellistriata* (Stevens) y *Phestia* sp. (Quiroz y Perrilliat, 1998; Quiroz y Perrilliat, 1997).

En la región de La Concordia en el sureste del Chiapas se han encontrado fósiles de estos moluscos del Pensilvánico en la Formación Santa Rosa Inferior con *Aviculopecten* sp. y *Palaeolima* sp. (Buitrón, 1977).

Del Pérmico Inferior se tienen fósiles de bivalvos en la Formación Tuzancoa de Otlamalacatla en el noreste del estado de Hidalgo con *Promytilus* sp., *Posidoniella* sp., *Leptodesma* (*Leptodesma*) cf. *L.* (*Leptodesma*) *falcata* Boyd y Newell, *Bakevellia* sp., *Euchondria* cf. *E. cooperi* Newell y Boyd, *Aviculopecten* cf. *A. basilicus* Newell, *Cyrtorostra* cf. *C. varicostata* Branson, *Obliquipecten* sp., *Streblochondria sculptilis* (Miller), *Streblopteria montpelierensis* (Girty), *Cassianoides* sp., *Acanthopecten coloradoensis* (Newberry), *Schizodus texanus* Clifton, *Eoastarte subcircularis* Ciriacks, *Lyroschizodus* cf. *L. orbicularis* Newell y Boyd, *Astartella subquadrata* Girty y *Sanguinolites* sp. (Quiroz-Barroso *et al.*, 2012).

Para el Pérmico Medio se han encontrado fósiles de estos moluscos en el noreste de Olinalá, Guerrero con *Nuculavus levatiformis* (Walcott), *Palaeoneilo mcchesneyana* (Girty), *Posidoniella* sp., *Septimyalina burmai* (Newell.), *Bakevellia* sp., *Leptodesma* (*Leptodesma*) sp., *Edmondia phosphatica* Girty y ?*Cardiomorpha* sp. (Guerrero y Quiroz-Barroso, 2013).

En el Triásico Superior, específicamente del Carniano, de la Formación Santa Clara en Sonora se identificaron especies de bivalvos como *Nuculana curvirostris* Alencáster, *Myophoria mexicana* Alencáster, *Myophoria* sp., cf. *M. laevigata* (Zieten), *M. boesei* (Frech), *Trigonia* sp., *Mytilus* (*Chloromya*) *sonorensis* Alencáster, *Cassianella* sp., cf. *C. woyaniana* (McLearn), *Monotis* sp., cf. *M. montini* McLearn, *Entolium* sp., cf. *E. subdemissus* Münster y *Anodontophora remondi* (Gabb). En la Localidad de San Marcial, Sonora con *Myophorigonia salasi* sp. (Alencáster, 1961). También se tienen fósiles del Triásico Superior en el estado de Zacatecas en la región del Arroyo Calavera con los géneros *Avicola*, *Cassionella*, *Halobia* y *Palaeoneilo* (Buitrón *et al.*, 2010).

De la Formación Antimonio en la Sierra del Álamo, Sonora se tienen fósiles de estos moluscos con edades del Triásico tardío (Norico-Rético), tales especies son *Xiaoschuiculana tozeri* McRoberts, ?*Lopha cordillerana* McRoberts, *Propeamussium* cf. *P. schafhaeutli* (Winkler), *Chlamys* sp., *Gervillaria* sp., *Cardinioides* sp., *Myophorigonia jaworskii* (Steinmann), *Palaeocardita peruviana* Cox, *Schafhaeutlia* sp. (McRoberts, 1997). También se colectaron especímenes de *Mysidioptera mexicana* Damboreana,

Palaeolopha cf. *Haideingeriana* (Emmrich.), *Weyla* (*Weyla*) *alata* (von Buch), *Myophoriopsis sonorensis* Damboreana (Damboreana y González, 1997) y *Myophorigonia salasi* Alencaster (Stanley *et al.*, 1994).

Del Jurásico Inferior hay ejemplares de fósiles bivalvos en la Formación Sierra de Santa Rosa en Sonora con *Pinna* sp., *Plagiostoma* cf. *P. punctatum* J. Sowerby, *Entolium* (*Entolium*) *disciforme* (Schübler y Zieten), *Falcimytilus* sp., *Modiolus* cf. *M. baylei* Philippi, *Costatoria?* sp., *Myoconcha neuquena* Leanza, *Neocrassina?* sp., *Pholadomya* cf. *P. fidicula* (J. Sowerby), *P.* cf. *P. ambigua* (J. Sowerby), *Pachymya?* sp., *Ceratomya* sp., *Gresslya* cf. *G. striata* Agassiz y *Platymyoidea* sp. (Damboreana y González-León, 1997).

Un importante conjunto de fósiles bivalvos del Jurásico Medio se sitúa en las regiones de Tezoatlán-San Juan Diquiyú en el estado de Oaxaca y en Huamuxtitlán-Cualac perteneciente al estado de Guerrero. En tales regiones se encuentran las formaciones Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucuñuti. Estas unidades forman parte del Grupo stratigráfico Tecocoyunca (Alencáster, 1963).

Del Jurásico Medio en la región de Tezoatlán, Oaxaca en la Formación Taberna con *Parallelodon* (*Grammatodon*) sp., *Mytilus* (*Falcimytilus*) cf. *stricapillatus* Hayami, *M.* cf. *sublaevis* Sowerby, *Trigonia* (*Trigonia*) *erbeni* Alencáster., *T.* (*Indotrogonia*) *impressa* Broderip, *Myophorella formosa* (Lycett), *Vaugonia* (*Vaugonia*) *kobayashii* Alencáster., *V.* (*V.*) *v-costata* (Lycett) *mexicana* Alencáster, *Opis* cf. *leckenbyi* Wright, *Anatina* (*Cercomya*) *burckhardti* Alencáster y ?*Thracia* sp. (Alencáster, 1963).

La Formación Otatera, también en la región de Tezoatlán en Oaxaca, con *Parallelodon* (*Beushausenia*) cf. *P. rasilis* (Whidborne), *Mytilus* (*Falcimytilus*) cf. *stricapillatus* Hayami, *Eocallista imlayi* Alencáster y *Crenotrapezium hayamii* Alencáster (Alencáster, 1963).

La Formación Yucuñuti con *Volsella imbricata* (Sowerby), *Mytilus* (*Falcimytilus*) cf. *stricapillatus* Hayami, *Inoceramus* cf. *fuscus* Quenstedt, *Lima* (*Plagiostoma*) sp., *Vaugonia* (*Vaugonia*) *kobayashii* Alencáster, ?*Astarte* sp., *Eomiodon fimbriatus* (Lecett), *Anisocardia subquadrata* Alencáster, *A. coxi* Alencáster, *Isocardia mixteca* Alencáster,

Lucina bellona d'Orbigny, *L. magna* Alencáster, *Unicardium varicosum* (Sowerby), *Cardium* sp., *Corbula oaxaqueña* Alencáster, *Pholadomya* cf. *vezelayi* (D'Archiac) y ?*Thracia* sp. (Alencáster, 1963).

Para el Jurásico Superior se han recolectado fósiles de bivalvos en la Formación Cucurpe, de la parte norcentral en Sonora con *Grammatodon* (*Grammatodon*) *hersilius* (d'Orbigny), *G.* (*Grammatodon*) *hersilius* (d'Orbigny), "*Lucina*" *potosina* Aguilera, "*Lucina*" sp., *Integricardium* (*Integricardium*) sp. e *Isocyprina?* sp. (Villaseñor et al., 2005).

En la región de Petlalcingo perteneciente al estado de Puebla, Alencáster y Buitrón (1965) identificaron a las siguientes especies del Jurásico Superior: *Cucullaea* sp., *Parallelodon* (*Grammatodon*) *montanayensis* (Loriol), *Modiola maloniana* Cragin, *Pinna quadrifrons* Cragin. *Lima comatulicosta* Felix, *Gryphaea mexicana* Felix, *Myophorella* (*Myophorella*) *sologureni* (Felix), *Trancredia autissiodorensis* (Cotteau), *Astarte posticalva* Cragin, *A. ajuriana* Alencáster y Buitrón, *Arctica coteri* (Castillo y Aguilera), *Eomiodon microphyes* (Felix), *Lucina potosina* Castillo y Aguilera, *L. potosina metrica* Cragin, *L. balmensis* Contejean, *Unicardium excentricum* D'Orbigny, *Tapes cuneovatus* Cragin, *Pleuromya inconstans* Castillo y Aguilera, *Pholadomya hemicardia* Roemer, *P. protei* (Brongniart), *P. fidicula* (Sowerby) y *Anatina* sp.

También del Jurásico Superior se tienen fósiles en Coahuila, Durango, Zacatecas con los géneros *Grammatodon*, *Lucina*, *Arctica*, *Eocallista*, *Pholadomya*, *Nanogyra* y *Buchia*. En el estado de San Luis Potosí en la Sierra Catorce con el género *Buchia* (Buitrón et al., 2010).

La Formación San Ricardo (Kimmeridgiano-Titoniano) ubicada al oeste de Chiapas con *Nuculana* sp.; *Inoperna* sp. cf. *I. perplicata* (Etallon), *Placunopsis* sp., *Mesomilitha portlandica* (J. de C. Sowerby), *Lucina* sp. cf. *L. radiata* Contejean, *Protocardia dufrenoyca* (Buvignier), *Tancredia* (*Tancredia*) sp. cf. *T. (T.) subcurtansata* Lycett, *Ptychomya stantoni* Cragin, *Eocallista* (*Eocallista*) *brongniarti* (Römer), *Eocallista pulchella* (Loriol), ?*Ceratomya* sp. y *Pleuromya tellina* Agassiz (Alencáster, 1977).

Del Cretácico Inferior en la Formación San Juan Raya en el estado de Puebla con *Cucullea (Macrodon) rayaensis* Aguilera, *Isognomon lamberti* (Müllerried), *Ostrea alicula* Hamlin, *Exogyra acuticosta* (Nyst y Galeotti), *Pterotrigonia plicatocostata* (Nyst y Galeotti), *Astarte subcostata* d'Orbigny, "*Cyprina*" *sanzi* Landerer, *Cerbis* ("*Sphaera*") *corrugata* (Sowerby), *Panope neocomiensis* (Leymerie) y *Pholadomya* cf. *gigantea* (Sowerby) (Alencáster, 1956). En la Formación Zapotitlán, Puebla con *Exogyra tuberculifera* Koch y Dunker, *Neithea (Neitheops) atava* (Roemer), *Cardium costae* Choffat, *C.* cf. *cottaldinum* d'Orbigny y *Pholadomya* cf. *pedernalis* Roemer (Alencáster, 1956).

Localizados en la región de Huetamo en Michoacán, se hallaron dos especies fósiles de rudistas del Aptiano Inferior en la Formación San Lucas y la Formación Comburindio. Las especies de rudistas encontradas por Alencáster y Pantoja (1995) son: *Caprina massei* Alencáster y *Pantojaloria sphaerica* Alencáster. La Formación Alisitos ha sido datada en el Albiano-Aptiano gracias a algunas características fósiles. Un ejemplo de lo anterior es la especie de rudista *Caprinuloidea perfecta* Palmer (Almazán, 1988; Payne *et al.*, 2004).

La Caliza El Abra, del Albiano y ubicada en el estado de Querétaro, contiene algunos rudista caprínidos como son: *Guzzyella bisulcata* Alencáster, *G. acuminata* Alencáster, *Guzzyella* sp. 1-2, *Muellerriedia boesei* Alencáster y *Muellerriedia* sp. (Alencáster, 1998).

Para el Cretácico Medio (Albiano) Alencáster (1973) reporta a especie de rudista *Toucasia patagiata* (White), en la Formación Cipiapa entre los estados de Puebla y Oaxaca. En la Formación Mal Paso en la región de Huetamo (Michoacán) con el rudista *Toucasia hancockensis* Whitney que pertenece al Albiano Inferior y fue descrito por García-Barrera (1995).

De la Sección Hornos Viejos situada al sur del Cerro de Tuxpan en el estado de Jalisco, con la especie de rudista bivalvo *Coalcomana ramosa* (Boehm) del Albiano Inferior (Alencáster y Pantoja, 1986). También del Albiano Inferior de la Formación Vallecitos ubicada en el Municipio de Pihuamo en Jalisco, se encontró una nueva especie de rudista caprotínido nombrada *Jerjesia encina* Alencáster (Alencáster, 1986).

Para el Albiano Superior, Alencáster y Aguilar-Pérez (1995) describen a la nueva especie de rudista de la familia Caprinidae: *Jalpania queretana* Alencáster y Aguilar-Pérez. Este rudista caprínido fue hallado en la Formación El Abra en el estado de Querétaro.

Del Cretácico Superior en la Formación Rosario perteneciente al estado de Baja California con fósiles de estos moluscos como: *Cucullaea mathewsonii* Gabb, *C. gigantea* Conrad, *Ostrea subovata* Shumard, *O. glabra* Meek y Hayden, *Trigonia* sp., *Crassatellites* sp., *Venericordia hornii* (Gabb), *Trigonocallista umzambiensis* (Woods), *Gari Martini* (Dickerson) y *Goniomya americana* Meek y Hayden. En la Formación San Fernando con *Exogyra* cfr. *Exogyra whitneyi* Böse, *Trigonia guadalupae* Böse, *Astarte* sp. (Perrilliat, 1968).

