



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**GASTERÓPODOS DEL CRETÁCICO DE LA
REGIÓN SUROESTE DE MÉXICO:
FAMILIAS NERINEIDAE (ZITTEL, 1873) Y
CASSIOPIDAE (KOLLMAN, 1973)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

EFRAIN S. GALICIA

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. BLANCA ESTELA BUITRÓN SÁNCHEZ





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.

ידשלא הדות
אמיא הדות
אבא החת

Especialmente a mi madre,
ella siempre estará en la
molécula que me
da vida.

.

Decidí estudiar biología
porque todo lo que quería
saber estaba escrito en el libro
de la vida.

.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la
Doctora Blanca Estela Buitrón, sin ella,
este trabajo no hubiera sido posible.

A cada uno de los miembros del jurado
por el tiempo dedicado a la revisión
de este trabajo.

A mis verdaderos amigos.

A la sempiterna Facultad de Ciencias
y al grupo de profesores que me hicieron
recordar que con la ciencia también
es posible hacer poesía.

Al Maestro Alejandro Martínez Mena
y a Isabel Bieler Antolín, ellos me
enseñaron a *capturar cada instante...*

Y especialmente a mi alma máter,
la Universidad Nacional Autónoma de México.

•

CONTENIDO

Resumen	4
Introducción	5
Objetivo general	5
Objetivos particulares.....	6
Generalidades de la Clase Gastropoda	
Origen y evolución.....	7
Morfología externa.....	9
Antecedentes	14
Área de estudio	16
Marco geológico	17
Estratigrafía	19
Formación Encino	19
Formación San Lucas.....	21
Formación El Cajón	23
Formación Mal Paso	23
Formación Morelos.....	25
Material y método	27
Trabajo de campo	27
Trabajo de gabinete	27
Paleontología sistemática	30
Consideraciones paleogeográficas	56
Consideraciones paleoecológicas	58
Consideraciones paleoambientales	61
Conclusiones	62
Figuras	63
Literatura citada	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de torsión de un gasterópodo	7
Figura 2. Tipo de enrollamiento de una concha de gasterópodo.....	8
Figura 3. Estructura típica de una concha de gasterópodo.	9
Figura 4. Vista longitudinal de <i>Nerinea</i> sp.....	10
Figura 5. Morfología general de un casiópido.	13
Figura 6. Localización geográfica del área de estudio.	16
Figura 7. Sección estratigráfica del Cerro de Tuxpan, Jalisco.....	20
Figura 8. Formación San Lucas, Michoacán	22
Figura 9. Formación Mal Paso.....	24
Figura 10. Columna estratigráfica Formación Morelos.	26
Figura 11. Fotografías de Nerinéidos del género <i>Cassiope</i> sp.	63
Figura 12. Fotografías de Nerinéidos.....	64
Figura 13. Fotografías de ejemplares de la Familia Cassiopidae.....	65
Figura 14. Fotografías de ejemplares de la Familia Cassiopidae	66
figura 15. Mapa de distribución paleobiogeográfica de gasterópodos Cretácicos de la región Suroeste de México	57
Figura 16. Alcance estratigráfico de las especies de estudio.....	60
Figura 17. Reconstrucción paleoambiental de la zona de estudio.....	61

RESUMEN

Se describen 12 especies de gasterópodos cretácicos pertenecientes a la familia Nerineidae (Zittel 1873) las cuales se clasifican siguiendo la propuesta taxonómica de Delpey (1940) y ocho especies de gasterópodos agrupados en la Familia Cassiopidae (Kollman, 1973) según Menessier (1984).

Las especies de Nerinéidos identificadas son *Cossmannea (Nerinea) azteca* (Alencáster), *Cossmannea (Eunerinea) euphyes* (Felix), *Cossmannea (Eunerinea) luttickei* (Blanckenhorn), *Cossmannea (Eunerinea) michoacana* (Buitrón), *Cossmannea (Eunerinea) titania* (Felix), *Cossmannea (Eunerinea) bicoriensis* (Cragin), *Cossmannea (Eunerinea) pauli* (Coquand), *Adiozoptyxis coquandiana* (d'Orbigny), *Nerinea pantojaiana* (Buitrón y Rivera Carranco), *Ptygmatis (Nerinea) galatea* (Coquand), *Ptygmatis buetamoensis* (Buitrón) y *Ptygmatis (Plesiotygmatis) tomasensis* (Allison).

Por otra parte, las especies de casiópidos que se identificaron son *Mesoglauconia (Cassiope) burnsi* (Stanton), *Mesoglauconia (Triglauconia) kleinpelli* (Allison), *Gymmentome (Gymmentome) paluxiensis* (Stanton), *Gymmentome (Gymmentome) zebra* (Gabb), *Cassiope (Cassiope) branneri* (Hill), *Cassiope helvética* (Pictet y Renevier), *Cassiope renevieri* (Coquand), *Cassiope (Glauconia) strombiformis* (Verneuil) y *Cassiope (Gymmentome) cf. C. pizcuetana* (Vilanova).

Cassiope renevieri se reporta por primera vez para la Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco, mientras que *Cassiope strombiformis* y *Cassiope cf. C. pizcuetana* se citan por primera vez para el Cretácico Inferior de México.

Esta investigación amplía el registro paleontológico y el conocimiento sobre los gasterópodos cretácicos de la región suroeste del país, además aporta nuevas interpretaciones sobre la reconstrucción paleoambiental basada en las interacciones paleoecológicas (previamente reportadas por distintos grupos de trabajo) dadas durante el Cretácico Inferior.

INTRODUCCIÓN

Las rocas carbonatadas de ambiente marino, de aguas cálidas y someras en México son abundantes en afloramientos del territorio nacional, debido a que fue cubierto en gran parte por una gruesa secuencia de sedimentos cuya edad queda comprendida entre el Triásico y el Cretácico (230-65 Ma). Particularmente, el Cretácico está representado en diversos estados de la república, desde Baja California hasta Chiapas y aunque los gasterópodos exhiben una riqueza y abundancia importantes durante ese período, éste grupo taxonómico no ha sido completamente estudiado hasta el momento.

Los afloramientos fosilíferos de la región suroeste de México de los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero contienen una abundante y diversa biota del Cretácico, en la que destacan corales, rudistas y otras grupos de gasterópodos como la familia Nerineidae y Cassiopidae. La presente investigación se basa en el estudio de especies de gasterópodos realizado por Zitell (1873) para la familia Nerineidae y para la familia Cassiopidae, y por Kollman (1973). El material de estudio fue recolectado en rocas sedimentarias de la región suroeste de México, la cual comprende los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero.

Contar con el registro de los fósiles es indispensable para conocer el acervo paleontológico del país. Este estudio permitió tener mayor conocimiento sobre la paleontología de invertebrados de edad cretácica para la región suroeste de México.

Objetivo general

- Ampliar el registro paleontológico de los gasterópodos cretácicos pertenecientes a las familias Nerineidae (Zitell, 1873) y Cassiopidae (Kollman, 1973) para la región suroeste de México (estados de Jalisco, Guerrero y Michoacán).

Objetivos particulares

- Determinar y describir las especies de gasterópodos nerinéidos y casiópodos recolectados en la región suroeste de México
- Establecer las inferencias paleoecológicas y paleogeográficas de los gasterópodos cretácicos de la región suroeste de México.

GENERALIDADES DE LA CLASE GASTROPODA

La Clase Gastropoda está documentada a partir del Cámbrico (Barnes, 1977) y debido a su plasticidad ha permanecido hasta el reciente. Actualmente se conocen 93,127 de especies vivientes y alrededor de 60,000 especies fósiles descritas (Brusca, 2007). Este taxón se ha caracterizado por experimentar la más amplia radiación adaptativa, ya que durante el Mesozoico y Cenozoico se adaptaron a vivir tanto en ambientes marinos como terrestres.

Una de las características que los diferencia del resto de los moluscos es la torsión de 180° del cuerpo, manteniendo en los extremos la cabeza y el pie. Generalmente poseen una concha de calcita o aragonita que suele enrollarse en forma de hélice alrededor de un eje (columela).

Debido a su amplio registro a través del tiempo geológico y al excelente grado de preservación de sus estructuras rígidas, como las conchas, los gasterópodos son de gran importancia paleontológica, ya que resultan excelentes fósiles índice e indicadores paleoambientales y paleogeográficos.

Origen y evolución

Los cambios evolutivos de la Clase Gastropoda están relacionados con la torsión del cuerpo y de la concha, así como la modificación en estructuras respiratorias y en el pie. Otro aspecto importante es el proceso de torsión, el cual se presenta durante las primeras fases de la embriogénesis de gasterópodos actuales vivientes. Al principio, la larva posee simetría bilateral la cual de forma súbita experimenta una torsión, en donde la masa visceral, el manto y cavidad presentan torsión de 180° en sentido contrario a las manecillas del reloj. El aparato digestivo y nervioso tiene una curvatura en forma de U, mientras que la concha conserva la forma espiral simétrica (Fig. 1).

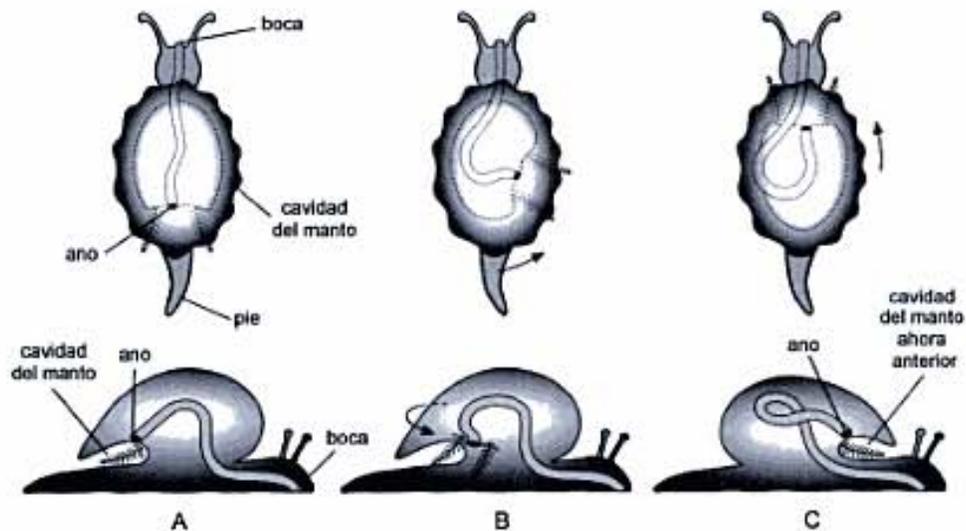


Figura 1. Esquema del proceso de torsión de un gasterópodo. **A)** Gasterópodo con simetría bilateral en proceso inicial de torsión. **B)** Proceso de torsión del gasterópodo. Nótese que el cuerpo gira 180 grados en el sentido contrario de las manecillas del reloj. **C)** Cuerpo del gasterópodo después de la torsión. Nótese el cambio de posición de del ano y la cavidad del manto. (Modificado de Hickman *et al.*, 1990).

El valor adaptativo de la torsión es útil para la larva, puesto que la localización anterior de la cavidad del manto en la larva, le brinda una mayor protección a la cabeza y partes asociadas a la misma, que permite resguardar la cabeza y el pie ante el ataque de un depredador.

La cavidad del manto, que se abre hacia adelante en el adulto, contiene tres importantes estructuras: la que se encarga de la respiración, la de sensibilidad quimiorreceptora, que permite al organismo percibir corrientes inhalantes y sedimentos, y la tercera está representada por la abertura anal y renal. Posteriormente, se produjo un cambio que guarda relación con la concha. La espiralización del complejo visceral y de su concha protectora, conservando la simetría bilateral del complejo visceral mediante la espiralización en un plano.

El enrollamiento plano-espiral no es muy compacto, lo cual es desventajoso, problema que se resolvió con la evolución a un enrollamiento simétrico de la concha, caracterizado por la dirección de las espirales hacia abajo, entorno al eje central (columela), donde cada espira viene a situarse debajo de la precedente (Fig. 2).

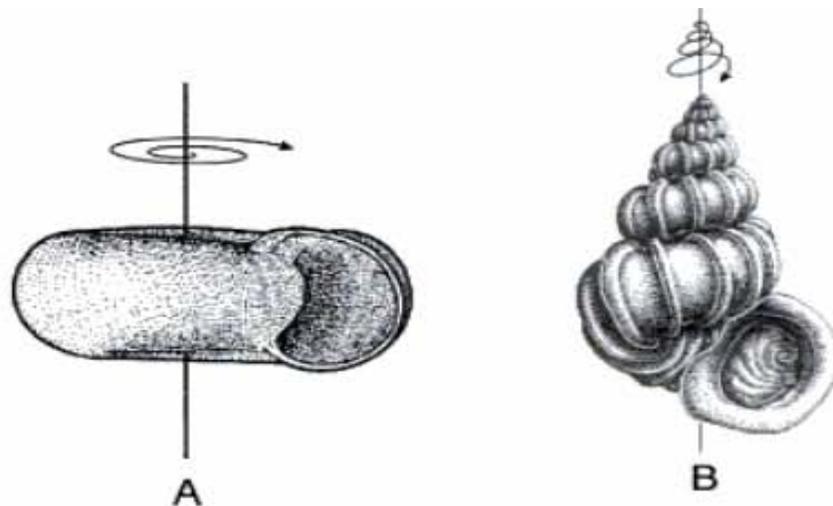


Figura 2. Tipos de enrollamiento presente en la concha de los gasterópodos. **A)** Planispiral. **B)** Helicoidal. (Tomado de Martínez-Chacón, *et al.* 2009).

Morfología externa

La concha de un gasterópodo puede ser cónica o planiespiral, compuesta por varias vueltas que varían en número, forma y tamaño, cuyo crecimiento inicia en el ápice para formar la protoconcha. Entre cada vuelta se encuentra una sutura; el perfil de ésta forma el hombro, puede ser convexo, con rampa o quilla. (Fig. 3). Esta constituida por un complejo reticular orgánico sobre el que se depositan cristales de CaCO_3 . La agregación de cristales puede disponerse en capas superpuestas. La capa de nácar es la más interna y no suele encontrarse en todos los gasterópodos, está constituida por láminas de aragonita del mismo grosor (Martínez-Chacón y Pascual Rivas, 2009). La orientación de las espirales puede ser levógira o dextrógira, según la posición de la abertura u ombligo. La boca u ombligo puede presentar un margen continuo que puede romperse por una escotadura o canal que comprende una prolongación acanalada del manto, denominado sifón. Las conchas de los gasterópodos llegan a presentar una variedad de formas que pueden adaptarse a estudios más extensos que contribuyen a la clasificación taxonómica (Moore, 1967).

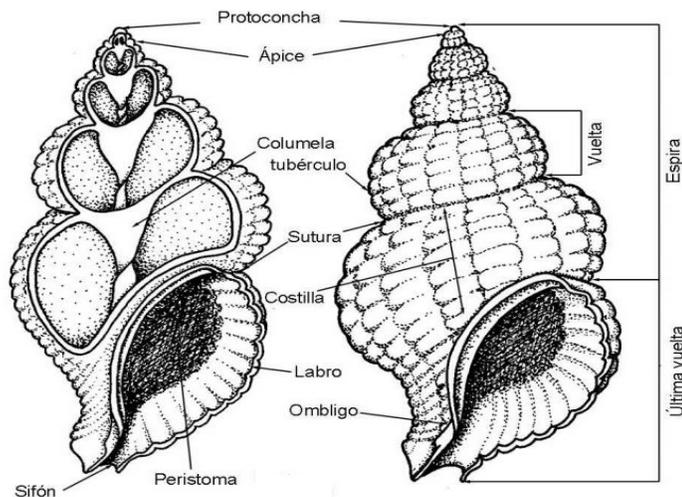


Figura 3. Estructura típica de la concha de un gasterópodo. **A)** Corte longitudinal de la concha **B)** Vista longitudinal de la concha con el nombre de cada estructura (Tomada de Fernández-Álamo, 2012).

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

Superfamilia NERINEACEA Wenz, 1940

Familia NERINEIDAE Zittel, 1873

sinonimia DIOPTYXISIDAE Pchelintsev, 1965

GÉNERO TIPO *Nerinea* DeFrance, 1825

Definición de la familia El nombre de *Nerinea* alude a una ornamentación interna altamente desarrollada la cual consta de pliegues longitudinales continuos y de número variable. Los pliegues son más gruesos desde la base y van disminuyendo en tamaño conforme se avanza hacia el ápice. Además llegan a presentar diferentes grados de complejidad (Fig. 4). En ejemplares juveniles no se aprecian estos rasgos, sin embargo, es un carácter fielmente distinguible entre géneros, lo cual le confiere importancia taxonómica (Delpey, 1940).