La Formación Mexcala, localizada en el estado de Guerrero y perteneciente al Maastrichtiano, contiene algunos ejemplares de moluscos bivalvos como *Nucula ciboloensis* Stephenson, *N. corsicana* Stephenson, *Crenella serica* Conrad, *Camptonectes* sp., *Neithea* (*Neithea*) cf. *youngi* Myers, *Plicatula batnensis* Coquand, *Astarte similis* Münster y Golgfuss, *Cardium* sp., *Protocardia?* sp., *Veniella* sp., *V.* cf. *jamaicensis* (Rechmann), *Corbula grassiplica* Gabb y *C.* cf. *paracrassa* Wade (Perrilliat et al., 2000).

En la Sierra el Antrisco de Nuevo León perteneciente al periodo Maastrichtiano con *Nucula* sp. cf. *N. chatfieldensis* Stephenson, *Nemodon* sp., *Glycymeris* sp., *Pinna* sp. cf. *P. laqueata* Conrad, *Inoceramus* sp. cf. *I. vanuxemi* Meek y Hayden, *Exogyra costata* Say, *Flemingostrea subspatulata* (Forbes), *Trigonia* sp., *Crassatella vadosa bexarensis* Stephenson, *C. vadosa manorensis* Stephenson, *Crassatella* sp., *Granocardium* sp., *Trachycardium eufaulense* (Conrad), *T. eufaulense huntanum* (Stephenson), *Pachycardium stantoni* (Wade), *Pholas pectorosa* Conrad, *Pholadomya occidentalis* Morton, *P. coahuilensis* Imlay, *Pholadomya* sp. y *Periplomya* sp. cf. *P. sulcatina* (Shumard) (Vega y Perrilliat, 1990).

En el Cretácico Superior son importantes los fósiles de rudistas y otros bivalvos encontrados en Cerro Muleros y Placer de Chihuahua, San Luis Potosí y Mazapil en Zacatecas (Buitrón et al., 2010). En Chiapas se tienen diversas localidades de fósiles de rudistas con *Plagiptychus* cf. *P. jamaicensis* (Whitfield), *P. muellerriedi* Alencáster, *P.*

agariciformis Alencáster, *Titanosarcolithes giganteus* (Whitfield), *T. macgillavryi* Alencáster, *Biradiolites cancellatus* (Whitfield), *B. rudissimus* Trechmann, *Bournonia cardenasensis* (Böse), *Thyrastylon chubbi* Alencáster, *Durania nicholasi* (Whitfield), *D. ojanthalensis* Myers, *Sauvagesia macroplicata* (Whitfield), *Tampsia floriformis* Myers, *Barrettia monilifera* Woodward, *B. multilirata* Whitfield, *B. gigas* Chubb, *Praebarrettia sparcilirata* (Whitfield) y *Chiapasella radiolitiformis* (Trechmann) (Alencáster, 1971).

La especie *Linearia (Linearia) belli* Myers fue hallada en La Formación Ocozocoautla del Cretácico Superior (Campaniano-Maastrichtiano) y que se ubica al noreste de Chiapas (Buitrón *et al.*, 1995).

Se han encontrado fósiles de bivalvos pertenecientes al Cenozoico de Baja California en la Formación Tepetate del Paleoceno-Eoceno con *Pododesmus newcombei* Clark y Arnold (Perrilliat, 1968); en el Aluvión del Cenozoico de la región de Tepuxtete con *Tellina cf. Tellina oldroydi* Wiedey (Perrilliat, 1968).

En Coatzacoalcos, Veracruz se tienen fósiles de bivalvos y otros moluscos del Plioceno Inferior en la Formación Agueguexquite. Las especies fósiles de bivalvos de esa región son *Arcinella arcinella* (Linné), *Americardia media* (Linnaei), *Gouldia insularis* (Dall y Simpson) y *Lirophora (Panchione) mactropsis* (Conrad) (Perrilliat y Flores, 2011). En la Formación Tuxpan perteneciente al estado de Veracruz se tienen fósiles de moluscos bivalvos pertenecientes al Mioceno Medio. Tales especies fósiles son *Pycnodonte (Crenostrea) veracruzana* Perrilliat, *Hytissa haitensis* (Sowerby), *Cubitostrea rugifera* (Dall), *Plicatula densata* Conrad, "*Lyropecten*" *dumblei* (Gardner) *Clementia (Clementia)* sp. cf. (*Cl.*) (*Clementia*) *dariena dariena* (Conrad) y *Panopea parawhitfieldi* (Gardner) (Perrilliat, 1994).

En la Formación Agueguexquite entre el Mioceno Medio-Tardío (Pineda *et al.*, 2016) en Veracruz con especies como: *Barbatia (Acar) domingensis* (Lamarck), *Anadara (Anadara) latidentata* (Dall), *A. strebla* (Gardner), *A. (Anadara) campechensis* (Dillwyn), *Glycymeris (Glycymeris) jamaisensis* Dall, *Ostrea raveneliana* Toumey y Holmes, *Spondylus bostrychites* Guppy, *Plicatula marginata* Say, *Pododesmus burnsi* Mansfield, *Codakia (Jagonia) guppyi* Woodring, *Macrocallista (Paradione) maculata* (Linnaeus),

Chione (Chamelea) craspedonia Dall, *Ch. (Chamelea) rhodia* Dall, *Tellina (Phyllodina) dodona* Dall, *Maetra lateralis* Say y *Corbula (Corbula) sericea* Dall (Perrilliat, 1963).

V.III. CLASE GASTROPODA CUVIER, 1797

Los gasterópodos son moluscos de una concha que pueden ser marinos, terrestres y dulceacuícolas. La concha está hecha de carbonato de calcio (CaCO_3) y experimenta enrollamiento helicoidal gracias a la torsión de esta durante el desarrollo del organismo. Además, estos moluscos tienen un pie que sobresale de la concha y sus vísceras se alojan dentro de la misma. El cuerpo de los gasterópodos está dividido en el pie, la cabeza y la masa visceral.

La cabeza es diferenciada y se localiza en la parte anterior al pie. En ella se encuentra la boca, dos tentáculos sensoriales y los ojos que se encuentran en los extremos de los tentáculos o en la base de estos (Buitrón *et al.*, 2010).

El pie tiene una superficie plana y su función es la de locomoción del organismo reptando sobre el sustrato (Buitrón *et al.*, 2010; Schrock y Twenhofel, 1953). Se desarrolla sobre el lado ventral del cuerpo y posterior a la cabeza. En algunas especies marinas, el pie es usado para nadar adaptando formas de aletas o alas (Schrock y Twenhofel, 1953). Algunas especies desarrollan un opérculo en la parte posterior del pie y el cual encierra el cuerpo del animal al meterse en su concha (García-Cubas y Reguero, 2004).

El saco visceral se encuentra dentro de la univalva y se enrolla en espira (Buitrón *et al.*, 2010; García-Cubas y Reguero, 2004). El sistema nervioso de los gasterópodos contiene numerosos ganglios los cuales ayudan al organismo a obtener información del medio que los rodea. Los tentáculos cefálicos son táctiles y sirven como guía en el ambiente donde viven. Los tentáculos cefálicos pueden llevar ojos (para detectar la luz y dirección de donde proviene), estastocistos (conjunto de células sensoriales) u osfraido (quimiorreceptor localizado cerca de la branquia) (Gorrostieta *et al.*, 2011). En muchos gasterópodos adultos, el cuerpo es asimétrico debido a la torsión que sufre este durante el

crecimiento de sus partes blandas. Sin embargo, la simetría de los gasterópodos, al igual que todos los moluscos, es bilateral.

En estado larvario, los gasterópodos tienen simetría bilateral, pero conforme se van desarrollando estos organismos, esta simetría va perdiendo debido a la torsión de 180°. Las branquias, los riñones y el ano que inicialmente son posteriores, ocupaban una posición anterior (Buitrón *et al.*, 2010). La rádula se encuentra en la cavidad bucal y cuenta con unos dientecillos de quitina soportados por un ondóro cartilaginoso. El movimiento de la rádula de atrás hacia adelante permitiéndole limar su alimento (Schrock y Twenhofel, 1953).

La concha o esqueleto externo de los gasterópodos tiene una forma conispiral, salvo algunas excepciones del Paleozoico que tienen un enrollamiento planispiral. Está hecha de aragonita y se encuentra cubierta por el periostraco que es una película delgada de conquiolina (Figura 8). La concha es producto de la segregación del manto y se enrolla en hélice alrededor de un eje (Buitrón *et al.*, 2010). Las vueltas de la concha reflejan las vueltas del cuerpo del organismo (Schrock y Twenhofel, 1953).

La torsión de la concha puede ser en el sentido de las manecillas del reloj, denominada dextrorsa, o en el sentido antihorario, es decir, torsión sinistrorsa (García-Cubas y Reguero, 2004). Asimismo, si la torsión es dextrorsa, la abertura quedará a la derecha del observador y recibirá el nombre de abertura destal. Con torsión sinistrorsa, la abertura quedará al lado izquierdo del observador y recibirá el nombre de abertura sinestral.

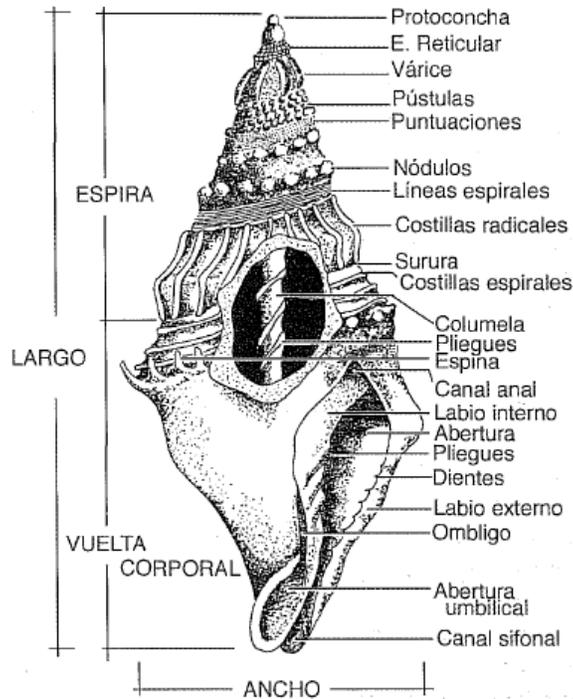


Figura 8. Concha de un gasterópodo que muestra las características morfológicas. Tomado de García-Cubas (1981).

En la parte terminal de las conchas de los gasterópodos se encuentra el ápice y cuando comienza el crecimiento del animal, este se va enrollando hasta formar una protoconcha. La espira es la parte de la concha formada por todas las vueltas que siguen al ápice, excepto la última vuelta. El número de vueltas que presentan estos organismos es variable. Por último, la abertura de la concha es conocida como boca y corresponde a la última vuelta. Su forma puede ser cuadrangular, oval, circular, entre otras. En el borde de la abertura se encuentra el labio interno que está en el margen adyacente de la columela y el labio externo que se encuentra opuesto a esta. (Buitrón *et al.*, 2010; Schrock y Twenhofel, 1953). La línea de contacto entre las vueltas adyacentes es conocida como sutura.

Las vueltas completas sobre un eje, excepto la última, se denominan espiras. La protoconcha se inicia en el vértice del helicocono. Este inicio se llama núcleo de la protoconcha (Schrock y Twenhofel, 1953; Gili y Martinell, 2009). A diferencia del resto de

los moluscos, los gasterópodos han podido adaptarse no solo a ambientes marinos sino también a ambientes terrestres y de agua dulce (García-Cubas y Reguero, 2004).

Los gasterópodos son conocidos desde el Cámbrico. Sin embargo, llegan a tener una mayor importancia en los periodos Triásico y Cretácico del Mesozoico. En el Cenozoico, estos moluscos una gran importancia bioestratigráfica marina y continental (Gili y Martinell, 2009).

V.III.I. Historia geológica en México

Fósiles de gasterópodos del Pérmico en México han sido encontrados en Sonora de donde ha sido reportado el género *Donaldina* (Gómez *et al.*, 2010) en la Formación La Joya. En el sureste de Chiapas en la Formación Paso Hondo con *Bellerophon* (*Bellerophon*) *crassus* Meek y Worthen del Pérmico Medio (Buitrón, 1977). También en el noreste del estado de Hidalgo en la Formación Tuzancoa.

En el Jurásico Superior de México, se tiene registro fósil de gasterópodos en Petlalcingo, Puebla. Entre las especies se gasterópodos fósiles de dicho estado se encuentran *Trachynerita nodilirata* (Cragin), *Purpuroidea acatlana* (Alencáster y Buitrón), *Harpagodes oceani* (Brongniart); estos dos últimos de la Formación Mapache (Alencáster y Buitrón, 1965).

La Formación San Ricardo del Kimmeridgiano-Titoniano y que se localiza al oeste de Chiapas cuenta con los gasterópodos: ?"Natica" sp. cf. *N. hemispherica* Römer, *Harpagodes aceani* (Brongniart), ?*Purpuroidea acatlana* Alencáster y Buitrón y *Nerinea gachupinae* Alencastér (Alencastér, 1977).

En el estado de Puebla, la Formación Zapotitlán contiene fauna fósil de gasterópodos del Barremiano Inferior con *Lunatia praegrans* (Roemer), *Nerinea euphyes* Felix, *Nerinea* sp., *Cossmannia (Eunerinea) titania* (Felix) y *Phaneroptyxis anguillina* (Castillo y Bárcena) (Alencáster, 1956; Buitrón y Barceló-Duarte, 1980). También del Barremiano en Tehuacán, Puebla se encontró la especie *Nerinea (Nerinea) loculata* Felix.

La Formación Agua de Burro del Barremiano Superior en el estado de Puebla con: *Cossmanea (Eunerinea) luttickei* (Blanckenhorn), *C. (Eunerinea) pauli* (Coquand) y *C. (Eunerinea) poblana* (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

En el Aptiano de Puebla se pueden encontrar fósiles de gasterópodos en la Formación San Juan Raya como *Natica cf. sueurii* Pictet y Renevier, *Lunatia praegrandis* (Roemer), *Nododelphinula galeotti* (Aguilera), *Tylostoma aguilerai* Alencáster, *Chenopus* sp., *Harpagodes cf. desori* (Pictet y Campiche), *Cerithium bustamantii* Nyst y Galeotti, *Pyrazuz cf. scalariformis* Nagao, *P. maldonadoi* Alencáster, *Uchauxia fraasi* (Blanckenhorn), *Uchauxia? poblana* Alencáster, *Cassiope suturosa* (Nyst y Galeotti), *C. cf. renevieri* Coquand, *C. müllerriedi* Alencáster, *Craginia floresi* Alencáster, *Turritella minuta* (Nyst y Galeotti), *Nerinea (Nerinea) galatea* Coquand, *N. azteca* Alencáster, *Cossmanea (Eunerinea) hicoloriensis* (Cragin), *C. (Eunerinea) titania* (Felix), cf. *aptiensis* (Pictet y Campiche) y *Aclaeonina (Goniocylindrites) tehuacanesis* (Müllerried) (Alencáster, 1956). Otros nerineidos de San Juan Raya son *Nerinea (Nerinea) sanjuanensis* Buitrón y Barceló-Duarte, *Cossmanea (Eunerinea) cf. aptiensis* (Pictet y Campiche), *C. (Eunerinea) azteca* (Alencáster), *C. (Eunerinea) hicoloriensis* (Felix) y *C. (Eunerinea) luttickei* (Blanckenhorn) (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

También del Aptiano se han encontrado fósiles de gasterópodos en la Formación San Lucas en las regiones de Huetamo y San Lucas en el estado de Michoacán. Entre las especies de gasterópodos de dichas regiones están *Nerinella dayi* Blanckenhorn, *N. utrillasensis* Verneuil y Loriere, *Plesioptyxis prefleuriaui* (Delpey), *P. fleuriaui* (d'Orbigny), *Cossmanea (Eunerinea) azteca* (Alencáster), *C. (Eunerinea) euphyes* (Felix), *C. (Eunerinea) luttickei* (Blanckenhorn), *C. (Eunerinea) titania* (Felix), *Adiozoptyxis coquandiana* (d'Orbigny) y *Phaneroptyxis anguillina* (Castillo y Bárcena) (Buitrón y Rivera, 1985).

Del Albiano Medio se tienen fósiles de gasterópodos en la región de Ahuacatlán en el estado de Querétaro. Tales especies son: *Neoptyxis pre-olisiponensis* (Delpey) y *Diptyxis castilli* (Bárcena) (Buitrón et al., 1995).

La Formación El Cajón, localizada en el flanco occidental del Cerro de San Miguel de San Lucas en el estado de Michoacán, del Aptiano-Albiano cuenta con la nueva especie de gasterópodo “*Natica*” *sanmiguelensis* Buitrón y Romo (Buitrón *et al.*, 2003).

Fósiles de gasterópodos del Aptiano Tardío y del Albiano Temprano se encuentran en la Formación Encino en el Cerro de Tuxpan en Jalisco. Las especies de estos moluscos encontradas en esta región son: *Otostoma japonicum* (Nagao), *Microschiza* (*Cloughtonia*) *scalaris* (Conrad), *Mesoglaucania* (*Mesoglaucania*) *burnsi* (Stanton), *M.* (*Triglaucania*) *kleinpelli* (Allison), *Gymnentome* (*Gymnentome*) *paluxiensis* (Stanton), *G.* (*Gymnentome*) *zebra* (Gabb), *Cassiope* sp. cf. *C.* (*Cassiope*) *branneri* (Hill), *Pyrazus* (*Echinobathra*) *valeriae* (Verneuil y Lorière), *P.* (*Echinobathra*) *vicinum* (Verneuil y Lorière), *Aptyxiella* sp., *A. supracostata* (Stanton) y *Ptygmatis tomasensis* (Allison) (Buitrón, 1986).

Allison (1955) identificó a las especies de gasterópodos pertenecientes a la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano Medio) en la localidad de Punta China, Baja California. Estas especies son: *Calliostoma* (*Calliostoma*) aff. *C.* (*C.*) *cragini* Stanton, *Tectus* (*Tectus*) *texanus* (Roemer), *T.* (*T.*) *tomsensis*, Allison, *Tectus?* *thalmanni*, Allison, *Agnathodonta brooksi* Allison, *Encycloscala emersoni* Allison, *Cirsochilus gilberti* Allison, *Angaria* (*Angaria*) *gwynae* Allison, *Microschiza* (*Cloughtonia*) *scalaris* (Conrad), *Neritoma* (*Neridomus*) *woodfordi* Allison, *N.* (*N.*) *delpyae* Allison, *Otostoma* (*Lyosoma*) *japonica* (Nagao), *Semineritina apparata* (Cragin), *Keilostoma quaidei* Allison, *Mesalia* (*Mesalia*) *mauryae* Allison, *Turritella* (*Haustator*) aff. *T.* (*H.*) *seriatim-granulata* Roemer, *Turritella?* *durhami* Allison, *Cassiope* (*Cassiope*) *kleinpelli* Allison, *C.* (*Gymnentome*) *gwynae* Allison, *Omalaxis planorbis* (Roemer)?, *Metacerithium* sp., *Uchauxia beali* Allison, *U. kirki* Allison, *Cimolithium miyakoense* (Nagao), *C. miyakoense* (Nagao) var. *tomsensis* Allison, *C. eleanorae* Allison, *Pyrazus* (*Echinobathra*) *austinense* (Roemer), *P.* (*E.*) *durhami* Allison, *Pyrazus?* *harrissi* Allison, *Cerithium?* *emersoni* Allison, *Cerithiopsis stantoni* Allison, *Amaea* (*Confusiscala*) sp., *Opalia* (*Crassiscala*) *riachuelanum* (Maury), *Pseudonerinea stantoni* Allison, *P. stirtoni* Allison, *Nerinea* (*Plesioptygmatis*) cf. *N.* (*P.*) *pseudoconvexa* Stanton, *N.* (*P.*) *bösei* Allison, *N.* (*P.*) *tomsensis* Allison, *Aptyxiella* (*Aptyxiella*) cf. *A.* (*A.*) *subula* (Roemer), *A.* (*Endiutrachelus*) *parallela* (Anderson y

Hanna), *Cossmannea (Eunerinea) pauli* (Coquand), *Diozoptyxis* cf. *D. pilgrim* (Cox), *Anchura (Anchura) andersoni* Allison, *A. (Perissoptera) hannai* Allison, *Natica importuna* Nagao, *N. japonica* (Nagao), *Tylostoma (Tylostoma) mutabilis* Gabb, *T. (T.)* cf. *T. (T.) materinum* White, *Euthriofusus wenzi* Allison, *Liocarenus (Liocarenus) formosum* (Cragin), *Actaeonella parvus* (Stanton), *A. fusiformis* Coquand y *Oligoptycha? popenoei* Allison.

También se tienen fósiles de moluscos gasterópodos con edades del Aptiano Tardío y del Albiano Temprano al noreste de Tamazula, Jalisco. Tales especies de gasterópodos son *Microschiza (Cloughtonia) scalaris* (Conrad), *Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi* (Stanton), *Gymnentome (Gymnentome) zebra* (Gabb), *Pyrazus (Echinobathra) valeriae* (Verneuil y Loriere), *Lunatia pedernalis* (Roemer), *Natica conradi* (Hill), *Aptyxiella boehmi* (Blanckenhorn), *Multiplyxys prefleuriaui* (Delpey), *Cossmannea (Eunerinea) hicoriensis* (Cragin), *Phaneroptyxis anguillina* (Barcena y Castillo) y *Peruviella gerthi* Olsson (Roemer) (Buitrón y López-Tinajero, 1995). En la Formación San Lucas, localizada en la región de Huetamo al sureste de Michoacán, se tienen gasterópodos del Aptiano como *Nerinella dayi* Blanckenhorn, *N. utrillasensis* Verneuil y Loriere, *Plesioptyxis prefleuriaui* (Delpey), *Cossmannea (Eunerinea) azteca* (Alencáster), *C. (Eunerinea) euphyes* (Felix), *C. (Eunerinea) luttickei* (Blanckenhorn), *C. (Eunerinea) titania* (Felix), *Adiozoptyxis coquandiana* (d'Origny); *Ptygmatis galatea* (Coquand); *P. huetamoensis* Buitrón y Rivera y *Phaneroptyxis anguillina* (Castillo y Bárcena) (Buitrón y Rivera, 1985).

La Formación Mal Paso del Cenomaniano en la región de Huetamo-San Lucas perteneciente al estado de Michoacán con *Cossmannea (Eunerinea) michoacana* Buitrón y Rivera, *Nerinea pantojaiana* Buitrón y Rivera, *Ptygmatis galatea* (Coquand) y *P. huetamoensis* Buitrón y Rivera (Buitrón y Rivera). También de la Formación Mal Paso (Albiano) en la falda occidental del Cerro de San Miguel en San Lucas, Michoacán; los fósiles de gasterópodos son: “*Natica*” *gaultina* d'Origny, *Tylostoma torrubiae* Sharpe, *Turritella helvetica* Pictet y Renevier, *Gymnentome (Gymnentome) zebra* (Gabb), *Trochactaeon (Neocylindrites) cumminsi* Stanton y *Actaeonella cf. gigantea* (Sowerby), Gerth (Buitrón *et al.*, 2003).

En la Formación Mal Paso del Cenomaniano que se localiza en la región de Huetamo en el estado de Michoacán con *Plesioptyxis fleuriaui* (d'Orbigny) y con *Nerinea pantojaiana* Buitrón y Rivera (Buitrón y Rivera, 1985).

En la Formación Carroza, localizada en Nuevo León y perteneciente al Campaniano, se han descrito las siguientes especies de gasterópodos de agua dulce: *Pachychilus (Pachychiloides) lawtoni* Perrilliat y Vega (Perrilliat *et al.*, 2008). La Formación Cerro del Pueblo, cuya edad es del Campaniano Tardío y que se encuentra localizada en Rincón Colorado del estado de Coahuila, cuenta con las siguientes especies de gasterópodos de agua dulce: *Viviparus* cf. *V. australis* Kues, *Melanatria wyomingensis* (Meek), *?Pyrgulifera* sp., *Melanoides (Melanoides) yolandae* Perrilliat y Vega, *M. (Melanoides) wollebeni* Perrilliat y Vega, *Tympanotonus (Tympanotonus) nodosa* (Wolleben), *Physa cepedaensis* Perrilliat y Vega, *P.* cf. *P. michaudi* Matheron, *P.* cf. *P. usitata* White, *Mesolanistes magnus* Perrilliat y Vega, *M. murrayi* Perrilliat y Vega, *Bulinus* cf. *B. atavus* White, *Bulinus* sp. 1-4, y *Gyraulus zoltani* Perrilliat y Vega (Perrilliat *et al.*, 2008).

En la Formación Ocozocoautla del Campaniano-Maastrichtiano localizada al noreste de Chiapas con *Haustator trilira* (Conrad), *H. bilira* (Stephenson), *Turritella vertebroides* Morton, *T. potosina* Böse, *Cerithium subcarnaticum* Böse, *C.* cf. *C. simonyi* Zekeli, *Depranochilus cuadriliratus* (Wade), *Pseudamaura lepta* Sohl, y *Gyrodos abyssinus* (Morton) (Buitrón *et al.*, 1995).

Del Maastrichtiano en la sierra El Antrisco en Nuevo León con *Turritella trilira* Conrad, *Turritella* sp. cf. *T. vertebroides* Morton, *Pugnellus* sp. cf. *P. densatus* Conrad, *Gyrodos rotundus* Stephenson, *Fusus?* sp., *Stantonella* sp., *Buccinopsis* sp., *Pyrifusus* sp., *?Deussenia* sp., *?Bellifusus* sp., *Pyropsis* sp., *Volutomorpha* sp., *Liopeplum* sp. y *Striaticostatium* sp. (Vega y Perrilliat, 1990).

En la Formación Olmos, que se encuentra en el noreste de México y cuya edad es del Maastrichtiano, se ha encontrado a la especie *Tympanotonus (Tympanotonus) cretaceus* (Wade) que es un gasterópodo de agua dulce (Perrilliat *et al.*, 2008).