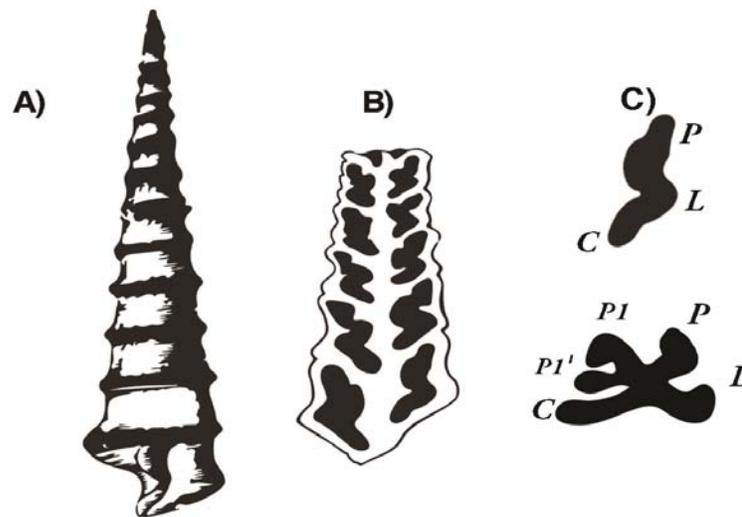


Figura 4. Morfología de un nerineido. A) Vista longitudinal de *Nerinea* sp. **B)** Corte longitudinal de un Nerineído adulto. **C)** Forma típica de un pliegue. Cada pliegue posee un nombre. **P.** Pliegue Parietal (P1, parietal primario, P1', pliegue parietal secundario, **L.** Pliegue labial y **C.** Pliegue Columelar. Basado en las ilustraciones de Delpey (1940).

Generalidades. Concha caracterizada por su forma cilíndrica, cónica, turritada, ángulo apical pequeño y sutura impresa. En la espira hay numerosas vueltas que aumentan lentamente de tamaño, con perfil plano, convexo o cóncavo. La vuelta del cuerpo es baja con canal sifonal corto. En la parte externa de la concha existen bandas espirales lisas o con tubérculos y líneas de crecimiento oblicuas muy finas. En el interior de la concha y en cada vuelta existen pliegues de la columela, de la pared y del labio externo que se consideran caracteres evolutivos de diferentes épocas (Delpey, 1940).

Observaciones sobre los Nerinéidos. El estudio de este taxón se basa en aspectos internos de la concha (número de pliegues, columela, ombligo) y en caracteres de la morfología externa, para lo cual son necesarios cortes longitudinales, secciones pulidas y películas de acetato.

Observaciones sobre la nomenclatura. Ooster (1869) señaló la existencia intermedia entre el género *Nerinea* e *Itieria*. Esta observación fue tomada en cuenta por Zittel en 1873, quien colocó a *Itieria*, *Cryptoplocus*, *Ptygmatis* y *Aptyxis* como subgéneros de *Nerinea* dentro de la Familia Nerineidae (Zittel, 1873).

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797

Familia CASSIOPIDAE Kollmann, 1973

sinonimia Glauconiidae Pchelintsev, 1953

GÉNERO TIPO *Cassiope* Coquand, 1865.

Definición de la familia. Conchas turritadas con ángulo apical variable de 18-52°, sutura plana, columela completa o hueca, boca redondeada con canal posterior estrecho. Testa gruesa o bastante gruesa con textura escamosa. Conchas finamente prismáticas. La ornamentación es variable según la edad, en juveniles la ornamentación con forma de nódulos está muy pronunciada en las primeras vueltas, mientras que en las últimas es poco observable o nula. En adultos los nódulos están finamente marcados, redondeados y muy juntos entre sí (Fig. 5).

Generalidades. Concha cónica turritada de lados generalmente planos, pero ocasionalmente ligeramente cóncavos en algunas especies o en organismos maduros. Ornamentos variables según edad, compuesto de canales fuertemente marcados en especies adultas desarrolladas. Ombligo estrecho o recubierto, última espiral estrecha. Abertura variable esférica u ovalada (Cleavelly y Morris, 1988).

Observaciones sobre los casiópidos. Una de las principales dificultades al momento de estudiar casiópidos está relacionada con la determinación de sus caracteres diagnósticos, no obstante, dentro de las características que permiten distinguir esta familia de otros *taxa* se presentan las líneas de crecimiento, sin embargo, Menessier (1984, 1988), afirma que la ornamentación en las conchas también resultan en caracteres

diagnósticos importantes para la definición de géneros y especies pertenecientes al grupo.

Observaciones sobre la nomenclatura. El nombre de la familia Cassiopidae Kollman (1979) reemplazó a Glauconiidae Pchelintsev (1953), nombre basado en el género *Glauconia* (Stolickza 1868), principalmente usado en germanoparlantes.

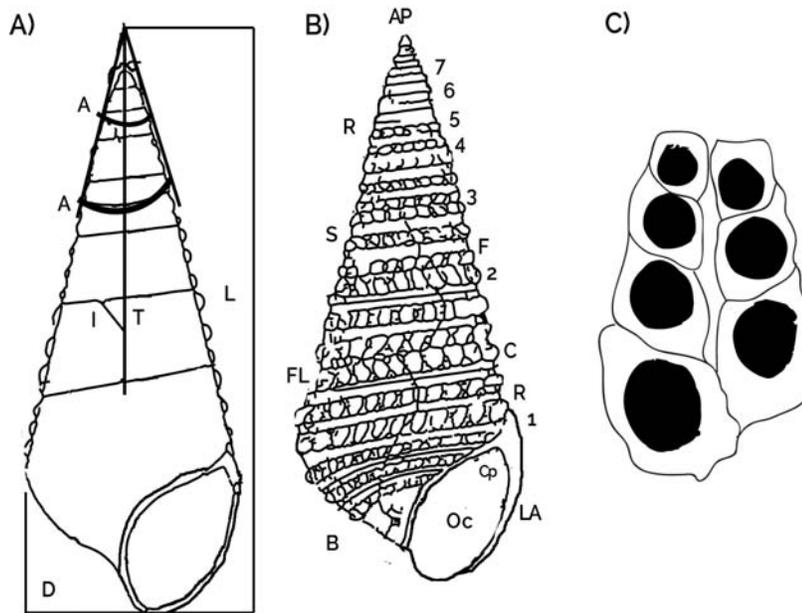


Figura 5. Esquema de un casiópido. **A)** A. Ángulo; A'. Ángulo apical; D. Diámetro; T. Punto de Tangencia; I. Punto de inflexión. **B)** AP. Ápice; R. Rampa; S. Sutura; FL. Flanco; B. Base; O. Ombligo; LA. Labio; Cp. Canal posterior; 00. Nódulos; C. Cuerda; F. Filo; 1-7. Número de vueltas. **C)** Corte longitudinales. (Modificado de Menessier, 1984).

ANTECEDENTES

Jalisco

Los estudios geológico-paleontológicos en el estado de Jalisco comenzaron en 1930 por Burckhardt, quien inspeccionó la Barranca del Río Tuxpan y Cerro de Tuxpan. En su trabajo describe tres partes: la parte inferior compuesta por margas, una parte media conformada por calizas y margas con abundantes orbitolinas, bivalvos y gasterópodos del género *Glauconia*, y una tercera parte en la que destacan calizas en capas gruesas con biostromas de rudistas.

A partir de 1986 los estudios en esta región tomaron formalidad y fueron hechos por Pantoja-Alor (año). Durante estas prospecciones, junto con Alencáster (años), descubrió afloramientos de rocas marinas en la ladera norte del cerro de Tuxpan, con gasterópodos nerinéidos y casiópodos asociados a foraminíferos del género *Orbitolina* y rudistas de las especies *Coalcomana ramosa* y *Toucasia* sp.

En 1995, Buitrón y López-Tinajero describieron la fauna cretácica de La Presa, Soyatlán de Adentro, Agua Zarca y El Conejo localizadas al noroeste de Tamazula, Jalisco, donde citan por primera vez la presencia *Cossmannea bicoriensis*. Autor

Michoacán y Guerrero

La región sureste del estado de Michoacán ha sido poco estudiada. Aguilera y colaboradores (1986) opinaron que las facies cretácicas de la región de Huetamo, Michoacán, son las mismas que afloran en Tehuacán, Puebla. Burckhart (1930) hizo algunas observaciones sobre la litología de las formaciones que afloran en el área y posteriormente compiló todos los estudios. Pantoja-Alor (1956) publicó el estudio de la parte suroeste del estado de Michoacán, casi al límite de Guerrero, donde menciona la

presencia de especies de rudistas y nerinéidos en las Formación San Lucas, Morelos y Mal Paso.

En la Formación San Lucas (Hauterviano-Aptiano) Pantoja-Alor (1956) colectó invertebrados de los géneros *Pulchelia* (ammonite), *Nerinea* y *Actaeonella* (gasterópodos) y *Schiosia* (rudista). Para la Formación Morelos (Albiano) citó a *Toucasia*, *Radiolites*, *Caprinuloidea*, *Sabinia*, *Chondrodonta* junto con *Nerinea* y *Actaeonella*. En la Formación Mal Paso (Cenomaniano-Maestrichtiano) encontró numerosos ejemplares semejantes a *Nerinea* y *Actaeonella*.

Buitrón-Sánchez (1976) analizó las relaciones paleobiogeográficas de la asociación faunística de nerinéidos y foraminíferos miliólidos de la región de Huetamo (Michoacán).

Martínez (1978) corrigió la edad propuesta por Pantoja-Alor (1956) de acuerdo con el análisis estratigráfico del área de Huetamo y la relación faunística de foraminíferos miliólidos.

Buitrón y Pantoja-Alor (1994) describen una fauna de gasterópodos cretácicos (nerinéidos y casiópodos) con marcas de bioerosión producidas por esponjas perforantes. En 1998, Buitrón y Pantoja-Alor, describieron la fauna cretácica de casiópodos (asociados a rudistas) de la Formación Mal Paso, Chumbítaro, Guerrero.

Los afloramientos fosilíferos de Guerrero fueron estudiados desde el siglo pasado, en el cual destaca la Formación Morelos. Hall (1903, en Johnson, 1990) asignó estas capas al Grupo Escamela, el cual cayó en desuso. Posteriormente Guzmán (1959) se refirió a esta unidad como caliza masiva del Cretácico Medio; Quezada Muñetón (1970, en Benavidez-Muñoz, 1978) la denominó Formación Teposcolula. Finalmente, Fries (1960) la bautiza como Formación Morelos y describe la existencia de equinoideos, poríferos, corales, gasterópodos, biostromas de rudistas y material biogénico fragmentado.

ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende la región suroeste de México, la cual agrupa a los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero. En el estado de Jalisco se encuentra la **Formación Encino**, ubicada al extremo norte del Cerro de Tuxpan, 18 km al sureste de Ciudad Guzmán. Para el estado de Michoacán, se establecen tres formaciones: **Formación San Lucas**, ubicada cerca de la parte central del Río Balsas, al suroeste del estado, en segundo caso está la **Formación Mal Paso**, la cual se localiza a 13 km al norte de Ciudad Altamirano, Guerrero y 40 km al sureste de Huetamo, Michoacán. Finalmente, se encuentra la **Formación El Cajón**, afloramiento ubicado al este del poblado de San Lucas. En el estado de Guerrero se encuentra la **Formación Morelos**, misma que se distribuye desde el lago de Tequesquitengo hasta Iguala y suroeste del Río Balsas (Fig. 6). Esta región, engloba unidades litoestratigráficas de edad Cretácica, las cuales presentan paleofauna de gasterópodos nerinéidos y casiópidos.

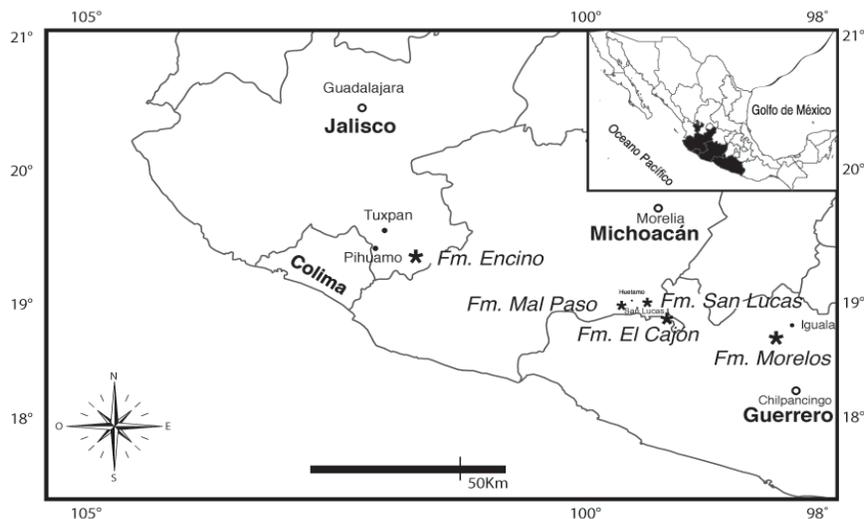


Figura 6.- Localización geográfica del área de estudio. Región suroeste de México: Jalisco, Michoacán y Guerrero.

MARCO GEOLÓGICO

La región suroeste de México tiene alta complejidad estructural con varios dominios tectónicos yuxtapuestos. El segmento más septentrional de esta provincia que comienza desde Jalisco está compuesto por secuencias mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como volcano-sedimentarias de tipo arco insular volcánico marginal. Las zonas correspondientes al noroccidente de Guerrero, occidente del Estado de México y sur de Michoacán, conforman una región con afloramientos volcano-sedimentarios del Jurásico y Cretácico, parcialmente metamorfizados que se encuentran cubiertos por las rocas sedimentarias continentales del Cenozoico.

Esta región limita al oriente a la altura de la línea Ixtapan de la Sal-Taxco-Iguala, con la región de Plataforma Cretácica de Morelos y Guerrero. El segmento meridional de la Sierra Madre del Sur (SMS) está formado por extensos afloramientos de rocas metamórficas que abarcan un rango geocronológico que varía del Paleozoico al Mesozoico y que se encuentran afectados por emplazamientos batolíticos del Mesozoico Superior y Cenozoico. La región pacífica de la SMS, correspondiente a los estados de Colima, Michoacán y Guerrero y presenta afloramientos extensos de rocas volcánicas y capas de caliza arrecifal, con macrofauna del Albiano. Estos afloramientos forman parte de lo que Vidal-Serratos (1980), denomina Conjunto Petrotectónico de Zihuatanejo, Guerrero-Coalcomán, Michoacán. En áreas situadas alrededor de la ciudad de Colima, las calizas de plataforma presentan intercalaciones de evaporita y subyacen en aparente contacto transicional a terrígenos continentales del Cretácico Superior (Morán-Zenteno, 1994).

A finales del Jurásico y principio del Cretácico una gran transgresión marina creó los mares epicontinentales que se extendieron sobre gran parte de México (Sohl, 1971), de la cual queda registro en rocas de la región suroeste de México que comprende los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero.

El área correspondiente a Jalisco y Michoacán, pertenece a la Provincia de la Sierra Madre del Sur, ubicada en la región denominada comúnmente como Tierra Caliente. Ha sido considerada parte del terreno tecnoestratigráfico de Guerrero (Campa y Coney, 1981) y cubre un área de 700,000 km². Está conformado por derrames riolíticos, rocas volcánicas continentales y otros piroclásticos, pero también sobresalen rocas sedimentarias, conglomerados constituidos por riolita, dacita y andesita, areniscas de grano fino y limolita, las cuales pasan transicionalmente a margas.

El Terreno de Guerrero está compuesto de sucesiones volcánicas submarinas y terrestres en menor proporción. Sin embargo hay secuencias sedimentarias que van del Jurásico Superior (Tithoniano) hasta el Cretácico Medio (Cenomaniano). En el estado de Colima, existen afloramientos de edad cretácica, sin embargo, sus localidades tipo se encuentran fielmente representadas en Jalisco y Michoacán (Morán-Zenteno, 1994).

ESTRATIGRAFÍA

Formación Encino

La localidad fosilífera estudiada se encuentra en el extremo norte del Cerro de Tuxpan, 18 km al sureste de Ciudad Guzmán, estado de Jalisco. Las regiones se ubican entre las coordenadas a 19°35' y 19°50' de latitud Norte y 103°15'-103°26' de longitud Oeste.

Los ejemplares fueron recolectados en la sección estratigráfica Hornos Viejos, que en este estudio sólo comprende a la Formación Encino. Esta región fue estudiada por Pantoja-Alor (1990). La unidad más antigua sobre la que yace la sección Cretácico Inferior está conformada por rocas volcánicas, pertenecientes a la **Formación Tecatitlán** la cual consiste en intercalaciones de derrames riolíticos y tobas soldadas de edad prealbiana (Neocomiano), según su posición estratigráfica (Fig. 7).

Las rocas del Cretácico Inferior de la **Formación Encino** comienzan con la presencia de un conglomerado basal, de 5 a 7 metros de espesor el cual descansa con discordancia angular sobre la Formación Tecatitlán. El conglomerado se constituye por fragmentos de riolita, dacita, andesita, cementados por arenisca feldespática. De conglomerado pasa transicionalmente a una sección de limolita, y finalmente a capas delgadas a medianas de arenisca de grano fino. En esta unidad se recolectaron gasterópodos de las familias Nerineidae (Zittel, 1873) y Cassiopidae (Kollman, 1973): *Mesoglauconia burnsi*, *Mesoglauconia kleinpelli*, *Gymnentome paluxiensis*, *Gymnentome zebra*, *Cassiope branneri*, *Ptygmatis tomasensis*, *Cassiope renevieri* y *Cassiope strombiformis*. Las limolitas y areniscas pasan transicionalmente a margas amarillas que forman un banco de dos metros de espesor. En algunas capas se pueden encontrar foraminíferos pertenecientes al género *Orbitolina* sp. En aparente discordancia descansa la **Formación Vallecitos** que es una secuencia de caliza arrecifal gris oscuro de más de 125 m. La estratigrafía varía de masiva a gruesa, con rudistas predominantes de la especie *Coalcomana ramosa* en capas basales, indicando una edad Albiano Temprano (Alencáster y Pantoja-Alor, 1986).