Otra localidad con fósiles de este grupo de moluscos del Maastrichtiano se ubica en el estado de Guerrero en la Formación Mexcala. Los gasterópodos encontrados en esta formación son: *Calliomphalus (Planolateralus) argenteus* Wade; *C. (Planolateralus) cf. decoris* Shol; *C. (Planolateralus) mexcalensis* Perrilliat, Vega y Corona; *C. (Planolateralus) sp.*; *Nododelphinula diminuta* Perrilliat, Vega y Corona; *Nerita cf. divaricata* Orbigny; *Potamides temalacensis* Perrilliat, Vega y Corona; *Pyrazus pyramidatus* Deshayes; *Ptychopotamides ancestralus* Perrilliat, Vega y Corona; *Turritella trilira* Conrad; *T. vertebroides* Morton; *T. cf. chalybeatensis* Shol; *Calyptrophorus?* sp.; *Pugnellus (Pugnellus) densatus* Conrad; *Amaurellina guerrera* Perrilliat, Vega y Corona; *Pseudamaura cf. lepta* Shol; *Gyrodes (Gyrodes) major* Wade; *G. (Gyrodes) supraplicatus* (Conrad); *Cerithiella nodoliratum* (Wade); *C. aequalirata* Dockery; *Epitonium cf. faearium* Dockery; *Striaticostatum cf. bexarensis* (Stephenson); *Belliscala* sp.; *Opalia (Opalia) sp. A*; *O. (Opalia) sp. B*; *Bellifusus curvicostatus* (Wade); *Drilluta gloriae* Perrilliat, Vega y Corona; *Paleopsephaea mutabilis* Wade; *Paleopsephaea sp.*; *Ramera sp.*; *Volutomorpha cf. retifera* Dall; *Liopeplum cf. cretaceum* (Conrad); *Pyropsis Lanhami* Stephenson; *Cancellaria sp.*; *Granosolarium coffea* Shol; *Ringicula (Ringiculina) cf. clarki* Gardner; *Cylichna secalina* Shumard y *Holospira sp.* (Perrilliat et al., 2000).

De la Formación San Fernando en Baja California que pertenece al Cretácico Superior se ha descrito a *Cossmannea (Eunerinea) riograndensis* (Stanton) y a *Plesioptyxis subfleuriausa* Pcelincev (Perrilliat, 1968).

También del Cretácico Superior se tiene la Formación el Rosario (Campaniano Superior-Maastrichtiano Inferior) en Baja California con los fósiles de gasterópodos: *Cimolithium miyakoense* (Nagao), *Vicarya (Shoshiroia) yabei* Kamada, *Turritella pachecoensis* Stanton, *T. chicoensis* Gabb subsp. *perrini* Merriam y *Olivella* sp. (Perrilliat, 1968). De la misma formación se han encontrado dos nuevas especies de estos moluscos en las cercanías del Arroyo Santa Catarina, tales especies son *Xenophora willisi* Webster y *Anchura gibbera* Webster (Webster, 1983).

Gasterópodos con edades del Paleoceno Tardío han sido hallados en la Formación Sepultura, Baja California con *Cancellaria bajaensis* Perrilliat y Cristín, *Cancellaria*

paleocena Perrilliat y Cristín, *Cancellaria* sp. 1 y *Cancellaria* sp. 2 (Perrilliat y Cristín, 2016).

La Formación Las Encinas del Paleoceno de Puerto Colorado en Coahuila contiene a los siguientes gasterópodos de agua dulce: *Viviparus mcbridei* Perrilliat y Vega, *V.* cf. *V. leidyi* (Meek y Hayden), *V.* cf. *V. raynoldsanus* (Meek y Hayden) y *Melanatria ypresiana* Vega y Perrilliat (Perrilliat, *et al.*, 2008).

Para el Eoceno Inferior, Vega y Perrilliat (1992) describieron a las siguientes especies de gasterópodos pertenecientes a la Formación Adjuntas en el noroeste de Nuevo León: *Hemisinus (Longiverena) reticulosus* Vega y Perrilliat, *H. (Longiverena) adjuntaensis* Vega y Perrilliat, *Melanatria* sp., *M. ypresiana* Vega y Perrilliat, ?*Melanatria* sp. y *Natica* sp.

En el caso del Plioceno Inferior, la Formación Agueguexquite (antes considerada del Mioceno Medio) de Coatzacoalcos en el estado de Veracruz cuenta con fósiles de *Turritella guppyi* Cossmann, *Schwartziella catesbyana* (d'Orbigny), *Rissoina (Phosinella) sagraiana* (d'Orbigny), *Caecum cycloferum* Folin, *C. (Caecum) regulare* Carpenter, *Caecum* sp., *Cyclostremiscus bartschi* (Mansfield), *Niveria suffusa* (Gray), *Triphora hemphilli* Bartsch, *Cerithiopsis vinca* Olsson y Harbison, *Anachis (Costoanachis)* cf. *A. (C.) mira* (Dall), *Carinodrillia* cf. *C. pylonia* Fargo, *Crassispira* cf. *C. maonisriparum* (Maury), *Kurtziella (Kurtziella) stenotella* Woodring, *K. (Cryoturris) sarta* (Fargo), *Nannodiella rintriada* (Mansfield) y *Architectonica (Pseudotorinia)* cf. *A. (P.) nupera* (Conrad) (Perrilliat y Flores-Guerrero, 2011).

También se han encontrado las especies *Longchaeus canaliculata* (Gabb), *L. diademata* (Maury), *Longchaeus* sp., *Eulimella (Eulimella) bartschi* Perrilliat, *Turbonilla aungustula* Pilsbry y Johnson, *T. beatula* Pilsbry y Johnson, *T. (Chemnitzia) atlas* Bartsch, *T.* cf. *T. (Chemnitzia) adonisi* Bartsch, *Turbonilla* sp. 1-2, *Salassia mogindo* (Pilsbry), *Odostomia* cf. *O. vexator* Pilsbry y Johnson, *Odostomia* cf. *O. pyrgulopsis* Pilsbry y Johnson, *Odostomia* cf. *O. matsoni* Bartsch, *Odostomia* sp., *Acteon (Acteon)* cf. *A. textilis* (Guppy), *A. (Acteon) punctostriatus* (Adams), *A. (Acteon) pilsbryi* Perrilliat, *A. (Acteon) dalli* Perrilliat, *Rictaxis oryza* (Gabb), *Ringicula (Ringiculella) semistriata* d'Orbigny, *R.*

(*Ringiculella*) *subrectus* Perrilliat, *Acteocina* cf. *A. bullata* (Kiener), *A. candei* (d'Orbigny), *A. lepta* Woodring, *A. rusa* Gardner, *Cylichna* cf. *anthera* Gardner, *Cylichnella* *atacata stibara* Woodring, *Scaphander* cf. *S. nannus* Woodring, *Bulla striata* Bruguière, *Atys* (*Aliculastrum*) *santarosaensis* Perrilliat, *Sulcoretusa* *sulcata lipara* (Woodring), *Volvulella* (*Volvulella*) *oxytata* (Bush), *V. (Volvulella) cylindrica parallela* (Pilsbry y Johnson), *Spiretella inflata* (d'Orbigny), *S. inflata elevata* (Collins), *Creseis acicula* Rang, *Diacria* cf. *D. bisulcata* Gabb, *Cavolina* (*Cavolina*) *mexicana* Collins, *Cavolina* sp. y *Williamia parva* Woodring (Perrilliat, 1974).

En la Formación Santa Rosalía, que pertenece al Plioceno y que está ubicada en Baja California Sur, se encontró la nueva especie de molusco gasterópodo denominada *Amaea (Scalina) edwilsoni* DuShane (DuShane, 1977).

La Formación Agueguexquite de la Cuenca de Salinas en el Istmo de Tehuantepec con fósiles de estos moluscos, tales como *Diodora compsa* Woodring, *Rhinoclavis* (*Ochetoclava*) *costaricana stena* (Woodring), *Hipponix ceras* Woodring, *Crucibulum chipolanum* Dall, *Crepidula intorta* Say, *Bursa mexicana* Perrilliat, *Urosalpinx phrikna* Gardner y Aldrich, *Anachis* (*Costoanachis*) *obesa* (C. B. Adams), *Chrysodomus mixteca* Perrilliat, *Busycon alenasterae* Perrilliat, *Fusinus henekeni* var. *veatchi* (Maury), *Olivia* (*Olivia*) *liodes* Dall, *Scaphella trenholmii* (Tuomey y Holmes), *Marginella* (*Bullata*) *antiqua* subsp.? *oliviformis* (Tuomey y Holmes), *M. (Bullata) dalli* Böse, *Conus* (*Leptoconus*) *planiliratus* Sowerby, *C. imitator* Brown y Pilsbry, *C. planiceps* Heilprin, *C. sulculus* Dall, *C. tortilis* Conrad, *Conus* sp., *Crassispira perrugata* (Dall), *Cymatosyrinx lunata* (Lea), *Fusiturricula panola* Woodring, *Terebra* (*Strioterebrum*) *spirifera* Dall y *T. (Strioterebrum) waltonensis* Gardner (Perrilliat, 1963).

Del Cenozoico, se tienen fósiles de gasterópodos estudiados por Perrilliat (1968) en un aluvión de Baja California. Dichas especies son: *Olivella biplicata* (Sowerby), *Nassarius* (*Schizopyga*) *californianus* (Conrad) y *Cerithiopsis* (*Cerithiopsis*) *dumblei* Dickerson.

VI. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Durante el Aptiano Temprano y el Albiano Tardío, México se encontraba invadido por el océano del Tethys el cual se extendía de este a oeste, entre las masas continentales del Norte (Eurasia y Norteamérica) y las del Sur (África y Sudamérica). En las costas de este océano se encontraban colonias de rudistas (Orden Hippuritida Newell) que después formaron gruesas plataformas calcáreas que fueron importantes para la formación de diversos sistemas petroleros en el Golfo de México (Figura 9).

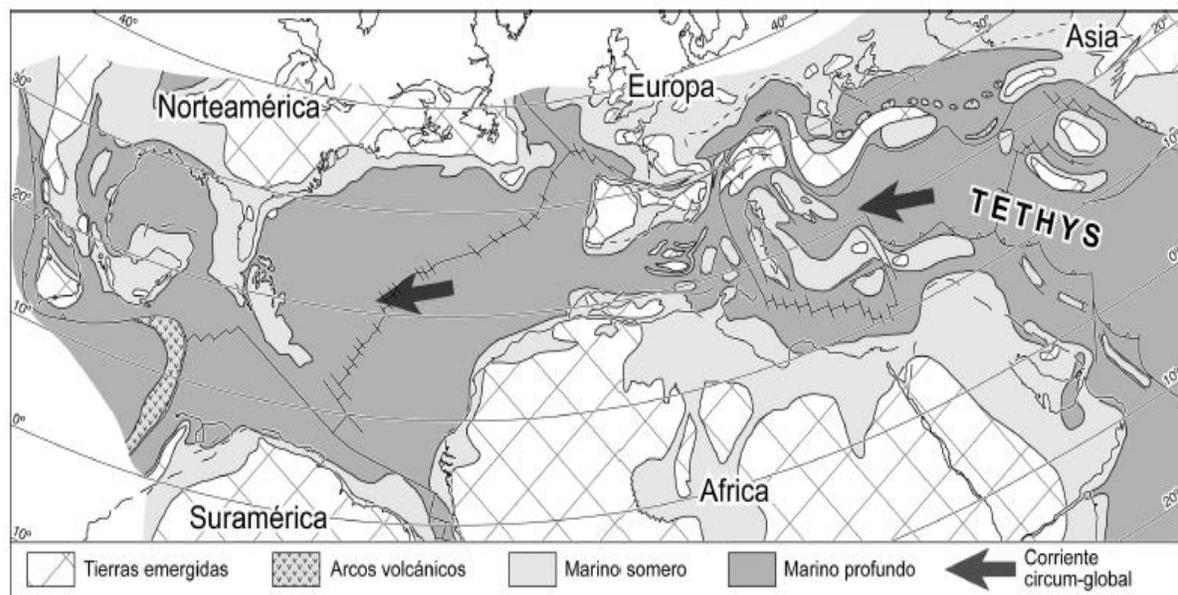


Figura 9. Mapa paleogeográfico del Tethys (94-92 Ma). Tomado de Pons y Vicens (2012).

Los rudistas aparecieron a finales del Jurásico Tardío en lo que ahora es Eurasia y se extinguieron a finales del Cretácico en el límite Cretácico-Paleógeno. A diferencia de los estadios adultos de rudistas que estaban fijos al sustrato, los estadios larvales eran flotadores lo cual permitió su transporte por la Corriente Circumglobal del Tethys a zonas más ecuatoriales en Norteamérica y el Caribe. Los fósiles de rudistas son de gran importancia estratigráfica y paleoecológica debido a que fueron abundantes durante el

Cretácico construyendo colonias en las zonas latitudinales de las costas del Tethys. En el Cerro de Tuxpan se ha encontrado a la especie de rudista *Coalcomana ramosa* (Boehm) perteneciente al Albiano Temprano, esta especie es un importante índice estratigráfico ya que formó biohermas cuya distribución geográfica abarcaba tanto a México como al Caribe. Esta especie de rudista también se ha descrito de Texas y Arizona, EUA y de Cuba asociada al foraminífero *Orbitolina texana* cuya edad corresponde con la de *Coalcomana ramosa* (Boehm) (Scott, 1981) (Figura 10).

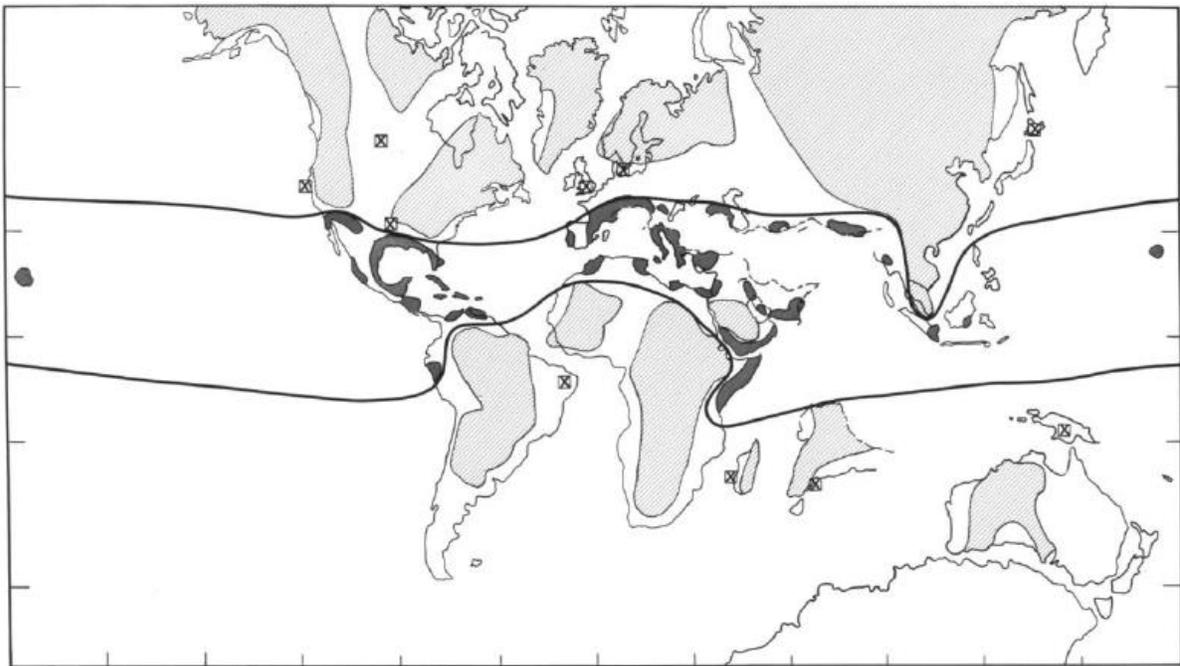


Figura 10. Distribución máxima del Tethys durante el Cretácico. Distribución de estructuras orgánicas dominadas por algas coralinas, biohermas o rudistas. Las líneas continuas representan los límites norte y sur del marco de referencia. Las áreas oscuras representan conjuntos fósiles de marcos conocidos. El símbolo cuadrado que encierra una cruz representa ocurrencias seleccionadas de rudistas solitarios o agrupados en el Reino Templado. El área con patrón diagonal representa las zonas de tierra que no fueron cubiertas por los mares del Cretácico. Tomado de Sohl (1987).

Junto con las colonias de rudistas, existe una importante asociación de moluscos gasterópodos (Clase Gastropoda Cuvier) durante el Dominio del Tethys en el Cretácico Tardío. Estos gasterópodos se extendían de oeste al sureste de sureste de México, suroeste de los Estados Unidos, las regiones del Caribe, Japón y el Mediterráneo. Al igual que los rudistas, diversos gasterópodos, como las acteonelas (Familia Acteonellidae Gill) y los nerineidos (Familia Nerineidae Zittel) han contribuido a la formación de calizas durante el Cretácico. Particularmente numerosos ejemplares de rudistas están asociados a los gasterópodos procedentes de la región de Pihuamo, Jalisco (Alencáster y Pantoja, 1986).

Con base en diferentes asociaciones de gasterópodos fósiles de Norteamérica durante el Dominio del Tethys en el Cretácico, Sohl (1969) propone tres regiones las cuales son:

- 1) La región del Caribe, América Central y Baja California, caracterizada por faunas de mares templados con afinidades del Tethys (Mediterráneo).
- 2) La región de la Planicie Costera del Golfo de México y la región del Interior Occidental del sur, con faunas de mares subtropicales templados y afinidad con faunas similares del norte de Europa.
- 3) La región de California tiene dos áreas que comparten faunas con la región Indo-Pacífico y que se denominan “faunas boreales”.

Sohl (1969) también señala que los límites de estas provincias cambian expandiéndose o contrayéndose con el tiempo. Las asociaciones bióticas que Sohl propone sugieren patrones de temperatura a diferentes latitudes controladas por las provincias bióticas durante el Cretácico. Las faunas de los moluscos marinos durante el Tethys no solo se encontraban controladas por la temperatura sino también por las barreras geográficas de las zonas donde habitaban. La distribución de los gasterópodos realizada por Sohl (*Ibid.*) sugiere que estos organismos se encontraban paralelos al Ecuador sobre las costas de las dos masas continentales superior e inferior del Tethys.

Buitrón y Gómez-Espinosa (2003) estudiaron fósiles de gasterópodos del Aptiano-Cenomaniano procedentes de algunos estados de México como Baja California, Sonora,

Jalisco, Colima, Michoacán, Querétaro, Puebla, Guerrero y Oaxaca. En tales estados, las autoras detallan 19 localidades con moluscos de gasterópodos como: Punta China, en Baja California; Arivechi, Caborca y Lampazos, en Sonora; Cerro de Tuxpan, Tamazula y Soyatlán en Jalisco; Tepames, en Colima; Coalcomán, Río Tupitina, Huetamo y Chumbítaro, en Michoacán; Jalpan y Ahuacatlán, en Querétaro; Cuautla, en Morelos; San Juan Raya, en Puebla; Zitlala, en Guerrero; y Tepelmeme de Morelos y Coixtlahuaca, en Oaxaca. Las especies estudiadas de estos gasterópodos presentan afinidades con otras especies del mundo como en Estados Unidos de América (Texas), el Caribe, Europa (España), Asia (Siria, Japón). Las especies de gasterópodos del Cerro de Tuxpan mencionadas por Buitrón y Gómez-Espinosa (2003) se han encontrado en otras partes del mundo como Norteamérica, África y Asia, que coincide con la distribución que propone Sohl (1969) para el Caribe (Figura 11).

Especies	Aptiano	Albiano			Cenomaniano
		Inferior	Medio	Superior	
<i>Otostoma japonicum</i> (Nagao)		As			
<i>Microschiza (Cloughthonia) scalaris</i> (Conrad)		Af			
<i>Torquesia seriatimgranulata</i> (Roemer)		NA			
<i>Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi</i> (Stanton)			NA		
<i>Gynmentome (Gynmentome) helvetica</i> (Pictet y Campiche)			NA		
<i>Nerinella boehmi</i> Blanckenhorn	NA				
<i>Ptygmatis tomasensis</i> (Allison)		NA			
<i>Aptyxiella supracostata</i> (Stanton)			NA		

Figura 11. Tabla de gasterópodos encontrados en el Cerro de Tuxpan, Jalisco. **As.** Asia, **Af.** África, **NA.** Norteamérica. Modificada de Buitrón y Gomez-Espinosa (2003).

VII. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS

Los escafópodos (Clase Scaphopoda Bronn) son escasos en el registro fósil, pero suelen encontrarse asociados con otros fósiles de moluscos marinos. Con base en los estudios de escafópodos recientes, se sabe que estos han tenido el mismo comportamiento durante toda su línea evolutiva desde el Paleozoico. Por esta razón los escafópodos son buenos indicadores paleoambientales al habitar zonas litorales.

La mayoría de los bivalvos son bentónicos viviendo enterrados en el sedimento suelto del fondo marino para lo cual emplean un sifón. Se les puede encontrar pegados en zonas duras gracias a secreciones calcáreas, mucilaginosas y fibras córneas llamadas *byssus* o biso; o perforando rocas y madera. También pueden ser nadadores y comensales o parasitarios (epibiontes) sobre otros moluscos (Buitrón *et al.*, 2010). Son nadadores en estado larvario y posteriormente, conforme se van desarrollando, generan sus dos valvas. Conservan su característica de equivalencia de tamaño entre sus valvas durante todo su desarrollo (Swinnerton, 1972). No obstante, que muchos bivalvos se entierran en el sedimento, pueden desplazarse en el fondo marino por acción del pie. Algunos también se desplazan por una serie de saltos efectuados por la acción de un chorro de agua (Camacho, 1966).

De acuerdo con la relación con el sustrato, los bivalvos se dividen en siete grupos: bisados, cementantes, reclinados (viven sobre el sustrato o parcialmente enterrados en él), nadadores, excavadores, perforantes y rupícolas (habitando cavidades preexistentes). De acuerdo con su locomoción pueden ser: sésiles, sedentarios, móviles activos y nadadores activos (Checa y Domènech, 2009) (Figura 12).

Los bivalvos son el segundo grupo más grande de los moluscos con unas 100,000 especies actuales y aunque la mayoría de ellos son marinos, existen algunas variedades de agua dulce. Estos moluscos viven cerca de las regiones tropicales de aguas cercanas a la costa desarrollan conchas gruesas y muy ornamentadas. Los bivalvos de aguas más profundas o de regiones más frías y los de agua dulce desarrollan conchas más delgadas y menos ornamentadas (Buitrón *et al.*, 2010; Checa y Domènech, 2009).

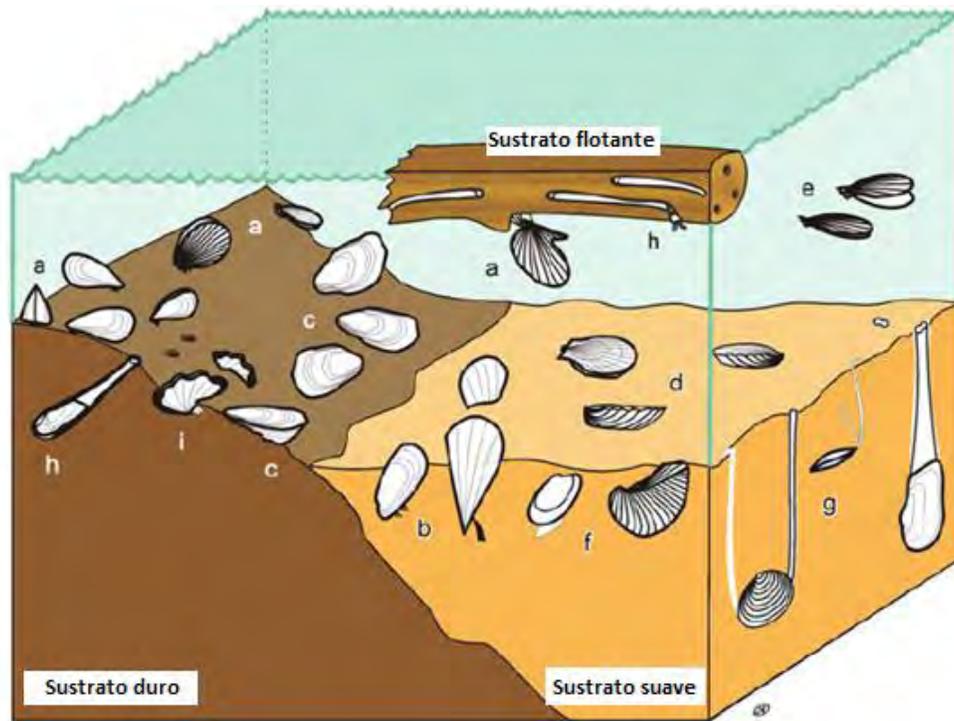


Figura 12. Esquema de un ambiente litoral mostrando algunos grupos ecomorfológicos de bivalvos, sin escala. a. epibisado, b. endobisado, c. cementado, d. reclinado, e. nadador, f. excavador somero, g. excavador profundo, h. perforador, i. anidador (Modificado de Damboronea y González-León, 2013).

La asociación de los moluscos estudiados, escafópodos bivalvos y gasterópodos, indica un ambiente de aguas someras durante el Dominio del Tethys en México. La asociación de especies fósiles índice como *Orbitolina* sp. sugieren una edad para el Cerro de Tuxpan del Albitiano Tardío-Albiano Temprano. Los sedimentos volcanosedimentarios intercalados con los lentes calcáreos que contiene fósiles de invertebrados marinos, indican que en dicha zona había actividad periódica de vulcanismo en los mares someros donde se desarrollaron estos organismos junto con arrecifes de rudistas (Figura 13).

Distribución paleogeográfica de las especies de gasterópodos descritas de la región de Pihuamo, Jalisco	México							EUA		Asia
	Baja California	Colima	Jalisco	Puebla	Michoacán	Querétaro	Sonora	Texas	Kansas	Japón
<i>Otostoma japonicum</i> (Nagao)			X				X	X		
<i>Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi</i> (Stanton)	X		X		X		X	X		
<i>Mesoglauconia (Triglauconia) kleinpelli</i> (Allison)	X		X				X	X		
<i>Gymnentome (Gymnentome) suturosa</i> (Nyst y Galeotti)			X	X						X
<i>Natica? cragini</i> Stanton			X							
<i>Cimolithium miyakoense</i> (Nagao)	X		X			X				X
<i>Turritella delriensis</i> Stanton			X							
<i>Turritella belviderei</i> Cragin			X					X	X	
<i>Trochactaeon cumminsi</i> Stanton			X		X			X		
<i>Peruviella dolium</i> Roemer	X	X	X		X		X			
<i>Nerinea incisa</i> Giebel			X					X		

Figura 13. Distribución paleogeográfica de las especies de gasterópodos descritas de la región de Pihuamo, Jalisco.