Dentro de la misma región del Cerro de Tuxpan, Buitrón Sánchez y López Tinajero (1995) describieron otras faunas de gasterópodos en Soyatlán de Adentro, con fragmentos de *Miscroschiza scalaris*, *Mesoglauconia burnsi*, *Gymnentome zebra*, *Pyrazus valeriae*, *Lunatica pedernalis*, *Natica conradi* y *Phaneroptyxis anguillina*, paleobiota que forma parte de la Formación Encino y que fue descrita previamente por Buitrón (1986) y a su vez, describieron una secuencia de limolita y arenisca en la localidad llamada La Presa, la cual alberga rudistas, como *Coalcomana ramosa* y nerinéidos de la especie *Cossmanea hicoriensis*.

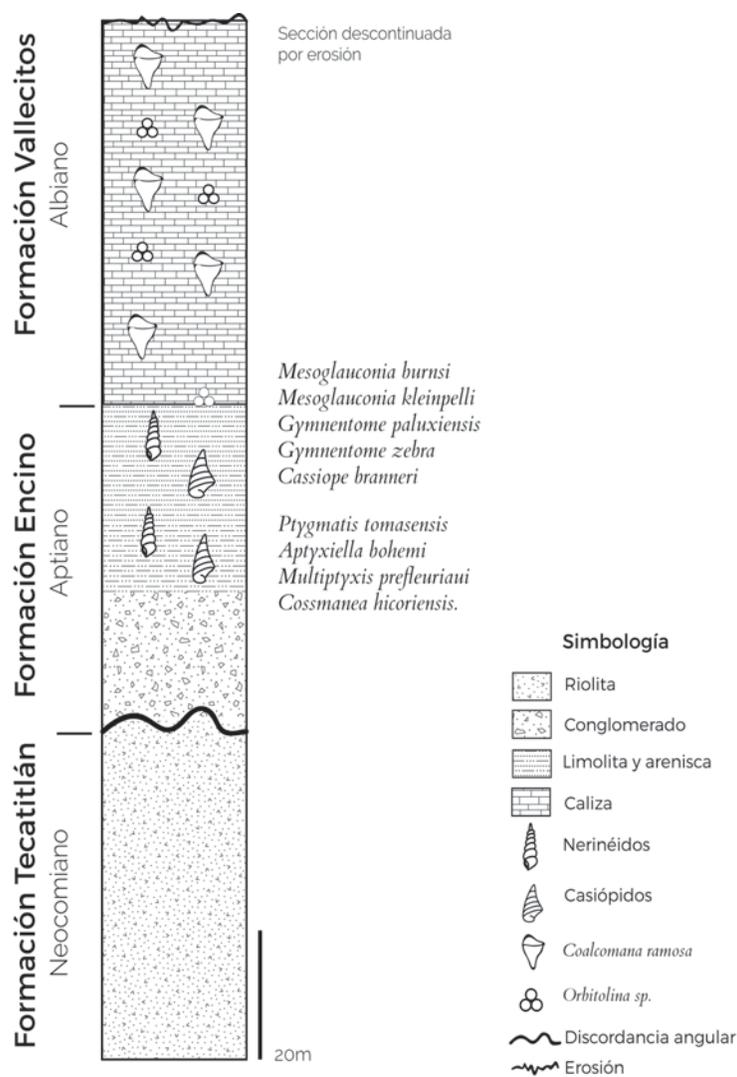


Figura 7.- Columna estratigráfica que incluye las formaciones Tecatitlán, Encino y Vallecillos en la localidad Hornos Viejos del Cerro de Tuxpan, Jalisco. (Modificado de Alencáster y Pantoja-Alor, 1986).

La región de Huetamo-San Lucas se localiza cerca del Río Balsas, entre las coordenadas 18°20' y 18°45' de latitud N y 100°30' y 100°50' de longitud Oeste, al suroeste del estado de Michoacán. El material de estudio proviene de cinco localidades: Localidad 1) San Lucas, Localidad 2) San Nicolás-El limón, Localidad 3) Los Hornos, Localidad 4) Cerro Turitzio y Localidad 5) Arroyo Hondo. Abarca depósitos sedimentarios del Jurásico al Reciente. Es posible reconocer siete unidades litoestratigráficas, de las cuales, la Formación Angao contiene las rocas más antiguas (Kimmeridgiano-Tithoniano, Jurásico Superior). Sobre la Formación Angao se presentan rocas cretácicas que dan inicio a la Formación San Lucas (Hauteriviano-Aptiano), posteriormente se encuentra la Formación Morelos (Albiano), terminando con la Formación Mal Paso (Cenomaniano-Maestrichtiano). Estas unidades litoestratigráficas son depósitos marinos que se encuentran separados entre sí por discordancias paralelas y recubiertas discordantemente por sedimentos volcano-clásticos del Grupo Balsas del Terciario (Pantoja-Alor, 1956).

Formación San Lucas

La Formación San Lucas se ubica cerca de la parte central del Río Balsas, entre los 18°20' y 18°45' de latitud Norte y 100°30' y 100° 55' de longitud Oeste, al suroeste del estado de Michoacán. En 1956, Pantoja-Alor describe esta unidad como una secuencia de clastos marinos, predominantemente finos, formados por arcillas, limolitas, lutitas, areniscas, conglomerados y calizas, de coloración amarilla, verde, rojo y gris, que aflora casi en su totalidad en los Valles de Huetamo y San Lucas.

El espesor de esta Formación es de 600 m en la falda oriental del Cerro Dolores. Cuya edad es considerada del Hauteriviano-Aptiano. Con base en sus características sedimentarias, Pantoja-Alor (1990) y Pantoja-Alor y Gómez-Caballero (2003) subdividieron a la Formación San Lucas en dos miembros estratigráficos que desde la base hasta la cima son: a) el Miembro Inferior Terreno Prieto, representado por turbiditas siliciclásticas de ambiente marino pelágico (Pantoja-Alor y Gómez-Caballero, 2003); b) el Miembro Las Fraguas, compuesto por lutita, limolita, arenisca,

conglomerado y lutita de abanico deltaico distal (Pantoja-Alor y Gómez-Caballero, 2003). En esta unidad se identificaron nerinéidos: *Cossmannea azteca*, *Cossmannea michoacana*, *Cossmannea aephyes*, *Cossmannea luttickei*, *Cossmannea titania*, *Adiozoptyxis coquandiana* y *Nerinea pantojaina* (Fig. 8). Además, Buitrón (1973), reporta asociaciones con equinoideos y Pantoja-Alor (1959) correlaciona esta unidad geocronológicamente con las formaciones Acuitlapán y Xochicalco que afloran en los estados de Guerrero y Morelos respectivamente.

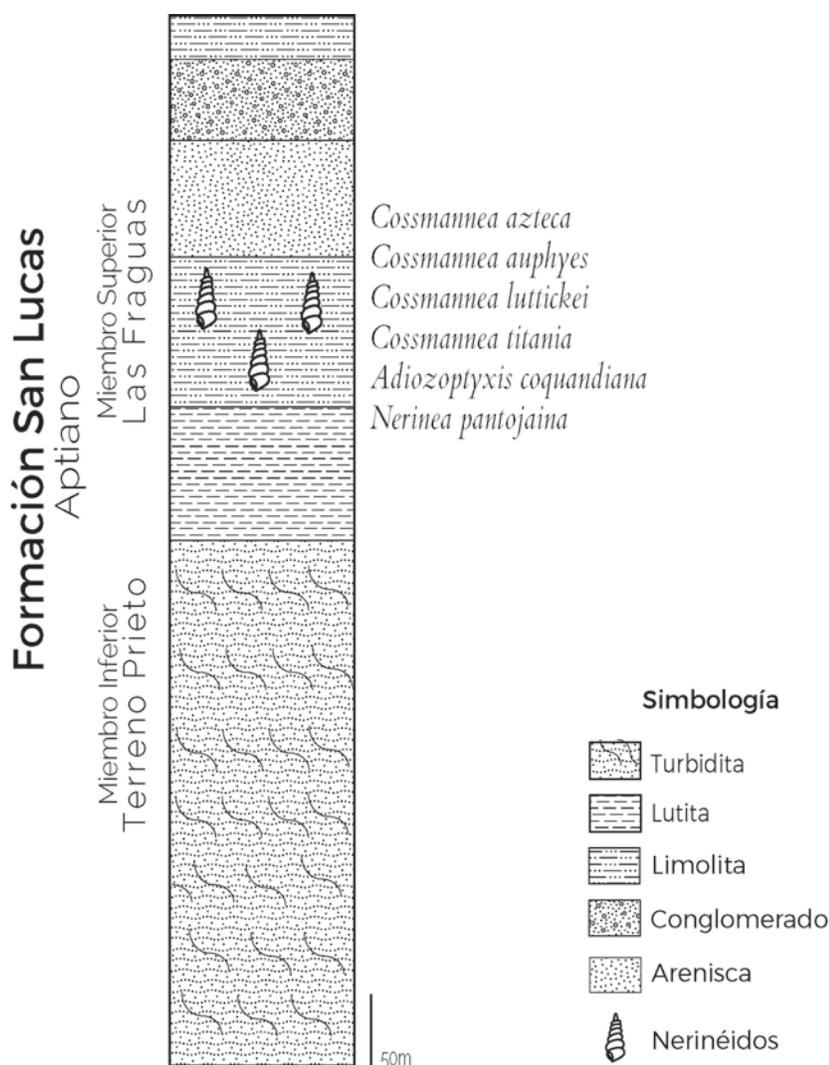


Figura 8.- Columna estratigráfica de la Formación San Lucas, Michoacán (basado en Pantoja-Alor y Gómez-Caballero (2003).

Formación El Cajón

Esta unidad se ubica al este del poblado de San Lucas, entre 18°31' de latitud Norte y 100°41 y 100°47' de longitud Oeste. Consiste en una serie de lutitas, areniscas, margas, calizas y conglomerados intercalados. Pantoja-Alor (1990) divide esta formación en dos miembros: a) miembro inferior clástico compuesto por arenisca calcárea, feldespática, de color amarillento, la cual pasa a un conglomerado, seguido de caliza y b) miembro superior carbonatado, conformado por una secuencia de areniscas feldespáticas calcáreas. En esta unidad se identificaron especies de nerinéidos: *Cossmannea azteca*, *Cossmannea euphyes*, *Cossmannea luttickei* y *Cossmannea pauli* y casiópodos como *Cassiope belvética* y *Gymnentome zebra* (Fig. 9) asociados a distintas especies de foraminíferos (Omaña y Pantoja-Alor, 1998).

Formación Mal Paso

La Formación Mal Paso se localiza 13 km al norte de Ciudad Altamirano, Guerrero y 40 km al sureste de Huetamo, Michoacán. Fue nombrada por Pantoja-Alor (1959) para designar una secuencia de espesor consistente en rocas clásticas marinas y carbonatadas que sobreyacen a la Formación El Cajón (Pantoja-Alor, 1990). El autor divide a la Formación Mal Paso en dos unidades: miembro inferior clástico que inicia con un paquete de 75 m de espesor con estratos medianos a gruesos de arenisca calcárea, que pasa a un conglomerado de guijas y guijarros de caliza y pedernal y en menor proporción de rocas ígneas y metamórficas, con matriz arenosa roja, que forma bancos con capas de estratificación mediana a gruesa; continúa la secuencia con lodolitas, limolitas y areniscas de estratificación mediana, todo de color rojo e intercalado con caliza gris (mudstone a packstone), de 20 m, continúa con una secuencia gruesa de lodolita, limolita y arenisca roja, de estratificación gruesa a mediana, que pasa nuevamente a un conglomerado con matriz arenosa calcárea de color rojo.

El miembro superior cuya parte basal está conformada por cuarzo-feldespático, areniscas, con intercalaciones de limolita, lodolita y caliza amarillenta, que pasa

transicionalmente a una secuencia de caliza arcillosa oscura y lutita, de estratificación delgada. Cambia transicionalmente a caliza arcillosa de grano fino con intemperismo nodular e intercalaciones lenticulares de calizas arrecifales. La parte superior del miembro clástico contiene las siguientes especies de casiópodos: *Gymnentome paluxiensis*, *Gymnentome zebra*, *Cassiopé branneri* (Buitrón y Pantoja-Alor, 1998). Buitrón y Rivera Carranco (1985) describen para esta formación una especie nueva de nerinéido: *Cossmannea michoacana* y *Nerinea pantojaiana* (Fig. 9). Además, Pantoja-Alor (1992) da a conocer su importancia estratigráfica para México.

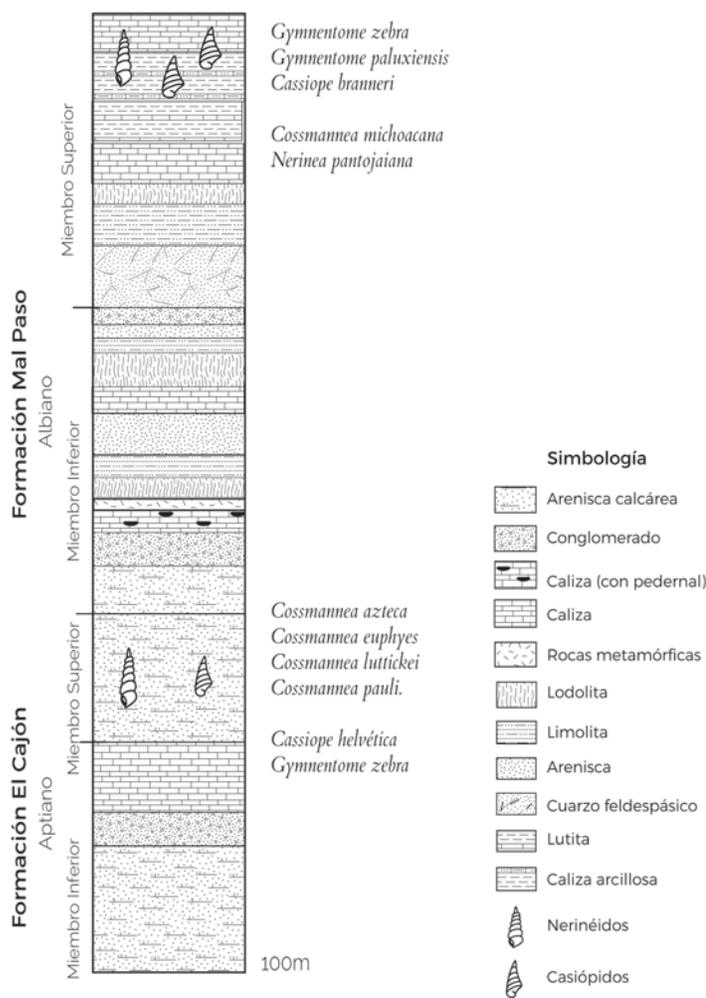


Figura 9. Posición estratigráfica de gasterópodos y otros fósiles en la Formación Mal Paso. (Modificado de Buitrón y Pantoja-Alor, 1998).

Formación Morelos

Fries (1960) describe a esta sucesión sedimentaria como una interestratificación variable de 100-2500 metros de espesor de caliza y dolomita, fragmentos de pedernal y fósiles silificados. Aflora en los estados de Morelos, Estado de México y Guerrero. La parte más antigua de esta unidad corresponde al miembro de anhidrita laminada cuya coloración varía entre blanca y gris, presente desde el lago de Tequesquitengo hasta Iguala y suroeste del Río Balsas, mientras que en el resto de los afloramientos la capa basal corresponde a capas de caliza. Presenta estratificación mediana a gruesa (20-60 cm de espesor) con capas que varían de gris a negro, las cuales están constituidas principalmente por carbonatos (98%) y prácticamente no contienen material terrígeno.

Benavides-Muñoz (1978) describe a esta unidad como caliza microcristalina ligeramente margosa, gris a gris oscura, presenta horizontes brechoides y ocasionalmente bandas de pedernal negro y algunos horizontes con rudistas y abundantes miliólidos. Johnson (1990) menciona que esta unidad presenta cuatro facies características: Coquina de *Orbitolina*, conglomerado de caliza, arrecife de rudistas y ostras y mudstone limoso de miliólidos. De acuerdo con García-Díaz (2004) las texturas varían de mudstone a wackestone y grainstone con algunas partes aisladas de boundstone; la estratificación en la base es marcada por la predominancia de estratos delgados de 10-60 cm de espesor, mientras que los bancos masivos y gruesos se encuentran hacia la cima. Este autor dice además que las características litológicas de la Formación Morelos son fuertemente alteradas al sur de Chilpancingo, por un fuerte brechamiento tectónico o bien, por una intensa karstificación. Aguilera (1986) y Allison (1955) mencionan que esta formación incluye calizas y dolomías, las cuales presentan un bajo contenido de terrígenos aunque existen ocasionalmente niveles ricos en arcilla.

De acuerdo con el contenido fósil representado por la presencia de Nerinéidos de la especie *Adiozoptyxis coquiandiana*, la Formación Morelos es considerada de edad Albiano-Cenomaniano. Sin embargo, en un estudio reciente, llevado a cabo por Zamudio-

Ángeles (2005) esta unidad litoestratigráfica tiene una edad que varía de Albiano Medio-Turoniano Temprano (Ayala-Castañares, 1960), apoyado en el registro de foraminíferos (Fig. 10).

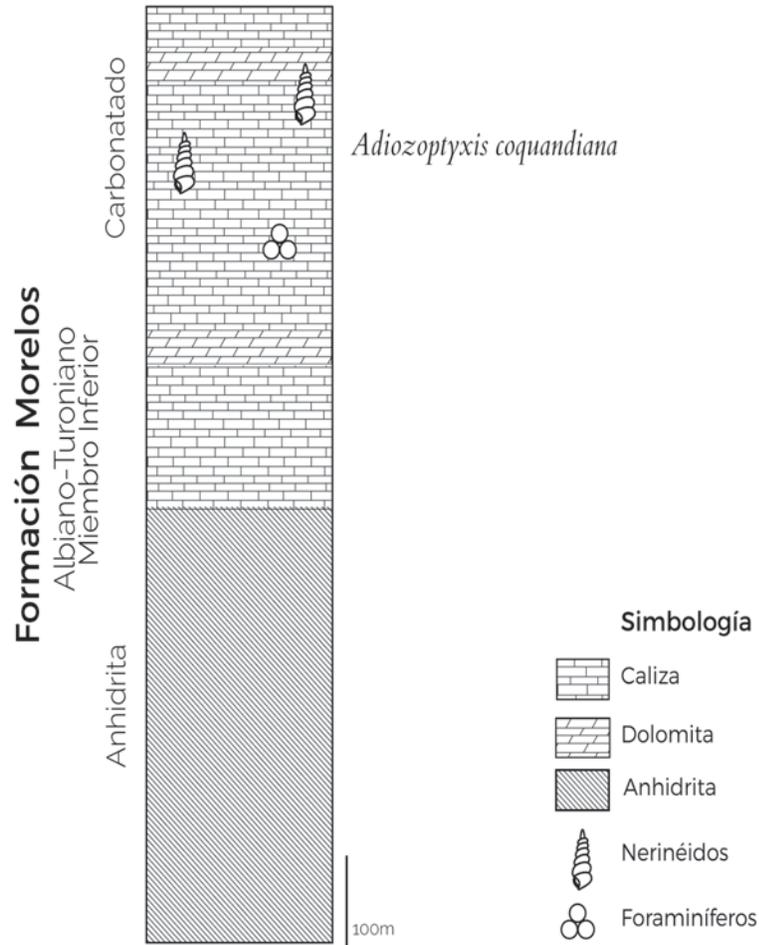


Figura 10. Sección estratigráfica de la Formación Morelos. Posición estratigráfica de Nerinídeos de la especie *Adiozoptyxis coquandiana*. (Basado en Fries,1960).

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

El material fue recolectado en diferentes prospecciones geológico-paleontológicas por la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez y los geólogos Jerjes Pantoja- Alor, Enrique Rivera Carranco del Instituto de Geología de la UNAM y Enrique Romo de la Rosa de la Universidad de Aguascalientes.

Trabajo de gabinete

Se obtuvo la bibliografía indispensable a través de la base de datos de la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la UNAM, para cada estado que conforma la región suroeste de México, la cual comprende Jalisco, Michoacán y Guerrero. Posteriormente se consultó la bibliografía como los trabajos de Delpy (1940) y Menessier (1984), así como la serie del *Treatise on Invertebrate Paleontology Mollusk* y los trabajos de Buitrón y Buitrón *et al.* (1980, 1985, 1986, 1994, 1995, 1998 y 2003) para la identificación de los ejemplares recolectados. Posterior a la identificación, los fósiles fueron enumerados con el código IGM seguidos de una sucesión numérica. Los ejemplares recolectados y descritos por primera vez como *Cassiope renevieri* y *Cassiope strombiformis* fueron marcados con una numeración provisional.

a) Bases de datos

A través del apoyo de bases de datos paleontológicas (Fossil Works©, UniPaleo) se obtuvo la distribución geográfica de las especies que conforman el presente estudio.

Trabajo de laboratorio

Se realizó la limpieza de los fósiles en el Laboratorio de Paleontología con ayuda de *Moto Tool* y el *Air Scribe*.

a) Limpieza del material

Para la limpieza del material, los fósiles se introdujeron en agua, se colocaron sobre un saco de arena y con ayuda de martillos y cinceles de diferentes tamaños se eliminó el exceso de material rocoso. Este procedimiento es necesario para aislar al fósil de material rocoso y así obtener detalles morfológicos para su descripción taxonómica.

Enseguida los fósiles fueron cepillados utilizando percutor neumático e instrumental odontológico, con la finalidad de detallar caracteres morfológicos: fundamentales para su identificación. Los ejemplares fueron limpiados con ácido clorhídrico diluido al 10% para eliminar restos de materia orgánica y se lavaron con agua corriente para eliminar restos de ácido y finalmente se secaron a temperatura ambiente.

b) Técnica para identificación de nerinéidos a través de películas de acetato (peel)

A partir de cortes longitudinales de ejemplares fósiles de nerinéidos se realizó la técnica de *peel*, para su identificación taxonómica. Para la realización de cada *peel* se lava perfectamente la superficie pulida de los fósiles con agua y jabón, procurando eliminar la grasa que esta contenga y luego se agrega ácido clorhídrico a la superficie pulida, cubriendo en su totalidad la superficie de éste. De acuerdo con las recomendaciones de la directora de este trabajo, la concentración de ácido debe estar entre 20 y 30% para material calcáreo.

Lavar la superficie pulida con agua para remover el ácido. Revisar que la superficie no se encuentre áspera al tacto. Dejar secar el ejemplar durante 24 horas. Si el ejemplar no está completamente seco, la acetona quemará demasiado la película y no podrá despegarse.

Colocar el ejemplar sobre una base de plastilina, procurando que la superficie trabajada quede lo más horizontal posible. Cortar un trozo de película de acetato del tamaño del ejemplar, con muy poco sobrante por los lados. La película debe ser de tamaño mediano.

Verter acetona sobre la superficie y colocar la película de acetato, presionando levemente con un trapo limpio y seco. La película debe quedar adherida a la superficie y sin burbujas de aire. Se deja secar por 24 horas y se procede a retirar la película. No ofrecer mucha resistencia al realizarlo. Se recomienda separar los contornos e ir avanzando de manera uniforme.

Los fósiles de casiópodos fueron sometidos a un polveado de cloruro de amonio para resaltar estructuras ornamentales. Posteriormente fueron fotografiados en el Laboratorio de Macrofotografía de la Facultad de Ciencias de la UNAM con ayuda del M. en C. Alejandro Martínez Mena y la M. en F. Ana Isabel Bieler Antolín.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA Cuvier, 1797
Superfamilia NERINEACEA Wenz, 1940
Familia NERINEIDAE Zittel, 1873
sinonimia DIOPTYXISIDAE Pchelintsev, 1965
Genero *Cossmanea azteca* Pchelintsev, 1931
Subgenero *Eunerinea*, Cox, 1949
Cossmanea (Nerinea) azteca (Alencáster)

Figura 11. A-B

Material IGM 3870-3874

Fragmento

Nerinea azteca, Alencáster, 1956, p. 37, lám. 7, fig. 2,10.

Nerinea felixi Aguilera, 1906, *nomem nudum*.

Localidad y posición estratigráfica. Los Hornos y Cerro Turitzio, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha de tamaño grande, longitud >7 cm, cilíndrica, el diámetro disminuye ligeramente desde la base hacia el ápice, vueltas bajas y anchas. Banda sutural ligeramente convexa, lisa y sin ornamentación. Base corta casi plana, con un pequeño ombligo. El interior de cada vuelta presenta tres pliegues, el columelar es corto de forma trapezoide con base ancha, el pliegue parietal es más largo y casi cuadrado con bordes deformados ligeramente curvados hacia el ápice, mientras que el labial es corto y ovalado. El eje de la columela no es muy prominente.

Discusión. Especie descrita por Alencáster (1956) para el Aptiano de San Juan Raya, Puebla. las normas de Cox (1949).

Distribución. Michoacán (Aptiano) y Puebla (Aptiano) (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Cossmannea (Eunerinea) euphyes (Felix)

Figura 11. C-D

Material IGM 3875/3878

Fragmento

Nerinea (s. s.) euphyes Felix, 1891, p. 170, lám. 26, fig. 11; Aguilera, 1906; Dietrich, 1925, p.116; Alencáster, 1956 p. 36, lám. 7, fig. 3.

Localidad y posición estratigráfica. Población San Lucas, San Nicolás-El Limón, Los Hornos, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha cilindriforme con sutura simple y perfil de las vueltas cóncavo y profundo. El interior de cada vuelta muestra tres pliegues, el parietal es ovalado y se mantiene casi horizontal respecto a la base, el labial es circular en forma de cuchara y se dirige hacia la base y el columelar es alargado y levemente curvado hacia la base. La gradación se mantiene uniforme en las vueltas. Los fragmentos tienen una longitud promedio mayor a 5 cm. La concha externa no presenta ornamentación.

Discusión. Se presenta en la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán y en San Juan Raya, Puebla (Alencáster, 1956, p.36). Gemmellaro (1865) describe a *Nerinea bidentata* para el Cretácico de Palermo, Italia, aparentemente se trata de la misma especie, sin embargo, ésta es más pequeña y con el pliegue columelar mucho más profundo.

Distribución. Michoacán (Aptiano) y Puebla (Aptiano) (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Cossmannea (Eunerinea) luttickei (Blanckenhorn)

Figura 11. E-F

Material IGM 3879/3883

Concha completa

Nerinea luttickei Blanckenhorn, 1890, p. 106, lám. 8, fig. 4; Delpey, 1940, p. 176, fig. 136, lám. 3. figs. 1-2.

Localidad y posición estratigráfica. Alrededores de Huetamo-San Lucas y Los Hornos, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha de tamaño medio y cilíndrica que rebasa los 7 cm, ángulo apical reducido. Vueltas bajas y anchas distantes un centímetro entre sí, sutura ligeramente marcada. Pliegue parietal y columelar globoso con diámetro menor a 1.5 cm. Algunos fragmentos rebasan los 10 cm de longitud.

Discusión. *Cossmannea luttickei* es común en Cretácico Inferior de Siria (Blanckenhorn, 1890) y en el Aptiano Inferior de Líbano y Beirut (Delpey, 1940). Guarda cierta similitud con *Nerinea euphyes*, sin embargo, *N. euphyes* presenta los pliegues (parietal y columelar) más cortos (Alencáster, 1956).

Distribución. Aptiano de Michoacán y Puebla (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985), Cretácico Inferior de Siria (Blanckenhorn, 1890), Aptiano Inferior de Líbano y Beirut (Delpey, 1940).

Cossmannea (Eunerinea) michoacana (Buitrón)

Figura 11. G-H

Material IGM 3884/3885

Fragmentos

Cossmannea michoacana Buitrón y Rivera-Carranco, 1985, lám. 2, fig. 3, p. 74.

Localidad y posición estratigráfica. Puerto Blanco, Chumbítaro-Mal Paso. Formación Mal Paso (Cenomaniano).

Descripción. Concha grande no mayor a 4 cm de longitud, cilíndrica, con presencia de vueltas de perfil casi plano o muy reducido, parte externa no visible a causa de la mala conservación y el exceso de roca, pliegues (parietal, labial y columelar) muy reducidos en forma globosa y casi rectangular. En el corte longitudinal varios ejemplares muestran una coloración variable de naranja a rojiza a causa de minerales ricos en óxidos de hierro.

Discusión. Tiene cercanía con *Nerinea salignaci* Coquand (Delpy, 1940, p. 187, lám. 6, fig. 5; Glaçon, 1953, p. 31, lám. Text. fig. 2) del Aptiano Superior de Líbano, Argelia y Francia (Cenomaniano), sin embargo, el tamaño de las vueltas es tres veces más alta que la de *C. michoacana*; también guarda cercanía con *Plesioptygmatis nobilis* (Munster) (descrito en Delpy, 1940, p. 198, lám. 9, fig. 9) del Cenomaniano del Norte de Líbano, de Gossau, en los Alpes Austriacos y del Cenomaniano de Italia (Carbone *et al.*, 1971) visto en Buitrón y Rivera –Carranco (1985).

Distribución. Aptiano-Cenomaniano, Michoacán (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Cossmannea (Eunerinea) titania (Felix)

Figura 11. I-J

Material IGM 3886/3887

Fragmentos

Nerinea titania Felix, 1981, p. 169, lám. 25, fig. 3, lám. 26, fig. 3; Aguilera, 1906; Dietrich, 1925, p. 116.

Cossmannea (Eunerinea) titania (Felix) Alencáster, 1956, p. 39, lám. 6, fig. 11; Buitrón y Barceló, 1980, p. 54.

Localidad y posición estratigráfica. El Limón-Arroyo Hondo, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha grande cilíndrica sin ornamentación sobre la vuelta y la sutura, ligeramente compactada desde el ápice hasta la base, vuelta de perfil ligeramente cóncava. En algunos casos los pliegues son poco irreconocibles sin embargo, hay casos donde sobresale el pliegue columelar por su forma elongada y delineada por la permineralización que se extiende hasta la parte central de la columela y casi forma contacto con su estructura semejante. El pliegue labial y parietal son poco alargados y ligeramente redondeado. Fragmentos con longitud menor a 6 cm.

Discusión. Felix (1891, p. 25) describe como especie nueva a *Nerinea titania* del Cretácico Inferior de la región de Tehuacán, Puebla. Esta especie es cercana a *Cossmannea luttickei*, *C. euphyes* y a *C. azteca*, reportadas para el Aptiano de Puebla, por Alencáster (1956). En *Cossmannea titania* se presentan sin embargo lóbulos triangulares.

Distribución. Aptiano de Michoacán y Puebla (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Cossmannea (Eunerinea) bicoriensis (Cragin)

Figura 11. K-L

Material IGM 7413-7415

Fragmentos

Nerinea bicoriensis Cragin, 1893, p. 225, lám. 42, fig. 6.

Cossmannea bicoriensis, Alencáster, 1956, p. 38, lám. 6, fig. 7.

Localidad y posición estratigráfica. Presa de Soyatlán, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Concha turritada sin ornamentación sobre las vueltas ni las líneas sutura, con una longitud de hasta 5 cm, con numerosas vueltas espirales, ángulo apical entre 8° y 10°. Presenta tres pliegues fundamentales: parietal, labial y columelar, los cuales están muy separados entre sí asemejando al número tres. El pliegue columelar es el más corto respecto al resto.

Discusión. Tiene la misma forma que *Nerinea schotti* (Conrad, 1857, lám. 14, fig. 3a y 3b. P. 158) ambas especies presentan de 8-10 número de vueltas, sin embargo pueden distinguirse entre sí por la diferencia en el grosor de los pliegues. En *N. schotti* los pliegues son más comprimidos mientras que en *C. bicoriensis* resultan más abiertos y separados entre sí.

Distribución. Esta especie se ha registrado en la Formación San Juan Raya, Puebla (Alencáster, 1956), Formación Encino, Jalisco y San Lucas, Michoacán (Buitrón, 1981). También es característica de la base de la Formación Travis Peak, Texas, EUA.

Cossmannea (Eunerinea) pauli (Coquand)

Figura 12. A

Material IGM 6353

Fragmentado

Nerinea pauli Coquand, 1865, p.117, lám. 4. Fig. 3. Delpey, 1940, p. 178, fig. 140, lám. 5, fig. 1 y 2; Allison, 1955, p.426, fig. 3E.

Localidad y posición estratigráfica. Formación El Cajón, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Concha cilindriforme con vueltas y suturas lisas, de longitud menor a 4 cm, con vueltas anchas y bajas de perfil ligeramente cóncavo. La marca de la columela es visible y no está segmentada. La sección axial muestra en cada vuelta el pliegue parietal, columelar y labial con dirección hacia la columela, ambos tienen forma casi cuadrada con bordes semirredondeados. El pliegue parietal es más pequeño respecto del columelar y labial. Estos se mantienen equidistantes y forman una especie de letra “E”.

Discusión. *Nerinea pauli* ha sido descrita por Allison (1955, p. 426, fig. 3E) de Punta China, Baja California. Cragin (1893, p.225, lám. 42, fig. 6) describe a *N. bicoriensis* del Cretácico Inferior de Texas, esta especie presenta características semejantes a *C. pauli*, ya que tiene tres pliegues de configuración semejante; sin embargo, en ésta última especie el lóbulo columelar es ampliamente redondeado y está dirigido hacia el ápice. Además, los lóbulos guardan una distancia bastante abierta entre sí.

Buitrón (1980) reporta esta especie para el miembro Agua de Burro, al noreste de San Juan Raya, Puebla (Barremiano).