VIII. RESULTADOS

VII.I. Paleontología sistemática

El material descrito se encuentra depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria Delegación Coyoacán 04510 CDMX con los números provisionales de catálogo IGM-132-IGM-181.

Phylum MOLLUSCA
Clase SCAPHOPODA Bronn, 1862
Familia DENTALIIDAE Gray, 1834
Género *Dentalium* Linné, 1758



Dentalium sp.
Figura 14 (4X).

Descripción. La forma de la concha es tubular, alargada con la pared delgada dorsalmente curva hacia la región anterior, tiene dos aberturas de diferente diámetro ubicadas en los extremos, la más ancha corresponde a la salida del pie y es de forma hexagonal, con los ángulos muy redondeados que casi parece circular y la abertura posterior es pequeña y redondeada. La ornamentación consiste en la presencia de costillas muy tenues.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho máximo	Altura máxima
IGM-132	3	14
IGM-133	2	12
IGM-134	2	9

Discusión. Se contó con tres ejemplares bien conservados donde se notó que la ornamentación de la concha consistió únicamente en costillas muy ténues y no se observaron líneas de crecimiento por lo que se aduce que corresponde a ejemplares juveniles

Particularmente especies del género *Dentalium* procedentes del Mesozoico de México se han mencionado del Triásico de la Formación Santa Clara en Sonora (Alencáster, 1961) y del Cretácico de Izúcar de Matamoros, Puebla (Buitrón *et al.*, 2010). En el presente trabajo se reporta por primera vez, la presencia del género *Dentalium* en las rocas de la Formación Encino (Cretácico Inferior).

Clase BIVALVIA Linneo, 1758
Superfamilia TELLINACEA De Blainville, 1814
Familia TELLINIDAE De Blainville, 1814
Género *Linearia* Conrad, 1860



Linearia (Linearia) sp.

Figura 15 (2X).

Descripción. La concha es de forma subcuadrada, convexa y ligeramente inequilateral, comprimida en la proximidad de los márgenes, el margen ventral está crenulado. El umbón es subcentral y la charnela es recta y larga con dientes cardinales dirigidos hacia afuera y separados por un surco. La ornamentación de la concha consiste en costillas finas que alternan con líneas de crecimiento ligeramente más aparentes que las costillas y forman una retícula.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Altura	Anchura	Biconvexidad
IGM-135	23	34	22

Discusión. El ejemplar procedente del Cerro de Tuxpan está mal conservado y corresponde a la valva derecha, sin embargo, permitió la observación de las características morfológicas de la charnela y la ornamentación propia del género *Linearia* (Stephenson, 1941, p. 221). Myer (1968, p. 68, lám. 13, figs. 3-4) mencionó con cierta duda la presencia del género *Linearia* procedente de la Formación Cárdenas (Cretácico Superior) del estado de San Luis Potosí. Posteriormente, Buitrón *et al.*, (1995, p. 4, lám. 1, figs. 1-7) describió a *Linearia*

(Linearia) belli Myers recolectada en afloramientos de la Formación Ocozocoautla del Cretácico Superior en la región de Ocuilapa al noroeste de Chiapas.

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797
Subclase Prosobranchia Milne Edwards, 1848
Orden Archaeogastropoda Thiele, 1925
Suborden Neritopsina Cox y Knight, 1960
Superfamilia Neritacea Rafintzque, 1815
Género *Otostoma* d'Archiac, 1859



Otostoma japonicum (Nagao)

Figura 16 (4X).

Desmieria japonica Nagao, 1934, p. 237, lám. 36, figs. 19-23.

Otostoma japonicum (Nagao) Kase, 1984, p. 90, lám. 9, figs. 1-10; lám. 10, figs. 1-3, 6, 8; Buitrón, 1986, p. 20, lám. 1, fig. 1.

Descripción. La concha es pequeña, neritiforame, oblicuamente alargada, casi tan alta como ancha; está formada por cuatro vueltas de lados redondeados. La espira es poco saliente y la vuelta del cuerpo es grande, globosa, con la sutura marcada y el hombro ligeramente anguloso; en la parte media superior presenta una depresión escasamente marcada; la abertura es ovalada con el labio interno convexo y liso y el labio externo recto y lenticulado. La superficie de la concha tiene líneas de crecimiento tenuemente marcadas y esbozos de tuberculación.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho máximo	Altura máxima
IGM-136	14	16

Discusion. *Otostoma japonicum* se reporta como una especie abundante de las Areniscas Hiraiga y Akito (Aptiano Superior-Albiano) del Distrito Miyako en Honshu, Japón (Nagao, 1934, p. 237, lám. 36, figs. 19-23). Kase (1984, p. 90, lám. 9, figs. 1-10; lám. 10, figs. 1-3, 6, 8) revisa minuciosamente material procedente de las Formaciones Akito, Hiraiga y Tanahata (Aptiano Superior-Albiano Inferior) del área de Miyako, en el noreste de Japón y considera que los ejemplares identificados por Allison (1955, p. 414, lám. 40, figs. 11, 12) como *Otostoma (Lyosoma) japonica*, procedentes de la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano) de Punta China, Baja California, México, no corresponden a la especie antes mencionada.

Los ejemplares de Jalisco son moldes internos y solamente en uno de ellos se observa indicios de tuberculación, que puede deberse a la mala conservación o a que realmente son casi lisos, como puede acontecer, según opinión de Nagao (op. cit. p. 238).

Orden MESOGASTROPODA Thiele, 1925
Superfamilia Cerithiacea Ferussac, 1819
Familia Cassiopidae Kolmann, 1953
Género *Mesoglauconia* Mennessier, 1984
Subgénero *Mesoglauconia* Mennessier, 1984



Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi (Stanton)
Figura 17 (2X).

Cassiope burnsi Stanton, 1947, p. 78, lám. 57, figs. 9-10; González-León y Buitrón, 1984, p. 375, fig. 3; Herrera *et al.*, 1984, p. 52; Valdez, 1984, p. 292, lám. 1, figs. 6, 7.

Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi (Stanton) Mennessier, 1984, p. 28, lám. 4, figs. 6-7; Buitrón, 1986, p. 22, lám. 1, figs. 4-6.

Descripción. La concha es turrizada con la espira alta formada por nueve vueltas de lados rectos y sutura impresa; la vuelta del cuerpo es ligeramente más grande que la vuelta precedente y con canal sutural. La abertura es oval y presenta un ombligo pequeño.

La ornamentación de la espira consiste en la presencia de dos cordones lisos redondos y salientes, entre ellos hay espacios con dos a tres líneas espirales tenues; la vuelta del cuerpo presenta cuatro a cinco cordones con tubérculos cuadrangulares poco notables, las líneas de crecimiento son sinuosas.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-137	9	26
IGM-138	8	17
IGM-139	9	17
IGM-140	9	15

Discusión. Stanton (1947, p. 78, lám. 57, figs. 9, 10) describe ejemplares de esta especie procedentes de la Caliza Glen Rose (Albiano) de Wise County, Texas, EUA. González León y Buitrón (1984, p. 375, fig. 3) la citan para el Albiano de la región de Lampazos, Sonora y Valdez (1984, p. 292, lám. 1, figs. 6, 7) la menciona para el Aptiano de Cocuaro y Los Llanos, Michoacán. Menessier (1984, p. 28, lám. 4, figs. 6-7) en su revisión de la Familia Cassiopidae Kollmann, 1979, propone un nuevo género y subgénero para esta especie y la cita como *Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi* (Stanton). Posteriormente, Buitrón, 1986, p. 22, lám. 1, figs. 4-6 sigue la propuesta de Menessier (*Ibid.*) para ejemplares de la especie procedente de Los Hornos Viejos del Cerro de Tuxpan, Jalisco.

Cassiope branneri Hill (1893, p. 43, lám., figs. 1-7) puede confundirse con *M. burnsi* por semejanzas en el aspecto general de la concha, pero difiere en la ornamentación porque los cordones espirales y los tubérculos son marcadamente conspicuos.

Subgénero *Triglauconia* Mennessier, 1984



Mesoglauconia (Triglauconia) kleinpelli (Allison)

Figura 18 (3X).

Cassiope (Cassiope) kleinpelli Allison, 1955, p. 416, lám. 41, fig. 6; González-León y Buitrón, 1984, p. 375, fig. 3.

Mesoglauconia (Triglauconia) kleinpelli (Allison) Mennessier, 1984, p. 29, lám. 4, figs.15-20.

Descripción. La concha es de tamaño medio, cónica de espira alta, con la sutura impresa y los lados casi rectos; la vuelta del cuerpo tiene la sutura acanalada; la abertura es oval, holostomada y el ombligo cerrado.

Las vueltas están ornamentadas con dos cordones espirales de tubérculos conspicuos de forma rectangular, exceptuando la última vuelta que presenta cuatro, colocados sobre la sutura inferior y en la proximidad de la sutura posterior, entre los cordones principales se encuentran costillas secundarias ligeramente marcadas.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-141	15	20
IGM-142	10	10
IGM-143	12	10

Discusión. *Cassiope (Cassiope) kleinpelli* Allison (1955, p. 416, lám. 41, fig. 6. *Mesoglauconia (Triglauconia) kleinpelli* (Allison) fue descrita por Allison (1955, p. 41, fig. 6) de la Formación Alisitos (Cretácico Inferior) cuyos afloramientos se encuentran en Punta China, Baja California, México y posteriormente revisada taxonómicamente por Mennessier, (1984, p. 29, lám. 4, figs. 15-20).



Gymnentome (Gymnentome) suturosa (Nyst y Galeotti)
Figura 19 (2X).

Cerithium suturosum Nyst y Galeotti, 1840, p. 215, fig. 4.

Glauconia suturosa (Nyst y Galeotti) Aguilera, 1906 (Tabla).

Cassiope suturosa (Nyst y Galeotti) Alencáster, 1956, p. 31, lám. 7, fig. 11.

Descripción. La concha es de forma turritada con la espira alta formada por siete vueltas, la vuelta del cuerpo es más ancha que las vueltas anteriores de lados rectos a convexos, presenta cuatro costillas espirales redondeadas intercaladas con líneas de crecimiento, la sutura es acanalada; el ángulo apical es de 20°. La ornamentación consiste en costillas medias con tubérculos conspicuos de forma cuadrangular muy próximos entre sí.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho máximo	Altura máxima
IGM-144	13	37

Discusión. *Gymnentome* (*Gymnentome*) *suturosa* (Nyst y Galeotti) fue descrita inicialmente por Alencáster (1956, p. 31, lám. 7, fig. 11) de la Formación San Juan Raya (Aptiano) del estado de Puebla. El ejemplar recolectado en las rocas de la Formación Encino presenta ligeras diferencias morfológicas con el descrito por Alencáster, que consisten en una ornamentación más definida, debido a su excelente conservación.

Género NATICA Scopoli, 1777



Natica? cragini Stanton

Figura 20 (2X).

Natica cragini Stanton, 1947, p. 65, lám. 52, figs. 1-3.

Descripción. La concha es de forma elongada-oval, presenta seis vueltas que se incrementan en su crecimiento, la espira es elevada y tiene la mitad del tamaño de la vuelta del cuerpo, la sutura es impresa y el ángulo apical es de 65°. La ornamentación que se observa en la vuelta del cuerpo consiste en liras muy tenues, la abertura no se observó.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho máximo	Altura máxima
IGM-145	20	24

Discusión. El ejemplar procedente de la Formación Encino corresponde a un molde interno en malas condiciones de conservación. La especie *Natica cragini* Stanton (1947, p. 65, lám. 52, figs. 1-3) fue descrita como nueva para la lutita Kiowa localizada al sur de la estación de ferrocarril Belvidere del Kiowa County y del Cerro Black a 8 kilómetros al sureste de Belvidere, Kansas, EUA.

Familia PSEUDOMELANIIDAE
 Género *Cimolithium* Cossmann, 1906



Cimolithium miyakoense (Nagao)

Figura 21 (1X); Figura 22 (1X). Ejemplar incompleto de *Cimolithium miyakoense* (Nagao)

Cerithium (Cimocerithium?) miyakoense Nagao, 1934, p. 252-255, lám. 36, figs. 1-10.

Cimolithium miyakoense (Nagao) Allison, 1955, p. 418, lám. 41, fig. 4; Perrilliat, 1968, p. 20, lám. 4, fig. 2.

Descripción. La concha es grande, gruesa consiste en nueve vueltas que aumentan rápidamente de crecimiento, los lados son convexos cada vuelta presenta tiene cerca de diez varices anchas y gruesa que se delimitan entre dos suturas continuas. También se observan hileras espirales continuas de cordones poco aparentes, los interespacios son pequeños. La abertura es de forma ovalada más ancha que alta.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-146	44	60
IGM-147	32	49
IGM-148	26	34
IGM-149	21	34

Discusión. Esta especie ha sido descrito de la arenisca Miyako (Aptiano-Albiano) de Honshu, Japón (Yabe y Hanzawa, 1926, p. 20) y de la Formación Alisitos (Cretácico Inferior) de Punta China, Baja California, México (Allison, 1955, p. 41, fig. 6).