Distribución. *Nerinea pauli*, ha sido descrita para el Aptiano de Líbano y Beirut, Aptiano Superior de Túnez y del Aptiano de Argelia y de Punta China, Baja California y para el Barremiano de Puebla (Buitrón, 1980) y para el Aptiano-Albiano de Jalisco (Buitrón y Pantoja-Alor, 1994)

Género *Adiozoptyxis* Dietrich (1914)

Adiozoptyxis coquandiana (d'Orbigny)

Figura 12. B

Material IGM 3888

Fragmentado

Adiozoptyxis coquandiana d'Orbigny (Rossi-Ronchetti) 1925, p. 225, lám. 39, Figura 5; lám. 40, fig. 1-3 Buitrón *et al.*, 1976; Alencáster, 1984, p. *nomem nudum*.

Localidad y posición estratigráfica. Huetamo y Cerro Turitzio, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha cilíndrica con vueltas gruesas de perfil excavado lisas sin ornamentación, banda sutural ancha, convexa, línea de sutura finamente marcada. El corte longitudinal muestra el pliegue columelar amplio de forma ovoide. Pliegue labial amplio y poco profundo subtriangular. Pliegue parietal amplio y muy reducido dirigido hacia el ápice. La mayoría de los ejemplares muestra una coloración rojiza. Los fragmentos llegan a sobrepasar los 5 cm de longitud.

Discusión. *Adiozoptyxis coquandiana* presenta similitud con *Nerinea renauxiana*, sin embargo, es posible distinguirlas entre sí, porque *A. coquandiana* es cilíndrico, con vueltas delgadas, con menor número de tubérculos y sin ombligo externo. Buitrón (1981) reporta esta especie para **Colima y Zitlala, Guerrero**.

Distribución. Aptiano de Michoacán, Colima, Guerrero, Portugal, Rumania, Yugoslavia, Marruecos, Argelia, Túnez y Siria; Albiano de Francia y Suiza (visto en Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Género *Nerinea* DeFrance, 1825

Nerinea pantojaiana Buitrón y Rivera-Carranco, 1985

Figura 12. C-D

Material IGM 3889/3890

Fragmentos

Nerinea pantojaiana Buitrón y Rivera-Carranco, 1985, lám. 3, fig. 1.

Localidad y posición estratigráfica. Flanco occidental del Sinclinal Mal Paso, Formación Mal Paso (Cenomaniano).

Descripción. Fragmento de concha con tres vueltas de hasta 4 cm de longitud, con sutura impresa y dos bandas suturales, superficie lisa y sin ornamentación. El corte axial muestra pliegue parietal muy reducido, dirigido hacia el ápice, pliegue labial tiene forma de codo o de “v”; el pliegue columelar posee las mismas características. Los pliegues parecen unirse entre sí atravesando la marca de la columela. En algunos ejemplares los pliegues son casi irreconocibles a causa de la permineralización de carácter homogéneo.

Discusión. Esta especie guarda cierta similitud entre *Nerinea scotti* (Stanton, 1947) reportada en varias localidades de Texas, EUA, de edad Albiano-Cenomaniano. Es similar en la configuración del plegamiento interno pero difiere en el aspecto externo de la concha, caracterizada por presentar vueltas planas y lisas.

Distribución. Aptiano de Guerrero y Michoacán (Buitrón y Rivera-Carranco).

Subfamilia Ptygmatisinae Pchelintsev, 1953

Género *Ptygmatis* Sharpe, 1849

Ptygmatis galatea Coquand, 1865

Figura 12. E-F

Material IGM 3891/3892

Poco fragmentado

Nerinea galatea Coquand, 1865, p. 65, lám. 5, fig. 3; Delpey, 1940, p. 184, lám. 3 fig. 9,10, p. 205, fig. 158; Alencáster, 1956, p.35, lám. 6, fig. 3, 4; Buitrón y Barceló, 1980, p. 50.

Nerinea (Ptygmatis) galatea Coquand, Dietrich, 1925, p. 199.

Localidad y posición estratigráfica. San Nicolás-El Limón, Arroyo Hondo, Poblado de San Lucas, Formación San Lucas (Aptiano).

Descripción. Concha de forma turritada y angosta, con una longitud hasta de 5 cm, con vueltas y bandas suturales anchas y marcadas, de contorno ligeramente cóncavo casi plano. Los pliegues son observables pero indistinguibles debido a la conservación del material. Pliegue parietal muy prominente y redondeado acompañado de un pliegue parietal primaria y secundaria redondeados, de diminutas dimensiones y muy unidos entre sí. El pliegue labial es casi triangular y el columelar es elongado con direcciones hacia el eje de la concha.

Discusión. *Nerinea (Nerinea) galatea* fue descrita por Delpey (1940) del Aptiano de España y Líbano; por Alencáster (1956) y por Buitrón y Barceló (1980) del Aptiano de Puebla, México.

Distribución. Puebla y Michoacán, México (Aptiano), Hungría (Aptiano), Túnez (Aptiano), España (Aptiano), Líbano (Aptiano) y Portugal (Aptiano-Barremiano?). Visto en Buitrón y Rivera-Carranco (1985).

Ptygmatis huetaoensis Buitrón y Rivera-Carranco 1985

Figura 12. G-H

Material IGM 3893/3894

Ligeramente fragmentados

Ptygmatis huetaoensis Buitrón y Rivera Carranco, 1985, lám. 3, fig. 3.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Mal Paso (Cenomaniano).

Descripción. Concha cónica grande son caras lisas y con una longitud de hasta 6 cm, de vueltas anchas y bajas, de contorno cóncavo, que asemeja a una pupa. La sección axial muestra la cavidad con cuatro pliegues: El parietal con forma triangular achatada en los vértices, del que deriva un pliegue parietal primario ovoide bilobulado, mientras que el labial es casi de forma cuadrada y el columelar sumamente elongado hacia la parte de la columela. También se caracteriza por que en la parte basal dicho pliegue mantiene contacto con su pliegue homólogo inverso. En algunos ejemplares los pliegues se cruzan entre sí pasando a través de la columela.

Discusión. El nombre de la especie corresponde al gentilicio de Huetamo, Michoacán. Se han descrito varias especies cretácicas del Dominio del Tethys, relacionadas con *Ptygmatis huetaoensis*, entre ellas *Nerinea volana* Cragin (1893) del norte de Siria y de la región libanesa (Delpey, 1940), sin embargo difieren de *P. huetaoensis* por la configuración de los pliegues además de que *N. volana* no presenta cuatro pliegues.

Distribución. Cenomaniano de Michoacán y Guerrero (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985).

Ptygmatis tomasensis Allison, 1955

Figura 12. I

Material IGM 3857

Fragmento

Nerinea (Plesioptygmatis) tomasensis Allison, 1955, p. 425, lám. 43, figs. 10-12, fig. text. 3B, 3D; Almazán –Vázquez y Buitrón, 1984, p. 386, fig. 4.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino (Aptiano), Jalisco.

Descripción. La concha es de forma cilíndrica de hasta 6 cm de longitud, presenta numerosas vueltas más anchas que altas, la sutura es impresa. La ornamentación consiste en la presencia de hileras con numerosos tubérculos gruesos, entre los espacios de las hileras se encuentran líneas de crecimiento. El pliegue parietal es redondeado con dirección hacia el ápice del que derivan uno primario y otro secundario. Ambos están muy unidos entre si y forman una especie de “v” horizontal. Ambos pliegues están unidos y son pequeños. El pliegue labial es ligeramente ovalado y el columelar es elongado de forma cóncava.

Discusión. *Ptygmatis tomasensis* fue descrita de la Formación Alisitos de Punta China, Baja California (Allison, 1955, p. 425, lám. 43, figs. 10,12; figs. 3B, 3D; Almazán y Buitrón, 1984, p. 386, fig. 4 y por Buitrón (1986, p. 27, lám.1, figs. 21, 22) del Aptiano Tardío-Albiano Temprano del cerro Tuxpan en el estado de Jalisco.

Distribución. Formación Alistos (Albiano) Punta China, Baja California (Buitrón, 1986) y para el Aptiano de Jalisco y Michoacán (Buitrón y Rivera-Carranco, 1985)

Familia CASSIOPIDAE Kollmann, 1973

sinonimia Glauconiidae Pchelintsev, 1953

Género *Mesoglauconia* Menessier, 1984

Subgénero *Mesoglauconia* Menessier, 1984

Especie *Mesoglauconia burnsi* Stanton, 1947

Figura 13. A-B

Material IGM 7399/7400

Ligeramente fragmentados

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

Mesoglauconia burnsi (Stanton), Menessier, 1984, p. 28, lám. 4, figs. 6 y 7.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Concha de tamaño medio que no sobrepasa los 5 cm, cónica, con la espira alta y con sutura impresa; la vuelta del cuerpo es ligeramente más grande que la vuelta precedente, 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 o con tubérculos redondos poco notables, entre ellos hay espacios con dos a tres líneas espirales tenues; la vuelta del cuerpo presenta cuatro a cinco cordones con tubérculos cuadrangulares conspicuos. Las líneas de crecimiento son sinuosas y están marcadas con bandas de color café que se hacen notables al atravesar los cordones espirales.

Discusión. *Cassiope burnsi* Stanton, (1947, p.78, lám. 57, figs. 9 y 10) fue descrita por primera vez para el Albiano de Wise Countey, Texas, EUA. En Los Hornos Viejos del Cerro de Tuxpan, Jalisco, siendo una especie muy abundante. González-León y Buitrón (1984) la citan para Lampazos, Sonora y Valdez (1984) para el Aptiano de Cocuaro, Los Llanos, Michoacán.

Menessier (1984, p. 28, lám. 4, figs. 6 y 7) en su revisión de la Familia Cassiopidae Kollman, 1973, propone un nuevo género y subgénero para esta especie y la cita como *Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi* (Stanton. 1947).

Cassiope branneri Hill (1893, p. 43, lám. 5, figs. 1-7) registrada en la División Trinity y en la caliza de Glen Rose para el Albiano de Arkansas y Texas (Stanton, 1947, p.77, lám. 57, figs. 1-6), puede confundirse con *M. burnsi*, ya que presentan un aspecto homólogo, sin embargo se distingue porque los cordones espirales y tubérculos están fuertemente marcados.

Distribución. A nivel de especie se han descrito para Texas, EUA, Sonora, Jalisco y Michoacán, sin embargo, a nivel género se tiene su registro para España (Hauteriviano) y Brasil.

Subgénero *Triglauconia* Menessier, 1984
Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI (Allison)

Figura 13. C-E

Material IGM 3842/3843/3844

Ligeramente fragmentados

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

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

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Concha de hasta 5 cm de longitud, cónica, de espira alta, con sutura impresa y lados casi rectos; la vuelta del cuerpo tiene la sutura acanalada; la abertura es oval y el ombligo cerrado. Las vueltas están ornamentadas con dos cordones espirales, exceptuando la última vuelta que presenta cuatro, colocados sobre la sutura inferior y cerca de la posterior. Los cordones tienen tubérculos conspicuos de forma rectangular entre los que se observa pigmentación café; entre los cordones principales se encuentran costillas secundarias ligeramente marcadas. En estadios juveniles los cordones no están desarrollados. Los fragmentos miden longitudinalmente 5 cm y de base hasta 2 cm.

Discusión. Allison (1955, p. 416, lám. 41, fig. 6) describe esta especie de la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano), Punta China, Baja California Norte y González-León y Buitrón (1984, p. 375, fig. 3) del Aptiano del área de Lampazos, Sonora. Varias especies que antiguamente se incluían en el género *Cassiope* Coquand 1865, están relacionadas con *Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI* y *Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi* (Stanton, 1947, p.78, lámina 57, figs. 9-10; Menessier, 1984, p. 28, lám. 4, figs. 9 y 10; Menessier, 1984, p. 28, lám. 4, figs. 6 y 7) de la caliza Glen Rose (Albiano) de Texas, EUA y

Paraglauconia (Diglauconia) serripensis (Maury, 1936, p. 208, lám. 12, fig. 9) del Cretácico de Brasil, sin embargo la primera especie se diferencia porque los cordones espirales tienen tubérculos pequeños muy próximos, y en la segunda especie, la espira es más alta y los lados son convexos.

Distribución. A nivel de especie se han descrito para Baja California. A nivel de género se ha reportado para España (Hauteriviano) y, con duda, para Brasil.

Género *Gymnentome* Cossman, 1909
Subgénero *Gymnentome* Cossman, 1909
Gymnentome (Gymnentome) paluxiensis (Stanton, 1947)

Figura 13. F
Material IGM 3846
Ejemplar completo

Cassiope paluxiensis Stanton, 1947, p.78, lám. 57, figs. 17, 18; González-León y Buitrón, 1984, p. 375, fig. 3; Herrera *et al.*, 1984, p. 52.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. La concha tiene una longitud de hasta 6 cm con forma cónica, de lados rectos y sutura impresa; la vuelta del cuerpo es más prominente que las anteriores, con sutura acanalada y la abertura oval, que; presenta un surco profundo en la parte superior del labio externo. Sobrepasa los 5 cm de longitud y de diámetro llega a medir hasta 3 cm. Se observa un ombligo pequeño. La ornamentación de la vuelta del cuerpo consiste en la presencia de tres cordones espirales poco marcados, anteriores a uno medio prominente, entre ellos existen espacios cóncavos. Las vueltas de la espira son generalmente lisas y en algunas hay uno o dos cordones espirales ligeramente salientes; las líneas de crecimiento son conspicuas oblicuas color café claro.

Discusión. Esta especie guarda cierta similitud con *Gymnentome gwynanae*, sin embargo se diferencia de *G. paluxiensis* por su tamaño y ornamentación. En la revisión de la Familia, Menessier (1984, p. 73), describe a *G. gwynanae* como una concha muy delgada de tamaño grande con una ornamentación nodulosa lisa, mientras que *G. paluxiensis* es de forma delgada y con ornamentación poco sobresaliente. Otra especie próxima a ella es *Cassiope zebra* (Gabb, 1869, p. 260, lámina lám. 35, fig. 5, Stanton 1947, p.79, lám. 57, figs. 7 y 8)

común en el Cerro de Las Conchas, Arivechi, Sonora, pero se distingue en la forma pupoide, con vueltas envolventes y cuerdas espirales, aunque coincide con la disposición de las líneas de crecimiento de *C. helvetica*.

Pictet y Renevier (1854, p.28, lámina 3, figs. 2a y 2c) del Aptiano de Suiza y España presenta ornamentación semejante, no obstante, la forma de la concha es diferente y la vuelta del cuerpo tiene dos líneas espirales. *C. hyatti* (Stanton, 1947, p.78, lám. 57, figs. 12, 13 y 19) del Cretácico de Monte Revuelto, Nuevo México, se considera relacionada con *C. paluxiensis*, la diferencia recae sobre el grosor más prominente de la concha y las líneas de crecimiento de aspecto tenue.

Distribución. Texas, Sonora y Baja California.

Gymnentome (Gymnentome) zebra (Gabb)

Figura 13. G-I

Ejemplares IGM 7401/7402/7403

Concha completa

Chemnitzia zebra Gabb, 1869, p. 260, lám. 35, fig. 5.

Cassiope zebra (Gabb) Stanton, 1947, p.79, lám. 57, figs. 7, 8.

Gymnentome (Gymnentome) zebra (Gabb) Menessier, 1984, p. 67, figs. 14-16.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Concha de tamaño medio y pupoide de 5 cm de longitud, con espira alta y vueltas envolventes, tienen los lados convexos y sutura acanalada. La vuelta del cuerpo es dos veces mayor que la anterior y con un cordón espiral más conspicuo en la proximidad de la abertura. La ornamentación consiste en la presencia de líneas de crecimiento sinuosas, en la que se intercalan bandas finas con coloración café claro. En algunos ejemplares la coloración es de tonalidad parda y persistente. En la mayoría de los casos los ejemplares no cuentan con ápice.

Discusión. *Cassiope helvética* (Pictet y Renevier (1854, p.28, lám. 3, figs. 2a y 2c) del Aptiano de Suiza y España, *C. byatti* y *C.paluxiensis* del Albiano de Texas y Nuevo México, EUA (Stanton, 1947, p.78, lám. 57, figs. 9, 10, 17 y 18), está relacionada con *Gymnentome (Gymnentome) zebra* (Gabb, 1869, p. 260, lám. 35, fig. 5; Menessier, 1984, p. 67, figs. 14-16) del Albiano de Arivechi, Sonora, sin embargo, esta última se diferencia fundamentalmente por la forma pupoide de la concha y un menor número de vueltas, que se caracterizan por ser evoluta.

Distribución. A nivel de especie se tiene el registro para Jalisco y Michoacán y Texas (Cenomaniano).

Género *Cassiope* Coquand, 1865
Cassiope (Cassiope) branneri, Hill, 1868

Figura 13. J
Material IGM 3849
Fragmento

Cassiope (Cassiope) branneri Hill (1893, p. 5, lám. 1, fig. 3; Adkins, W.S., 1928, p. 185; Stanton, 1947, p. 77 figs. 1-6; Menessier, 1984, p. 79, lám. 27, figs. 1-3) del Albiano inferior de varias localidades de Texas, EUA y Sonora (Herrera, *et al.*, 1984, p. 56).

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Descripción. Fragmento de concha de 3 cm de longitud, cónica, en la que únicamente están conservadas dos vueltas, la del cuerpo y una de la espira, la diferencia en tamaño es mínima y están separadas por una sutura acanalada. La ornamentación consiste en dos cordones espirales salientes, con tubérculos rectangulares conspicuos y líneas de crecimiento notables. La concha no sobrepasa los 4 cm de longitud.

Discusión. Únicamente se contó con un ejemplar mal conservado proveniente del Cerro de Tuxpan, Jalisco.

Distribución. A nivel de especie se ha reportado para Texas, EUA, Lampazos, Sonora y Michoacán.

Cassiope helvetica (Pictet y Renevier, 1854)

Figura 13. K

Material IGM 3133

Concha completa

Turritella helvética Pictet y Renevier, 1854, p. 28, lámina 3, figs. 2a y 2c; Pictet y Campiche, 1862, p.230.

Vicaria helvética (Pictet y Renevier), Verneuil y Lorie, 1868, p.2, lám.1, fig.1.

Cassiope helvética Pictet y Renevier; Coquand, 1865, p.165.

Localidad y posición estratigráfica. Formación El Cajón (Aptiano), Michoacán.

Descripción. Concha de 5.5 cm de longitud, con sutura impresa y perfil recto. Ornamentación consistente en líneas de crecimiento perpendiculares a la sutura, cada línea está dirigida hacia delante en la parte anterior y hacia atrás en la parte posterior de la concha. Labio externo prolongado hacia la parte exterior, labio interno es corto y angosto.

Discusión. *Cassiope helvética* fue descrita por Pictet y Renevier (1854, p. 28, lámina 3, figs. 2a y 2c) del Aptiano de Sainte Croix, Suiza y del Neocomiano de Ultrillas, España (Verneuil y Lorie, 1868, p. 2, lámina, fig. 1). *Cassiope helvética* es semejante a *C. hyatti* (Stanton, 1947, p.78, lám. 57, figs. 12, 13, 19) de la Formación Purgatoire (Albiano) Nuevo México, EUA, pero presenta una hendidura a la mitad de cada vuelta y la sutura es mucho más profunda.

Cassiope paluxiensis Stanton (1947, p. 78, lámina 57, figs. 17 y 18) descrita de la caliza Glen Rose (Albiano) de Somerville Country, Texas, EUA, está relacionada con *Cassiope helvética*, sólo que presenta una hendidura a la mitad de cada vuelta y las líneas del crecimiento están dirigidas hacia el mismo lado en la parte anterior y posterior de la concha.

Distribución. A nivel de especie se ha reportado para el Aptiano de Suiza y España.

Cassiope renevieri Coquand, 1865

Figura 14. A-F

Material IGM 08116

Ejemplares completos

Cassiope (Mesoglauconia) renevieri Coquand 1865, p. 64, núm., 40, lám. 4, fig. 8;

Mesoglauconia (Mesoglauconia) renevieri Mennessier 1984, 28; lám., 4, fig. 1a, figs 2-4.

Paraglauconia frechii (Blanckenhorn); Cleavelly y Morris, 1988. lám. 96, fig. 2.

Localidad y posición estratigráfica. Primer registro para la Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Diagnosis. Concha de hasta 5 cm de longitud, cónica turrizada holostomada, de tamaño medio y rara vez de forma pupoide; ángulo apical variable de 36° a 48°; columela uniforme; sutura lineal; última vuelta ligeramente oblicua. Líneas de crecimiento sinuosas; punto de tangencia entre la primera y tercera vueltas; punto de inflexión entre la tercera y cuarta vueltas. Ornamentación consistente en verticilos compuestos generalmente de dos cables principales lisos o nodulosos. En ocasiones la base se encuentra adornada por dos a cuatro cuerdas periféricas lisas o nodulosas.

Descripción. Concha de 4 cm de longitud, turrizada, ángulo apical aproximado a 37°, espira escaleriforme degradada hacia la punta del ápice, donde las líneas de crecimiento están mayormente marcadas, sutura profunda, acanalada, fácilmente distinguibles. Vueltas muy unidas entre sí, con ornamentación fuertemente marcada y nodulosa. Vuelta del cuerpo ancha en la base que disminuye notoriamente hacia el ápice. En los ejemplares estudiados la longitud de la concha varía desde los 120 mm a los 220 mm y preserva una coloración parduzca.

Discusión. Posee características similares a *Cassiope lujani* y *Cassiope picteti*, *Cassiope verneuilli*, Coquand (1865) sin embargo, se diferencia de éstas por su ornamentación en verticilos, adornada por dos cuerdas periféricas que recorren la base. También se asemeja a *Cassiope branneri* (Hill, 1893), pero esta tiene la concha mucho más robusta y no presenta una ornamentación en doble que recorre la base.

Distribución. Se ha reportado para la Formación San Juan Raya (Aptiano) Puebla y España (Aptiano).

Cassiope (Glaucania) strombiformis Scholtheim 1820
Figura 14 G-K
Material IGM 09116
Conchas completas y fragmentadas

Paraglaucania strombiformis Scholtheim 1820. var. *purbeckensis* lám. 30, figs. 54-56.

Glaucania strombiformis Verneuil, y Lorigere, 1868. p. 7, lám. 1, figs. 4-4f; Rehninder, 1902, p. 122, lám. I, figs. 13-24; Delpey, 1940, text-fig. 73, lám. 5, fig. 4.

Cassiope strombiformis Stanton 1947, p.79, lám. 57, fig. 6.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Diagnosis. Concha cónica, oval-cónica o cónica turritada de hasta 3 cm de longitud; lados generalmente aplanados, pero en ocasiones ligeramente cóncavos; ornamentación consistente de pequeños nódulos circulares y continuos entre sí; ángulo apical entre 35 y 40°. Algunos segmentos pertenecientes a las últimas vueltas pueden parecer subcilíndricos. Espira alta conformada de 6 o más vueltas turritadas con dos hileras de cordones salientes. Ángulo de enrollamiento de aproximadamente 10°. Las suturas son visibles y pueden presentarse tanto de forma inmediata al cordón labial como separadas de éste. Cada vuelta posee dos cordones principales, el que se dirige a la parte apical es más prominente que el basal y entre ambos cordones pueden aparecer más cordones de número variable y más tenues.

Descripción. Concha turritada con enrollamiento helicoidal. Los ejemplares no sobrepasan los 3.5 cm. Al ángulo apical mide aproximadamente 35°, posee una sutura delgada e inclinada hacia la izquierda, con nivel de inflexión próximo 10°. Posee una ornamentación muy característica sobre las líneas de crecimiento, consistente en pequeños puntos redondeados (o tubérculos) alternados y continuos.

La base de la concha es prominente y el ápice es muy delgado. Entre cada par de cordones se pueden apreciar ornamentación tenue que se desvanece conforme se avanza hacia el ápice.

Discusión. Debido a su morfología posee características similares *Cassiope branneri* y *Cassiope kleinpelli*, sin embargo, es posible diferenciar estas especies debido a su tamaño y ornamentación que consiste en nódulos o tubérculos sobre las líneas de crecimiento. Stanton (1947) advierte que *C. strombiformis* no rebasa los 40 mm de longitud. Debido a su similitud con *C. branneri* y *C. kleinpelli*, el tamaño es fundamental para su clasificación, puesto que estos ejemplares poseen una concha mucho más robusta.

De los ejemplares revisados, uno muestra ligeras marcas de bioturbación, probablemente realizadas por gusanos poliquetos.

Distribución. España (Hauteriviano y Neocomiano), Alemania (Aptiano).

Datos adicionales sobre la nomenclatura. El epíteto específico alude al tamaño de la concha. La palabra *strombiformis* deriva de la raíz indoeuropea *ster* que significa extender.

Cassiope (Gymmentome) cf. pizcuetana Vilanova 1859

Figura 14. L-N

Material IGM 10116

Fragmentos

Pleurotomaria? pizcuetana Vilanova, 1859, lám. 2, fig. 12.

Cassiope pizcuetana (Vilanova) Coquand, 1865, 248-9; lám. III, figs. 1-2.

Vicarya pizcuetana (Vilanova) de Verneuil & de Lorière, 1868, lám. 4-5, fig. 2.

Glanconia (Gymmentome) pizcueti (Vilanova) Delpy, 1940, lám. 105, fig.75; Menessier: 61-62; lám. 18, fig. 8-10.

Cassiope pizcuetana (Vilanova) Bataller, 1949: lám. 168, fig. 37-38.

Localidad y posición estratigráfica. Formación Encino, Cerro de Tuxpan, Jalisco (Aptiano-Albiano).

Diagnosis. Concha de hasta 100 mm de longitud de 8 a 10 vueltas, de forma consistente, el cordón anterior es predominante y las últimas vueltas forman una rampa (Menessier, 1984). En **cada vuelta hay una ornamentación consistente de líneas inclinadas y tenues.**

Descripción. Concha fragmentada cónica, dextrógira, holostomada, no mayor a 3 cm de longitud; con vueltas planas o cóncavas, sutura lineal y columela delgada. El fragmento no presenta ombligo. Con ornamentación continua consistente en pequeñas líneas transversales que se presentan alrededor de la periferia. Conforme se avanza hacia el ápice la ornamentación es más delgada y tenue.

Distribución. Cuenca del Maestrat, España (Aptiano Inferior).

Observaciones sobre la nomenclatura. Aunque Vilanova no lo indica en su trabajo intitulado “Memoria de Castellón”, dedica este epíteto específico a su padre político Josué Pizcueta, Botánico de la Universidad de Valencia.

CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

Se considera que la región sur y noroeste de México se formaron durante el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano (~163-72 Ma), sin embargo, hay fenómenos geotectónicos que aún no quedan muy claros para cada área (Adate, 1996). Durante el Cretácico Temprano distintas masas continentales como América del Norte y Sur se hallaban separadas por mares someros tropicales (Aguirre-Urreta *et al.* 2008), esta circunstancia favoreció el mantenimiento de afinidades entre las comunidades de moluscos de estas regiones. El origen de estas afinidades fueron previamente discutidas por Ihering (1907), Steinmann y Wilckens (1908) y Wilckens (1910) para comprender las modificaciones paleobiogeográficas registradas durante la transición Jurásico-Cretácico.

El registro de los taxa estudiados en este estudio a lo largo del mundo muestra un patrón de distribución uniforme próximo al Trópico de Cáncer alrededor del globo terráqueo, el cual engloba a la región suroeste de México. Sin embargo, el registro se extiende hasta estados de EUA como Texas, mientras que para el mediterráneo europeo comprende países como Portugal, Francia, España, Italia, Egipto, Líbano y Siria. Esta información concuerda con las investigaciones realizadas por Sohl (1971, 1987) y Kauffman (1979) y Alencáster (1987) sobre la distribución paleogeográfica de diversas faunas de invertebrados cretácicos como bivalvos y rudistas, que además permiten inferir que la planicie costera del Atlántico y del Golfo de México formaba parte de un mar epicontinental extenso que comprendió la región suroeste de México.

Al correlacionar la fauna estudiada de nerinéidos y casiópodos de México a nivel de especie con yacimientos fosilíferos del Mediterráneo europeo es evidente notar que durante el Cretácico Inferior la región suroeste de México formó parte del Dominio del Tethys (Hernández, 1990; Fig. 15). Estas asociaciones fósiles reafirman que durante este periodo de tiempo el Dominio del Tethys se constituía por mares someros tropicales. El

hecho de que los casiópodos y nerinéidos denoten fauna marina asociada condiciones de baja profundidad, permite confirmar que, durante el Cretácico Temprano, el Dominio del Tethys comprendía también mares someros tropicales hacia los márgenes continentales.

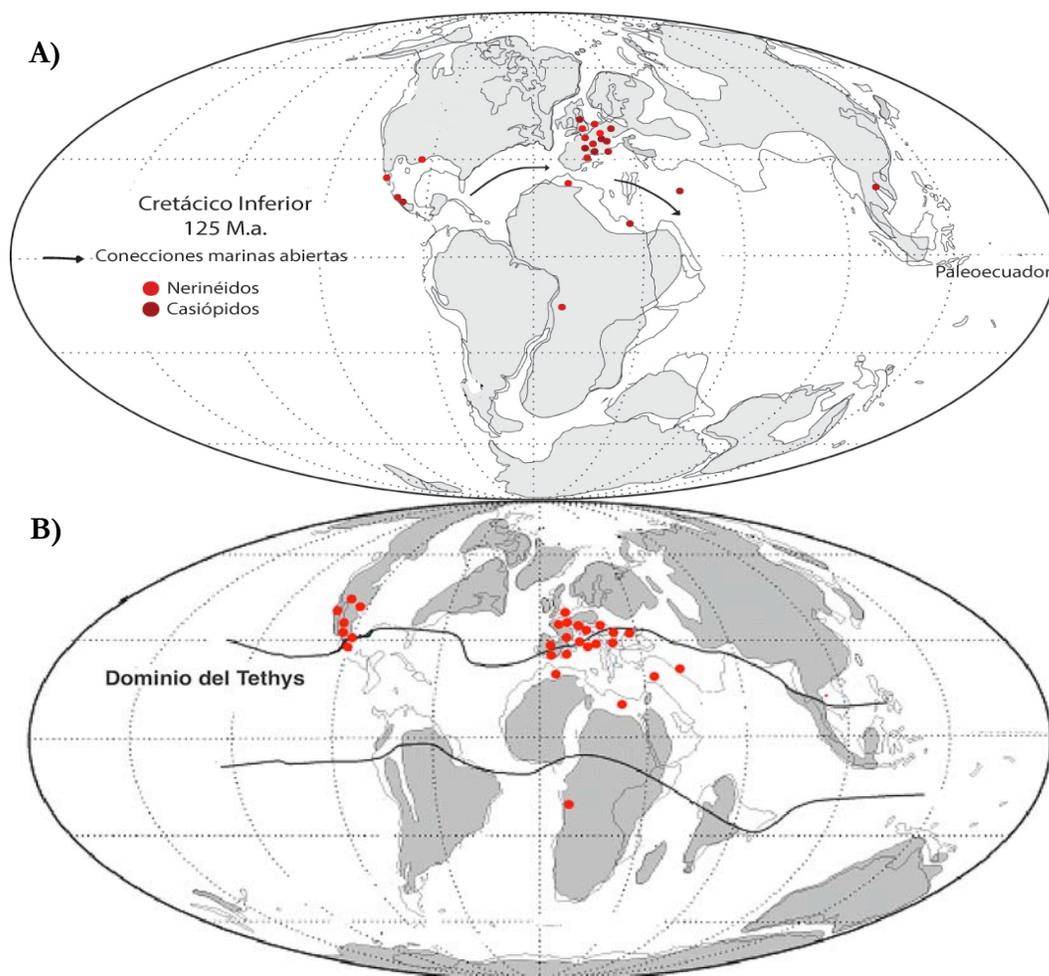


Figura 15. Mapas paleogeográficos en los que se incluye la distribución de casiópodos y nerinéidos durante el Cretácico Temprano. **A)** Los puntos rojos señalan la distribución de nerinéidos y casiópodos. Nótese que el patrón de distribución de los moluscos es totalmente latitudinal y próximo del Trópico de Cáncer. **B)** Mapa que muestra la extensión del Dominio del Tethys durante el Cretácico Inferior (125 Ma. Aptiano-Albiano) basado en los estudios de Smith (1991) y Kauffman (1973). Las áreas blancas con borde negro muestran porciones de

CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS

La composición paleofaunística de la Formación El Cajón y Mal Paso, Michoacán no solamente comprende nerinéidos y casiópidos, ya que esta paleocomunidad también está conformada de hexacorales, cuyos representantes actuales son eurihalinos típicos de mares someros, bancos de rudistas caprinidos como *Praeacprina*, *Caprina* y *Requienia* de poca extensión, las cuales presentan marcas de bioerosión causadas por esponjas cliónidas de la icnoespecie *Entobia cretacea*. Mismo fenómeno que se repite sobre Nerinéidos (Buitrón *et. al.*, 2003).

Esta comunidad se desarrolló en una plataforma de tipo lagunar con facies limo-arenosas, dentro de una dinámica de mediana a alta energía, con aportaciones sedimentológicas que propiciaron el desarrollo de bancos de Nerinéidos. Mientras que para la formación San Lucas, Alencáster y Pantoja-Alor (1998) describen asociaciones con bivalvos rudistas como *Huetamia buitronae* y *Vouvillelia* sp.

Los *casiópidos* han sido asociados con facies poco profundas de mares epicontinentales del Cretácico (Menessier, 1984; Cleevly y Morris, 1988) y la excelente preservación de sus conchas que fueron enterrados *in situ* y que no muestran evidencia de transporte. Al observar que los nerinéidos, acteonélidos y rudistas son predominantes y su registro está distribuido a través del dominio tropical y subtropical del Tethys (Cretácico). Por otra parte, los Nerinéidos presentan conchas muy alargadas, carácter clave de hábitos epifaunales y otros semi-infaunales.

De acuerdo con su distribución paleobiogeográfica, las comunidades paleofaunísticas estaban controladas por condiciones físicas y químicas, pH, salinidad, cantidad de minerales disueltos en el agua, temperatura e intensidad de luz (Boucot, 1981). Sin embargo, en este estudio es posible deducir que la temperatura del agua era el factor de

mayor importancia sobre la distribución de nerinéidos y casiópidos a durante el Cretácico Inferior.