Familia TURRITELLIDAE Woodward, 1851

Género Woodward, 1851



Turritella delriensis Stanton

Figura 23 (4X).

Turritella delriensis Stanton, 1947, p. 74, lám. 56, fig. 15.

Descripción. La concha es pequeña de forma turritada con diez vueltas que aumentan ligeramente de tamaño hacia la abertura, presentan las suturas impresas. Los lados son rectos y la abertura es oval a ligeramente cuadrilateral. La ornamentación de la concha consiste en tres prominentes costillas y finas liras que se encuentran entre las costillas.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-150	5	19
IGM-151	5	16
IGM-152	4	13

Discusión. El material procedente de Pihuamo, Jalisco consistió en dos ejemplares completos y un fragmento en los que se observaron las características morfológicas de la parte externa de la concha. *Turritella delriensis* Stanton, 1947 (p. 74, lám. 56, fig. 15.) fue descrita de la Formación Denton (Albiano) localizada aproximadamente a 4 km al oeste de Denison en el condado de Grayson y próximo a la localidad Del Río en Val Verde, Texas,

EUA. Stanton (*Ibíd.*) menciona que existen varias especies de turrítelidos de tamaños pequeños que están relacionadas con la descrita, entre ellas se encuentran *Turritella leonensis* Conrad, pero es más pequeña y de ángulo apical estrecho.



Turritella belviderei Cragin

Figura 24 (2X).

Turritella marnochii var. *belviderei* Cragin, 1890, lám. 75 (*nomen nudum*).

Turritella belviderei Cragin, 1897, p. 134; Cragin, 1940, p. 33, lám 10, figs. 15, 16.

Turritella seriatim-granulata var. *belviderei* Cragin, 1924, p. 8, lám. 58, figs. 1, 2.

Descripción. La concha es turritada de tamaño mediano con seis vueltas convexas, la sutura está ligeramente acanalada, el ángulo apical es aproximadamente de 15°. La ornamentación de la concha consiste costillas espirales más o menos granulares que son en su mayoría más amplias que los espacios intermedios, el superior generalmente más prominente que los otros; la vuelta del cuerpo tiene seis líneas de costillas con espacios estrechos.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-153	13	32
IGM-154	12	31
IGM-155	12	28
IGM-156	12	28
IGM-157	14	27
IGM-158	14	27
IGM-159	13	23
IGM-160	15	22
IGM-161	11	22
IGM-162	16	20
IGM-163	12	17
IGM-164	10	16

Discusión. Los ejemplares procedentes de la Formación Encino del Cerro de Tuxpan, Jalisco consisten en abundantes ejemplares incompletos para conocer la altura con precisión, pero aparentemente las muestras promedio miden 55 a 60 mm en altura y de 15 a 16 mm en la mayor amplitud. La especie fue descrita por Cragin (1940, p. 33, lám. 10, figs. 15, 16) del Cretácico de Texas, EUA.

Familia ACTAEONELLIDAE Pcelincev, 1954

Género *Trochactaeon* Meek, 1863



Trochactaeon cumminsi Stanton

Figura 25 (2X).

Trochactaeon cumminsi Stanton, 1947, p. 111, lám. 63, figs. 3-6, 13.

Trochactaeon parvus Stanton, 1947, p. 112, lám. 63, figs. 1,2.

Actaeonella parvus (Stanton), Allison, 1955 p. 429, lám. 44, fig. 5.

Trochactaeon (Neocylindrites) cumminsi Stanton, Sohl y Kollmann, 1985 p. 53, lám. 4, figs. 1-4, lám. 9, figs. 9-19.

Descripción. La concha es de tamaño medio, subfusiforme, con ocho vueltas y ángulo apical de 60°, la espira es pupiforme con las vueltas ligeramente convexas, las suturas son impresas y poco profundas. La vuelta del cuerpo es alargada, subcilíndrica con la abertura estrecha y la superficie marcada por líneas de crecimiento que son casi rectas. El labio interno tiene tres pliegues, el labio externo es delgado.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Diámetro máximo	Altura máxima
IGM-165	20	38
IGM-166	18	36
IGM-167	16	36
IGM-168	17	34
IGM-169	14	31
IGM-170	17	30
IGM-171	12	29
IGM-172	13	28
IGM-173	10	24
IGM-174	8	15

Discusión. Esta especie es muy variable, particularmente en la forma y proporciones relativas de la espira. Inicialmente fue descrita del Cretácico de la Caliza Devil Rivers, Río Grande Galvestons, Harrisburg y San Antonio, Texas, EUA.

Género PERUVIELLA Olsson, 1944



Peruviella dolium Roemer

Figura 26 (1X); Figura 27 (1X). *Peruviella dolium* Roemer (sección transversal).

Actaeonella dolium Roemer 1849, p. 411, lám. 67, fig. 1, 3, 4, 7, 10-12; Roemer 1852, p. 43, lám. 4, fig. 4; Stanton 1947, p. 109, lám. 67, figs. 1, 3, 4, 7, 10-12.

Volvulina texana (Roemer) Adkins 1928, p. 196, lám. 11, fig. 3.

Peruviella dolium Colman y Sohl, 1979; Sohl y Colman y 1985, lám. 8, fig. 2.

Descripción. La concha es fusiforme a suboval, convoluta con la espira oculta, tiene el ángulo apical de 80° y el ombligo estrecho. La superficie de la concha es casi lisa, mostrando solo líneas de crecimiento finas y ligeramente curvadas, labio interno prominente y hacia la parte anterior, con tres pliegues espirales moderadamente prominentes.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho máximo	Altura máxima
IGM-175	25	52

Discusión. *Actaeonella dolium* Roemer fue descrita por Stanton (1947, p. 109, lám. 67, figs. 1, 3, 4, 7, 10-12) del Cretacico Inferior de Fredericksburg y de Sierra Blanca Hudspeth County, Texas, EUA.

Familia Nerineidae
Género NERINEA DeFrance, 1825



Nerinea incisa Giebel

Figura 28 (1X); Figura 29 (1X). Corte transversal de *Nerinea incisa* Giebel

Nerinea sp. ind. Roemer, 1849, p. 412; Roemer, 1852, p. 41, lám. 4, fig. 8.

Nerinea incisa Giebel, 1853, p. 364; Etallon, 1862, p. 36; Giebel, 1925, p. 130, lám. 31; Giebel, 1928, p. 186; Stanton, 1947, p. 84, lám. 56, figs. 6, 7, 10, 11.

Descripción. La concha es de forma cilíndrica, esbelta, umbilicada con vueltas bajas y anchas que aumentan ligeramente de tamaño con lados cóncavos separados por suturas impresas. La morfología interna consiste en la presencia de dos pliegues, uno columelar angosto y curvado ligeramente hacia la parte superior y otro parietal, largo y angosto en dirección hacia el labio externo. La ornamentación externa de la concha presenta cordones gruesos de forma rectangular contiguos situados en la parte inferior y superior de las vueltas, entre los cordones se encuentran líneas espirales finas.

Dimensiones en mm

Ejemplar núm.	Ancho última vuelta	Altura máxima
IGM-176	19	45
IGM- 177	15	36
IGM-178	14	28
IGM-179	15	27
IGM-180	12	24
IGM-181	13	21

Discusión. *Nerinea incisa* Giebel fue descrita con anterioridad de varias localidades del sur de los EUA, entre ellas del oeste de Austin, Bexar County, Marathon y Travis County en Texas (Stanton, 1947, p. 84, lám. 56, figs. 6, 7, 10, 11). Se da a conocer la presencia de esta especie en las rocas de la Formación Encino (Cretácico) de la región de Pihuamo, Jalisco.

CONCLUSIONES

Se dan a conocer por primera vez para la región de Pihuamo, Jalisco los moluscos escafópodos (*Dentalium* sp.), bivalvos (*Linearia* (*Linearia*) sp.) y los gasterópodos *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton), *Mesoglauconia* (*Triglauconia*) *kleinPELLI* (Allison), *Gymnentome* (*Gymnentome*) *suturosa* (Nyst y Galeotti), *Natica?* *cragini* Stanton, *Cimolithium* *miyakoense* (Nagao), *Turritella* *delriensis* Stanton, *Turritella* *belviderei* Cragin, *Trochactaeon* *cumminsi* Stanton, *Peruviella* *dolium* Roemer, *Nerinea* *incisa* Giebel. La asociación biótica contribuye al conocimiento integral de la fauna del Cretácico de la región occidental de México.

Asimismo, se actualiza la taxonomía de especies de gasterópodos ya citados anteriormente para la región, entre ellos *Ostoma japonicum* (Nagao), *Mesoglauconia* (*Mesoglauconia*) *burnsi* (Stanton) y *M.* (*Triglauconia*) *kleinPELLI* (Allison).

Se confirma la edad del Cretácico (Aptiano Superior-Albiano Inferior) con el estudio de los fósiles de moluscos índices estratigráficos.

La comunidad fósil de la Formación Encino se desarrolló en un ambiente de depósito que corresponde a un mar transgresivo de aguas someras y cálidas, con periodos de vulcanismo explosivo y periodos de tranquilidad que permitieron la formación de bancos arrecifales de rudistas donde vivieron asociados los gasterópodos.

La similitud de especies de invertebrados de la región sureste de Jalisco con otras regiones del occidente (Baja California, Michoacán, Colima) y centro sur (Puebla, Chiapas) de México y de otras regiones del mundo, en Estados Unidos de América (Texas, Kansas), España, Japón que sugiere se desarrollaron en mares del Dominio del Tethys.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALENCÁSTER, G. (1956). Pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana núm. 2, p. 1-47.

ALENCÁSTER, G. (1961). Paleontología del Triásico Superior de Sonora, Parte III: Fauna fósil de la Formación Santa Clara (Cárnico) del estado de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 11, parte 3, p. 5-8, 10-32.

ALENCÁSTER, G. (1963). Pelecípodos del Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 15, p. 1-52.

ALENCÁSTER, G. (1971). Rudistas del Cretácico Superior de Chiapas. Parte 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 34, 1-91.

ALENCÁSTER, G. (1973). Una nueva especie de *Toucasia* en el Cretácico Medio de los estados de Oaxaca y Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 36, p. 3-18.

ALENCÁSTER, G. (1977). Moluscos y Braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Geología, Revista, vol. 1 núm. 2, p. 151-166.

ALENCÁSTER, G. (1986). Nuevo rudista (Bivalvia-Hippuritacea) del Cretácico Inferior de Pihuamo, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo 47, núm. 1, p. 47-54.

ALENCÁSTER, G. (1998). New caprinid rudist genera *Guzzyella* and *Muellerriedia* (Bivalvia-Hippuritacea) from the Albian (Cretaceous) of central Mexico. Universidad

Nacional Autónoma de México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 15, núm. 1, Instituto de Geología y Sociedad Geológica Mexicana, p. 91-115.

ALENCÁSTER, G. y BUITRÓN, B. E. (1965). Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo, estado de Puebla. Estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior de la parte centro-meridional del estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 21 parte 2, p. 1-12, 16-42.

ALENCÁSTER, G. y PANTOJA, J. (1986). *Coalcomana ramosa* (Boehm) (Bivalvia-Hippuritacea) del Albiano Temprano del Cerro de Tuxpan, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo 47, núm. 1, p. 33-46.

ALENCÁSTER, G. y PANTOJA, J. (1995). New Early aptian rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo area in southwestern Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 12, núm. 2, p. 123-134.

ALENCÁSTER, G. y AGUILAR-PÉREZ, J. (1995). *Jalpania queretana*, a new rudist (Bivalvia-Hippuritacea) from the mid-Cretaceous of central Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 12, núm. 2, p. 117-120.

ALLISON, E. C. (1955). Middle Cretaceous gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico. Journal of Paleontology, Vol. 29, No. 3, Published by: SEPM Society for Sedimentary Geology, p. 400-432.

ALMAZÁN, E. (1988). Marco paleosedimentario y geodinámico de la Formación Alisitos en la península de Baja California. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista vol. 7, núm. 1, p. 41, 44.

BUITRÓN, B. E. (1986). Gasterópodos del Cretácico (Aptiano Tardío-Albiano Temprano) del cerro de Tuxpan, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo 47, núm. 1, p. 17-22, figs. 2, lám. 1.

BUITRÓN, B. E. (1977). *Bellerophon (Bellerophon) crassus* Meek y Worthen (Mollusca, Gastropoda) en el Pérmico de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista vol. 1, núm. 1, p. 69-73.

BUITRÓN, B. E. (1977). Invertebrados (Crinoidea y Bivalvia) del Pensilvánico de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, vol. 1 núm. 2, p. 144-150.

BUITRÓN, B. E. y BARCELÓ-DUARTE, J. (1980). Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 4, núm. 1, Instituto de Geología, p. 46-55.

BUITRÓN, B. E. y RIVERA, S. (1985). Nerineidos (Gastropoda-Nerineidae) cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo XLVI, núm. 1 y 2, p. 65-78.

BUITRÓN, B. E., CARRILLO, M., ROSALES, M. C. y AGUILERA, N. (1995). A middle Albian biota (Algae, Foraminifera and Gastropoda) from Ahuacatlán, state of Querétaro, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol. 12, núm. 2, p. 145-146 y 153-154.