El Cretácico Medio (~124-90 Ma) fue un tiempo de transición sobre la naturaleza del sistema clima-océano y de eventos anóxicos oceánicos (EAO's). Estudios recientes sobre microfacies y datos geoquímicos señalan que durante este período surgieron eventos desfavorables para la fauna marina cretácica como resultado del alto índice de actividad tectónica. A partir del Aptiano, el aumento de la producción de corteza oceánica (expansión del fondo marino) y la actividad volcánica, fueron factores que contribuyeron al desarrollo del efecto invernadero, los niveles elevados de CO₂ aumentaron y propiciaron cambios sobre el flujo de las corrientes de aguas cálidas y en la temperatura meridional; eventos que perjudicaron directamente a la fauna de distintas regiones del Tethys. Estos cambios están fielmente representados a lo largo de distintas secuencias estratigráficas correspondientes a mares epicontinentales (Leckie, *et. al.* 2002).

Estas condiciones que prevalecieron a finales del Cretácico demuestran que la paleofauna de nerinéidos y casiópidos de la región suroeste de México fueron afectadas por estos fenómenos, provocando su extinción a consecuencia del cambio en la circulación de corrientes marinas, el flujo y repartición de nutrientes y la dinámica del ecosistema en sí.

En general, las Familias Nerineidae y Cassiopidae no sobrepasaron la extinción masiva del Cretácico-Terciario (Schute, *et. al.*, 2010), incluso es posible deducir que su declive se dio tiempo atrás, de acuerdo con los estudios de Hennig, (2003). En algunos casos el registro fósil a nivel mundial el registro sobrepasa el Cretácico Inferior, puesto que en situaciones excepcionales su rango llega a finales del Cretácico Superior (Maastrichtiano, ~72 Ma). Los eventos repetitivos dados a finales del Cretácico como los impactos meteoríticos reportados por Schulte, *et al.* (2010) y a las variaciones climáticas ambientales (Hennig-Fischer, 2003) también son fenómenos que deben tomarse en cuenta y quizá estos fueron el factor que repercutió sobre ambos taxa. También es

aceptable decir que su extinción se vio favorecida por la competencia interespecífica dada con otros grupos de gasterópodos, como los rudistas, por ejemplo.

Las especies descritas en este estudio presentan un alcance estratigráfico variable según el afloramiento de procedencia y aunque en distintos casos presenten un alcance corto, estas especies no pueden ser empleadas como fósiles índice ya que su distribución y abundancia no es amplia. Sin embargo, las especies de casiópodos descritas por primera vez para el Cretácico Inferior de México pueden ser empleadas como indicadores de edad relativa (Fig. 16).

		CRETÁCICO INFERIOR		
		APTIANO	ALBIANO	CENOMANIANO
NERINEIDAE	<i>Cossmannea azteca</i>	██████████		
	<i>Cossmannea euphyes</i>	██████████		
	<i>Cossmannea luttickei</i>	██████████		
	<i>Cossmannea michoacana</i>			██████████
	<i>Cossmannea titania</i>	██████████		
	<i>Cossmannea hicoriensis</i>	██████████	██████████	
	<i>Cossmannea pauli</i>	██████████	██████████	
	<i>Adiozoptyx coquandiana</i>	██████████		
	<i>Nerinea pantojaiana</i>			██████████
	<i>Ptygmatis galatea</i>	██████████		
	<i>Ptygmatis huetamoensis</i>			██████████
	<i>Ptygmatis tomasensis</i>	██████████		
CASSIOPIDAE	<i>Mesoglauconia burnsi</i>	██████████	██████████	
	<i>Mesoglauconia kleinpelli</i>	██████████	██████████	
	<i>Gymnentome paluxiensis</i>	██████████	██████████	
	<i>Gymnentome zebra</i>	██████████	██████████	
	<i>Cassioppe branneri</i>	██████████	██████████	
	<i>Cassioppe helvetica</i>	██████████		
	<i>Cassioppe renevieri</i>	██████████	██████████	
	<i>Cassioppe strombiformis</i>	██████████	██████████	
	<i>Cassioppe pizcuetana</i>	██████████	██████████	

Figura 16. Alcances estratigráficos de las especies pertenecientes a las Familias Nerineidae y Cassiopidae.

CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES

De acuerdo con el registro fósil, la litología y a los diferentes aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos es posible inferir las condiciones ambientales que prevalecieron en la zona de estudio durante el Cretácico Temprano (Aptiano-Albiano). Las condiciones paleoambientales que predominaron sobre la región suroeste de México corresponden a mares someros tropicales de gran extensión con alta riqueza faunística en las que existieron diferentes interacciones biológicas y que formaron parte de la Provincia Caribeña del Tethys (Fig. 17). Durante el Cretácico gran parte de México se encontraba inundada por un mar epicontinental que comprendía la Planicie Costera del Atlántico, la actual Región Suroeste o Tierra Caliente y la Planicie Costera del Golfo (Hernández, 1990). De acuerdo con Hernández (1990) la fauna descrita anteriormente pertenecía a la provincia que engloba a la región del Caribe-Centroamérica y Baja California, la región interior suroccidental y del noroeste de EUA, ambas con clima templado-subtropical con aguas cálidas, las cuales se extendieron hasta el mediterráneo europeo.

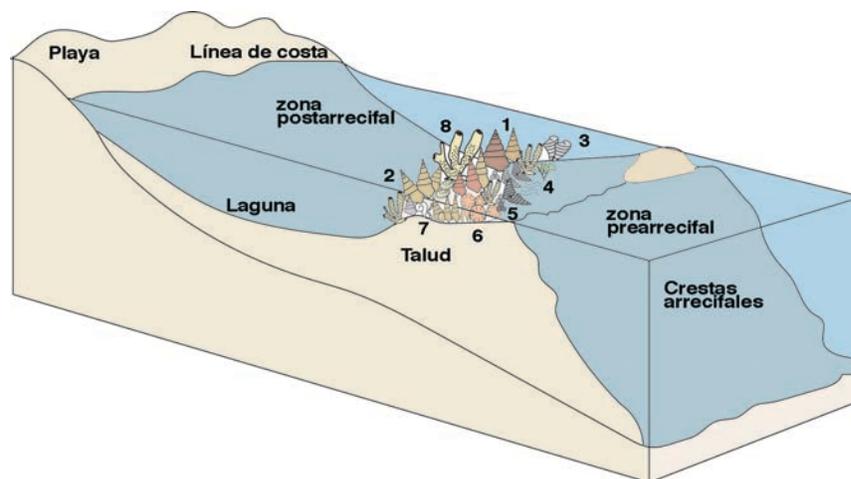


Figura 17. Reconstrucción paleoambiental de la zona de estudio. 1) Banco de casiópodos, 2) Bancos de nerinéidos, 3) Rudistas, 4) Poliquetos, 5) Foraminíferos, 6) Hexacorales, 7) Otros invertebrados 8) Esponjas cliónidas.

CONCLUSIONES

El estudio paleontológico de la fauna perteneciente a la región suroeste de México permitió reconocer la presencia de cuatro géneros y doce especies pertenecientes a la familia Nerineidae, de las cuales, *Nerinea pantojaiana* resulta ser excelentes fósiles índice para el Aptiano de México. Por otra parte, se reconocen tres géneros y nueve especies representantes de la familia Cassiopidae.

Se describe por primera vez para México la presencia de *Cassiope strombiformis* y *Cassiope* cf. *C. pizcuetana* y se amplía la distribución de *Cassiope renevieri*, que anteriormente sólo se había descrito para la formación San Juan Raya (Barremiano-Aptiano), en la localidad homónima, perteneciente al estado de Puebla y ahora se reporta para la formación Encino, en el Cerro de Tuxpan, en el estado de Jalisco.

El estudio de distribución geográfica de las especies de estudio permitió reconocer el Dominio del Tethys durante el Cretácico Temprano para la región suroeste de México y establecer afinidades faunísticas con el mediterráneo europeo y así confirmar que la extensión de estos mares fue realmente inmensa.

Esta investigación amplía el registro paleontológico y el conocimiento sobre los gasterópodos cretácicos de la región suroeste del país, sobre todo el de los casiópodos, además aporta una interpretación sobre la reconstrucción paleoambiental basada en las interacciones paleoecológicas (previamente reportadas por distintos grupos de trabajo) de estas familias taxonómicas con otros taxa.

FIGURAS

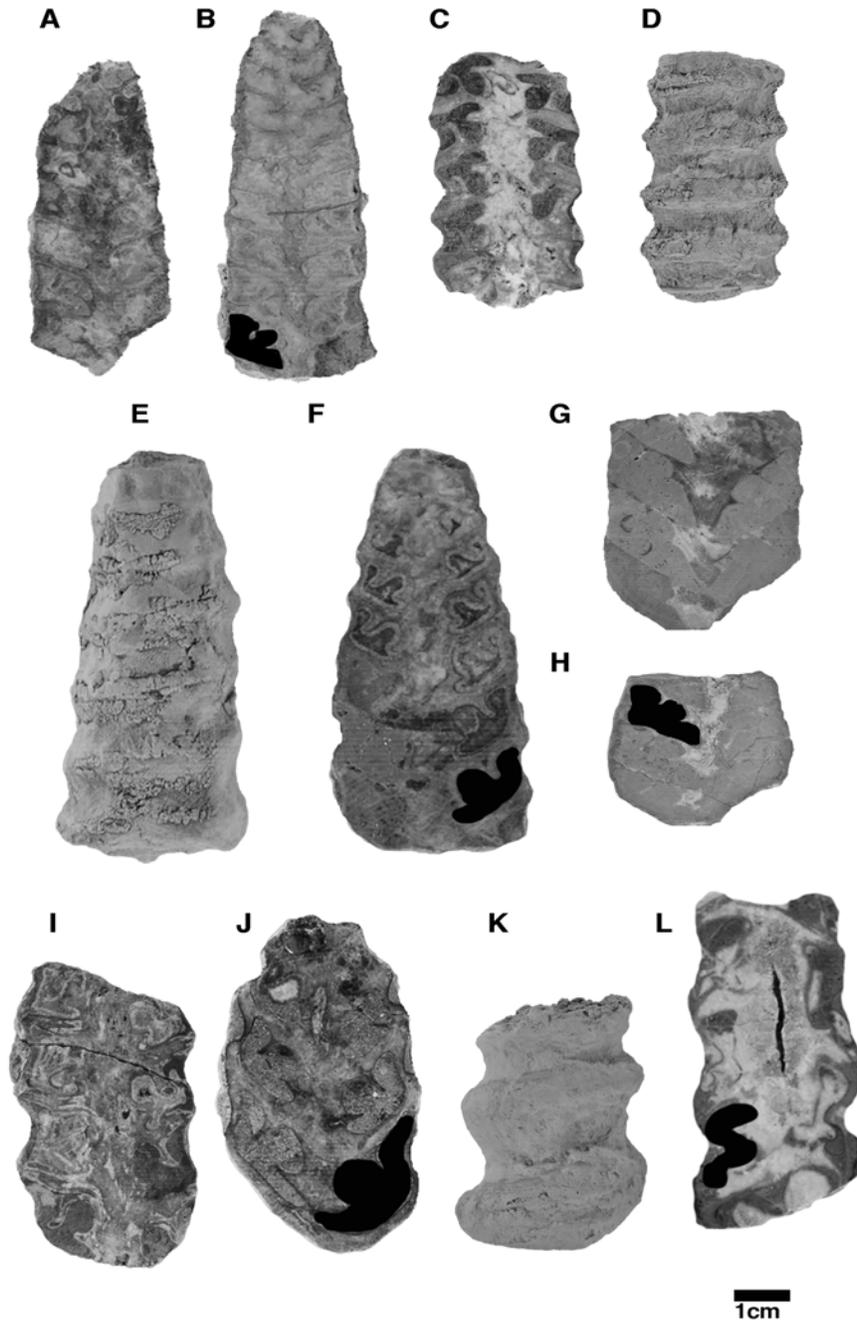


Figura 11. A-B. Sección longitudinal de *Cossmanea azteca*. C-Sección longitudinal de *Cossmanea euphyes*. D. Vista longitudinal de *Cossmanea euphyes*. E. Vista longitudinal de *Cossmanea luttickei*. F. Sección longitudinal de *C. luttickei*. G-H. Sección longitudinal de *Cossmanea michoacana*. I-J. *Cossmanea titania*. K-L. *Cossmanea bicoriensis*.

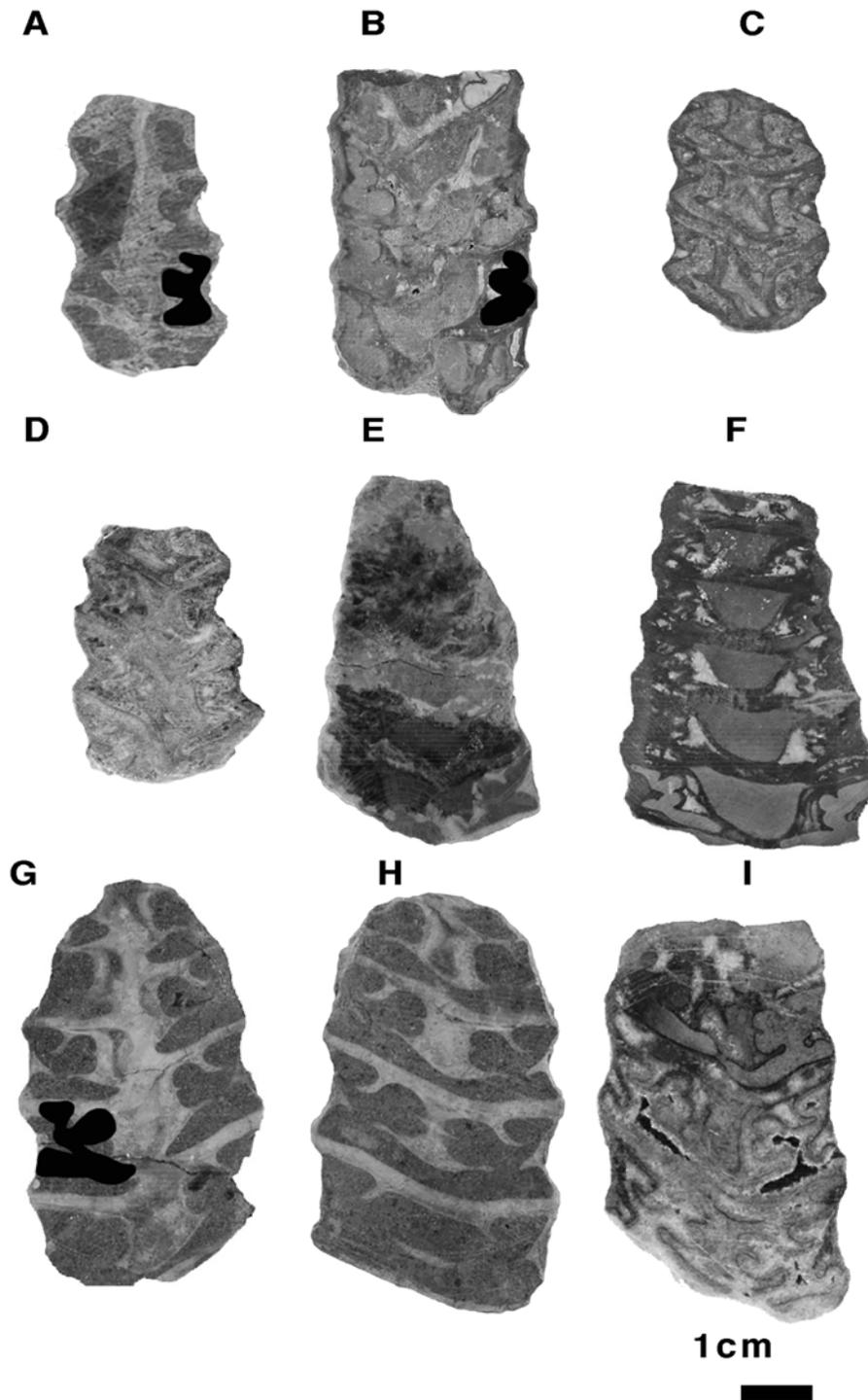


Figura 12. A. Sección longitudinal de un fragmento de *Cossmanea pauli*. B. *Adiozoptyxis coquandiana*. C-D. Corte axial de un fragmento de *Nerinea pantojaiana*. E-F. *Ptygmatis galatea*. G-H. *Ptygmatis buetamoensis*. I. *Ptygmatis tomasensis*.