BUITRÓN, B. E. y LÓPEZ-TINAJERO, Y. (1995). Mollusk gastropods in a Lower Cretaceous rudist-bearing formation of Jalisco, west central Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 12, núm. 2, Instituto de Geología, p. 157-168.

BUITRÓN, B. E., ROSALES, M. C. y ESPINOSA-ARRUBARENA, L. (1995). Some mollusks (Tellinidae, Turritellidae, Cerithidae, Aporrhaidae and Naticidae) from the Late Cretaceous of Ocuilapa, Chiapas and its relationship to the North American and Caribbean provinces. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, vol. 8, núm. 1, p. 1-22.

BUITRÓN, B. E., PANTOJA, J. y ROMO, E. (2003). Gasterópodos cretácicos Aptiano-Albiano de la región de San Lucas estados de Michoacán y Guerrero. Agustín Ayala-Castañares: universitario, impulsor de la investigación científica (L.A. Soto Ed.) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, , p. 177-186.

BUITRÓN, B. E. y GÓMEZ-ESPINOSA, C. (2003). Cretaceous (Aptian-Cenomanian) Gastropods of Mexico and their Biogeographic Implications. Claudio Bartolini, Richard T. Buffler, Jon F. Blickwede, eds., The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon Habitats, Basin Formation and Plate Tectonics: AAPG Memoir 79, p. 403-418.

BUITRÓN, B. E., GÓMEZ, M. C. y ALMAZÁN, E. (2010). Paleontología General de Invertebrados. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Sección Editorial, p. 172-177, 192-196.

CAMACHO, H. H. (1966). Invertebrados fósiles. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina, p. 298-299, p. 302-303.

CHECA, A. y DOMÈNECH, R. (2009). Paleontología de Invertebrados. Sociedad Española de Paleontología–Universidad de Oviedo–Universidad de Granada–Instituto Geológico y Minero de España, Clase Bivalvia. (Martínez Chacón, M. L. y Rivas, P. (Eds.)), p. 235-255, 266-267, 270-271.

CLARKSON, E. N. K. (1998). Invertebrate paleontology and evolution. Fourth edition. Blackwell Science Ltd, United Kingdom, p. 199.

CARREÑO, A.L., PERRILLIAT, M. C., GONZÁLEZ, A., C., APPLGATE, S. P., CARRANZA, C., O, MARTÍNEZ, H. E. (1989). Fósiles Tipo Mexicanos. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 531 p.

CESARI, P. Y PELLIZZATO, M. (1990). Biology of Tapes Philippinarum. In: Tapes Philippinarum: Biología e Sperimentazione. Regione Veneto, Ente di Sviluppo Agricolo, Venice, p. 21-46.

DAMBORONEA, S. E. y GONZÁLEZ-LEÓN, C. M. (1997). Late Triassic and Early Jurassic bivalves from Sonora, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 14, núm. 2, p. 178-201.

DELPEY, G. (1940). Les gasteropodes mésozoïques de la region libanaise. Notes et Mémoire, Haut. Comm. Syrie et Liban, vol. 3, 324 p.

DuSHANE, H. (1977). A New Species of *Amaea* (*Scalina*) from the Pliocene of Baja California Sur, Mexico (Mollusca: Gastropoda). Journal of Paleontology, vol. 51, núm. 5, p. 953-958.

ENAY, R. (1990). Paleontology of invertebrates. Springer-Verlag, Suiza, p. 87.

ESTRADA-BARRAZA, S. (1972). Informe preliminar de los trabajos de Geología del Objetivo 2.1 en la Mina de El Encino, Pihuamo, Jal. Archivo técnico. Las Encinas, S.A. (Informe inédito).

GARCÍA-CUBAS, A. (1981). Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche). Universidad Nacional Autónoma de México, Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Publicación especial, 5: 1-182.

GARCÍA-CUBAS, A. y REGUERO M. (2004). Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México, Primera Edición, p. 20.

GARCÍA-BARRERA, P. (1995). *Toucasia hancockensis* (Hippuritacea-Requienidae) in southwestern Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 12, núm. 2, p. 191-194.

GILI, C. y MARTINELL, J. (2009). Clase Gastropoda. Paleontología de Invertebrados. Sociedad Española de Paleontología-Universidad de Oviedo-Universidad de Granada-Instituto Geológico y Minero de España, (Martínez Chacón, M. L. y Rivas, P., (Eds.) p. 271-280.

GÓMEZ E., C., BUITRÓN, B. E. VACHARD, D. (2010). Tafonomía del gasterópodo cf. *Donaldina robusta* (Heterobranchia: Streptacididae) del Pensilvánico Medio, Formación La Joya, Sonora, México. *Revista de Biología Tropical* (ISSN-0034-7744) vol. 58 (1), p. 183-194.

GORROSTIETA, E., FALCON, A., AGUILAR, M. B. y HEIMER, E. P. (2011). El sistema nervioso de los gasterópodos. Universidad Nacional Autónoma de México, *Revista Digital Universitaria*, vol., 12 núm. 3, p. 6-7.

GUERRERO, M. y QUIROZ-BARROSO, S. A. (2013). Bivalvos guadalupianos (Pérmico Medio) de la Formación Olinalá, Guerrero, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 65, núm. 3, p. 533-551.

KAUFFMANN, E. G. (1979). *Cretaceous. Treatise on Invertebrate Paleontology, part A Introduction, Fossilization (Taphonomy), Biogeography and Biostratigraphy*, The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, p. A418-A487.

LUDBROOK, N. H. (1969). Scaphopoda. (Raymond C. Moore edits.); *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part I, Mollusca 1: Mollusca General Features, Scaphopoda, Amphineura, Monoplacophora, Gastropoda. General Features, Archaeogastropoda and some (mainly Paleozoic) Caenogastropoda and Opisthobranchia*; Geological Society of America, Inc. y University of Kansas Press 138 p.

MARTÍNEZ, M. L. y RIVAS, P. (Eds.) (2009). *Paleontología de Invertebrados*. Sociedad Española de Paleontología-Universidad de Oviedo-Universidad de Granada-Instituto Geológico y Minero de España, p. 365-366.

McROBERTS, C. A. (1997). Late Triassic (Norian-Rhaetian) Bivalves from The Antimonio Formation, northwestern Sonora, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 14, núm. 2, p. 167-177.

MILLER, T. H. y JEFFORDS, R. M. (1962). Some properties of acetate films used in peels. *Journal of Paleontology*, vol. 36, núm. 6, p. 1382-1383.

PAEZ, J. V. (1992). Geología del área de Tamazula, estado de Jalisco. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Tesis profesional, p. 40-46.

PANTOJA, J. y ESTRADA, S. (1986). Estratigrafía de los alrededores de la mina de hierro de El Encino, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo 47, núm. 1, p. 1-11.

PAYNE, J. L., JOHNSON, M. E. y LEDESMA-VÁZQUEZ, J. (2004). Lower Cretaceous Alisitos Formation at Punta San Isidro: Coastal sedimentation and volcanism. Ciencias Marinas, vol. 30, núm. 2, p. 365.

PERRILLIAT, M. C. (1968). Moluscos de la Formación de Agueguexquite (Mioceno Medio) del Istmo de Tehuantepec, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Paleontología Mexicana, núm. 14, p. 1-37.

PERRILLIAT, M. C. (1968). Fauna del Cretácico y del Terciario del norte de Baja California. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 25, p. 5-7, 9-10, 20-26.

PERRILLIAT, M. C. (1974). Monografía de los moluscos del Mioceno Medio de Santa Rosa, Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, núm. 37, p. 1-46, 51-60.

PERRILLIAT, M. C. (1994). Bivalvos de la Formación Tuxpan (Mioceno Medio), estado de Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 11, núm. 2, p. 232-242.

PERRILLIAT, M. C. y FLORES-GUERRERO, F. (2011). Moluscos de la Formación Agueguexquite (Plioceno Inferior) de Coatzacoalcos, Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, vol. 28, núm. 3, p. 379-397.

PERRILLIAT, M. C. y CRISTÍN, A. (2016). Late Paleocene Cancellariidae (Gastropoda: Neogastropoda) from Baja California, Mexico. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, vol. 68, núm. 1, p. 105-109.

PERRILLIAT, M. C., VEGA, F., ESPINOSA, B. y NARANJO-GARCÍA, E. (2008). Late Cretaceous and Paleogene freshwater gastropods from Northeastern Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 82, núm. 2, p. 255-266.

PERRILLIAT, M. C., VEGA, F. y CORONA, F. (2000). Early Maastrichtian Mollusca from the Mexcala Formation of the State of Guerrero, Southern Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 74, núm. 1, p. 7-24.

PINEDA, G., SCHAAF, P., AGUILAR, M., SOLÍS, G. y VEGA, F. J. (2016). Contribución al alcance estratigráfico de la Formación Agueguexquite (Mioceno), Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 68, núm. 2, p. 187-188.

PIÑEIRO, F. (1972). Descripción de las unidades litoestratigráficas de la Formación Tobas-Encino, Pihuamo, Jal. Archivo técnico. Las Encinas, S.A. (Informe inédito).

PONS, J. M. y VICENS, E. (2012). Los rudistas, objetivo del interés paleontológico de la Dra. Alencáster. Morfología de la concha de los rudistas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, núm. 62, p. 37-40.

QUIROZ-BARROSO, S. y PERRILLIAT, M. C. (1997). Pennsylvanian Nuculoids (Bivalvia) from the Ixtaltepec Formation, Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 71, núm. 3, p. 400-407.

QUIROZ-BARROSO, S. y PERRILLIAT, M. C. (1998). Pennsylvanian Bivalves from the Ixtaltepec Formation, Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 72, No. 6 (Nov., 1998), *Paleontological Society*, p. 1011-1024.

QUIROZ-BARROSO, S. A., SOUR, F. y CENTENO, E. (2012). Gasterópodos y bivalvos cisuralianos (Pérmico Inferior) de Otlamalacatla, Hidalgo, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 29, núm. 1, p. 158-178.

REYNOLDS, P. D. (2002). The Scaphopoda-*Advances in Marine Biology* vol. 42. Biology Department, Hamilton College, Clinton, NY, 13323, USA, p. 139-179.

ROHR, D. M., BLODGETT, R. B. y BAICHTAL, J. (2006). Scaphopoda from the Alexander Terrane, Southeast Alaska-The first occurrence of Scaphopoda in the Silurian. *Palaeworld*, vol. 15, issue 2, p. 211.

SCHROCK, R. y TWENHOFEL, W. (1953). Principles of invertebrate paleontology. Second edition. McGraw-Hill Book Company, p. 362-434.

SCOTT, R. W. (1981). Biotic Relations in Early Cretaceous Coral-Algal-Rudist Reefs, Arizona. *Journal of Paleontology*, vol. 55, No. 2 (Mar., 1981), Published by: SEPM Society for Sedimentary Geology, p. 463-478.

SHIMER, H. W. y SHROCK, R. (1944). Index fossils of North America. New York: John Wiley y Sons, Inc., 837 p.

SOHL, N. F. (1969). North America Cretaceous biotic provinces delineated by Gastropods. *Proc. North America Paleontological Convention*, p. 1610-1637.

SOHL, N. F. (1987). Gastropods: Contrasts between Tethys and the Temperate Provinces. *Journal of Paleontology*, vol. 61, núm. 6, p. 1085-1111.

STANLEY, G. D., GONZÁLEZ, Jr. C, SANDY, M. R., SENOWBARI, B., DOYLE, P, TAMURA, M y ERWIN, D. H. (1994). Upper Triassic Invertebrates from the Antimonio Formation, Sonora, Mexico. *Memoir (The Paleontological Society)*, vol. 36, Supplement to vol. 68, núm. 4 of the *Journal of Paleontology*, p. 26-27.

STERNBERG, R. M. y BELGING, H. F. (1931). Dry-peel technique. *Journal of Paleontology*, vol. 16, núm. 1, p. 135-136.

SWINNERTON, H. H. (1972). Elementos de Paleontología. Segunda edición. Ediciones Omega, España, p. 225-228.

VEGA, F. J. y PERRILLIAT, M. C. (1990). Moluscos del Maastrichtiano de la sierra El Antrisco estado de Nuevo León. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Paleontología Mexicana núm. 55, p. 1-18 y 22-40.

VEGA, F. J. y PERRILLIAT, M. C. (1992). Freshwater Gastropods from Early Eocene Difunta Group, Northeastern Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 66, núm. 4, p. 603-609.

VILLASEÑOR, A. B., GONZÁLEZ, C. M., LAWTON, T. F. y ABERHAN, M. (2005). Upper Jurassic ammonites and bivalves from the Cucurpe Formation, Sonora (Mexico). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 22, núm. 1, p. 65-62, 80-82.

WEBSTER, L. M. (1983). New Species of *Xenophora* and *Anchura* (Mollusca: Gastropoda) from the Cretaceous of Baja California Norte, Mexico. *Journal of Paleontology*, vol. 57, núm. 5, p. 1090-1097.

YOCHELSON, E. L. (2004). The record the early “Scaphopoda” (?Mollusca) reevaluated. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 106A, p. 13-29.

YOCHELSON, E. L., MAPES R. H. y HEIDELBERGER, D. (2007). An enigmatic molluscan fossil from the Devonian of Germany: scaphopod or cephalopod? *Paläontologische Zeitschrift*, vol. 81/2, p. 118-122.