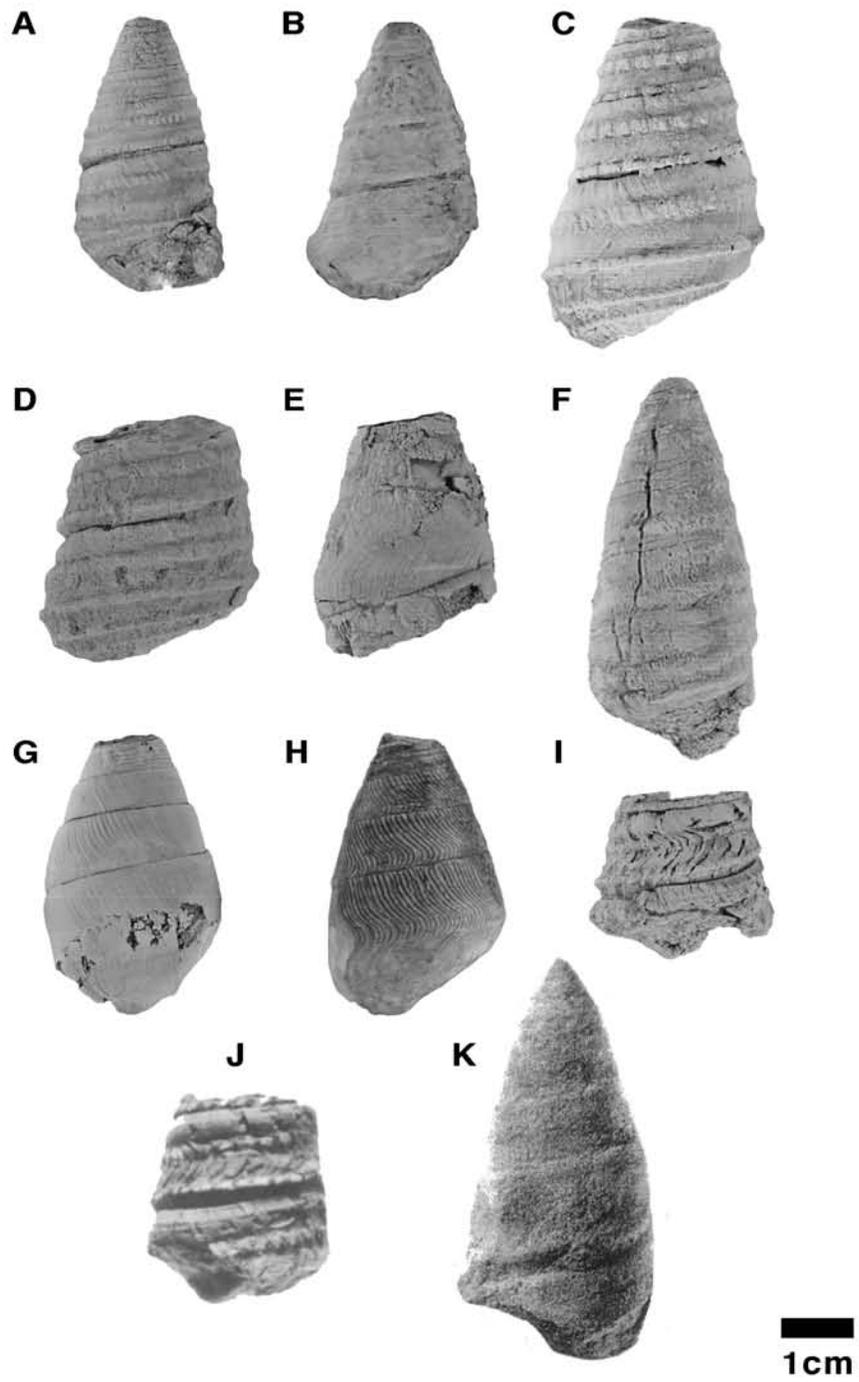


Figura 13. Vista longitudinal de A-B. *Mesoglaucania burnsi*. C-E. *Mesoglaucania kleinpellii*. F. *Gymnentome palusziensis*. G-I. *Gymnentome zebra*. J. *Cassiopè branneri*. K. *Cassiopè Helvetica*.

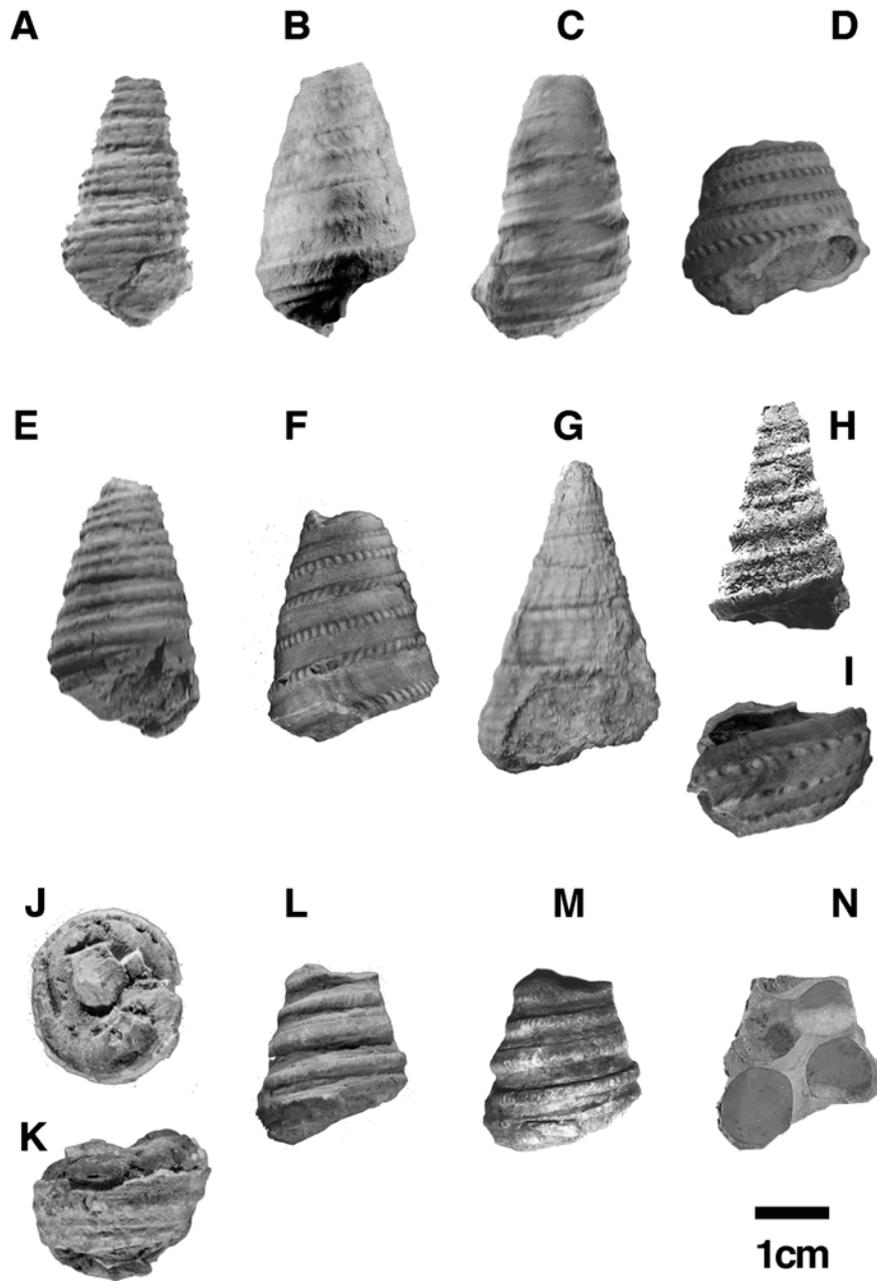


Figura 14. A-F. Vista longitudinal de *Cassiope renevieri*. G-H. Vista longitudinal de *Cassiope strombiformis*. I-K. Fragmento de *C. strombiformis* con marcas de bioturbación. L-M. Vista longitudinal de un fragmente de *Cassiope cf. pizquetana*. N. Corte longitudinal de *Cassiope cf. pizquetana*.

L I T E R A T U R A C I T A D A

Adatte, T., Stinnesbeck, W., Remane, J., Hubberten, H. 1996. Paleooceanographic changes at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Tethys, northeastern Mexico. *Cretaceous Research* **17**, 671-689.

Adkins, W.S. 1928. Handbook of Texas Cretaceous Fossils: Texas Univ. Bull. **2838**, 385 pp., 37 pl.

Aguilera, J.G. 1906, Excursión de Tehuacán a Zapotitlán en San Juan Raya, México: Congreso Geológico Internacional, 10, México, D.F, Libreto guía de la Excursión 7, 27 p., 1 map, 1 tab.

Aguilera, J.G. 1986. Sinopsis de la geología mexicana. Instituto Geológico de México, **6**, 187-250.

Aguirre-Urreta, M.B., Casadío, S., Cichowolski, M., Lazo, D.G. y Rodríguez, D. 2008. Afinidades paleobiográficas de los invertebrados cretácicos de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana*, **45**, 591-612.

Alencáster, G. 1956, Pelecípodos y Gasterópodos del Cretácico Inferior de la Región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. *Paleontología Mexicana*, **2**, 47 pp.

Alencáster, G. & Pantoja-Alor, J. 1986, *Coalcomana ramosa* (Boehm) (Bivalvia Hippuritacea) del Albiano Temprano del Cerro de Tuxpan, Jalisco: Boletín de la Sociedad Geológica de Mexicana, **47**, 33-46.

Alencáster, G. & Pantoja-Alor, J. 1998. Two Lower Cretaceous Rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo region; southwestern Mexico: *Geobios* **22**, 15-28.

Almazán-Vázquez, E. & Buitrón, B.E. 1984. Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California norte, México: Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Morelos, México, 78 pp.

Allison, E.C. 1955, Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico: *Journal of Paleontology*, **29**, 400-432.

Ayala-Castañares, A. 1960. *Orbitolina morelensis* sp. nov. de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano), en la región de Huetamo, Michoacán, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, **6**, 16 pp.

Barnes, R.D. 1977. Zoología de los Invertebrados. Editorial Interamericana. México, 957 pp.

Benavides-Muñoz, M.E. 1978. Estudio Geológico del Municipio de Cualac, Estado de Guerrero: México, D.F, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, Tesis Profesional, 71 pp.

Brusca, R.C. & Brusca, G.J. 2007. *Invertebrados*. Segunda edición. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro. 968 pp.

Bataller, José R. 1949. Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España. Part. VIII Mollusca 2 Gasteropoda, Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura, **8**,191-334.

Blanckenhorn, M. 1890. Beitrage sur Geologie Syriens, Die Entwicklung des Kreidesystems in Mittel-und Nord Syrien mit besondcrer Berucksichtigung der palaontologischen Verhaltnisse nebst einem Anhang uber den jurasslchen Glandarien Kalk: Cassel, 135 pp, pl. 11.

Boucout, B.J. 1981. Principles of benthic marine Paleocology. Academic Press, New York, 463 pp.

- Buitrón, B.E.** 1973. *Tetragramma gloriae* nov. sp. Equinoide de la Formación San Lucas (Hauteriviano-Aptiano) de la región de Huetamo, Michoacán, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Paleontología Mexicana, **36**, 33-41, pl. 1.
- Buitrón, B.E.** 1976. Nerinídos del Cerro de Tamborillo en el área de Zitlala, Guerrero, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. (Informe inédito).
- Buitrón, B.E. & Barceló-Duarte, J.** 1980. Nerinídos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, **4**(1), 46-55.
- Buitrón, B.E.** 1981. Gasterópodos del Cretácico Temprano de México occidental y sus implicaciones paleobiogeográficas. Anal del II Congreso Latinoamericano de Paleontología, Porto Alegre, Brasil, 343-377.
- Buitrón, B.E & Rivera-Carranco, E.** 1985. Nerinídos (Gasteropoda-Nerineidae) cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán: Boletín de la Sociedad Geológica de Mexicana, v.48. nos. 1 and 2, p. 65-84.
- Buitrón, B.E.** 1986. Gasterópodos del Cretácico (Aptiano tardíoAlbiano temprano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, **47** (1), 17-31.
- Buitrón, B.E. & Romo de la Rosa.** 1987. Gasterópodos del Cretácico Temprano del Cerro de San Miguel, región limítrofe en los estados de Michoacán y Guerrero y sus implicaciones paleobiogeográficas. Actas Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, **2**, 139-144, 2 pl.
- Buitrón, B.E. & Pantoja-Alor, J.** 1994. Esponjas perforantes de moluscos del Cretácico Temprano en la región centro occidental de México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, **11**(2), 222.231.

- Buitrón, B.E. & López-Tinajero, Y.** 1995. Mollusk gastropods in a Lower Cretaceous rudist-bearing formation of Jalisco, west Central Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, **12**(2), 157-168.
- Buitrón, B.E. & Pantoja-Alor, J.** 1998. Albian gastropods of the rudist bearing Mal Paso Formation, Chumbitaro región, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, **15**(1), 14-20.
- Buitrón B.E. & Gomez, E. C.** 2003. Cretaceous (Aptian-Cenomanian) gastropods of Mexico and their biogeographic implications, in C. Bartolini, R.T. Buffer, and J. Brickwede, eds. *The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean, Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics: AAPG Memoir* **79**, 403-418.
- Buitrón, B.E., Pantoja-Alor, J. & Romo de la Rosa.** 2003. Gasterópodos cretácicos (Aptiano-Albiano) de la región de San Lucas, estados de Michoacán y Guerrero, en Soto, L. (ed.), *Agustín Ayala Cañizares: México, D.F., Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 177-188
- Burckhardt, Charles.** 1970. Etude synthétique sur le Mezosoïque mexicain. *Mém. Soc. Paleónt. Suisse*, **49**, 50 pp.
- Campa, M.F.** 1983. The Tectonostratigraphic Terranes and the Thrust Belt in Mexican Territory. *Proceedings of the Circum-pacific Terrane Conference, Stanford University Publications Geological Sciences*, **46**, 44-46.
- Carbone, F., Praturlon, A. & Sirna, G.** 1971, The Cenomanian Shelf-edge facies of Roca di Cave (Preneštini, Mts., Latium), Univ. Roma, *Inst. Geología y Paleontología, Extracto de Geológica Romana*, vol. 10, p. 131-198, 53 fig. 1 tab.
- Cleavelly, R.J & Morris, N.J.** 1988. Taxonomy and ecology of Cretaceous Cassiopidae (Mesogastropoda). *Bulletin of the British Musseum (Natural History)*, **44**(4), 233–291.

- Conrad, T.A.** 1857. Descriptions of Cretaceous and Tertiary fossils. In: Emory, W.H.(Ed.), Report on the United States and Mexican Boundary Survey. U.S. 34thCongress, 1st Session, Senate Executive Document 108, **1(2)**, 141 pp. pls. 1-21.
- Coquand, H.** 1865. Monographie paléontologique de l'étage Aptien de l'Espagne. Société d'Emulation de la Provence. Marseille.
- Coquand, H.** 1869. Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon). Bulletin de la Société Géologique de France, **26**, 144-173.
- Cossmann, M.** 1909. Essais de paléoconchologie comparée. Paris. **8**.
- Cox, L.R.** 1949. Upper Triassic Mollusca from Perú. Boletín Instituto Geológico del Perú **12**, 50 pp.
- Cox, L.R.** 1954. Notes relating to the taxonomy of the gastropod superfamily Nerineacea.- Proc.Malac. Soc. London, **33**, 239-261.
- Cragin, F.W.** 1893, A contribution to the invertebrate paleontology of Texas Cretaceous: Texas Geol. Survey, 4th Ann. Rep., 139-250 pp.
- Cuvier, G.** 1797. Second Mémoire sur l'organisation et les rapports des animaux à sang blanc, dans lequel on traite de la structure des Mollusques et de leur division en ordre, lu à la société d'Histoire Naturelle de Paris, le 11 prairial an troisième (30 May 1797). Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts, 1795 (1. Année) **2**, 433-449.
- Delpey, G.** 1940. Les gastéropodes Mesozoïques de la région libanaise: Notes et Mém. Haut. Comm. Syria et Liban, **3**, 5-324, pls 1-11.
- Dietrich, W.O.** 1925. Gastropoda Mesozoïcs: Fam. Nerineidae: Fossilium Catalogous. I: Animalia, Berlín. **31**, 164 pp.

Felix, J. 1891, Versteinerungen aus der mexicanischen Jura und Kreide-formation: Paleontographica, **37**, 140-199, pls. 22-29.

Fernández-Álamo, M.A. & G. Rivas. 2007. Niveles de Organización en Animales. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. 432 pp.

Fries, C. Jr. 1960. Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, Región central Meridional de México: Boletín del Instituto de Geología **60**, 236 pp.

Gabb, W.M. 1869. Cretaceous and Tertiary fossils: California Geological Survey, Paleontology, **2**, 299 pp.

García-Díaz, J.L., Tardy M., Campa Uranga, M.F. & Lapierre H. 2004. Geología de la Sierra Madre del Sur en la región de Chilpancingo y Olinálá, Guerrero, una contribución al conocimiento de la evolución geodinámica del margen Pacífico mexicano a partir del Jurásico: Unión Geofísica Mexicana, Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, GEOS, **24**, 173 pp.

Gemmellaro, G.G. 1865. Nerinée della Ciaca dei Dintorni di Palermo: Palermo, Stabilimento Topografico di Francesco Lao, 35 pp, pl 4.

Glaçon, G. 1953. Etude de Quelques Nerinées et Milioles du Crétacé Inférieur. Bull. Soc. Geol., France, 6a. Serie, **3**, 23-34.

González-León, C & Buitrón B.E. 1984. Bioestratigrafía del Cretácico Inferior del área de Lampazos, Sonora: universidad de Sonora, México, Oaxtepec, México, Memorias del III Congreso Latinoamericano de Paleontología, 371-375.

Herrera, S., Bartolini, C., Pérez, O. & Buitrón, B.E. 1984. Paleontología del área de Lampazos, sonora: Universidad de Sonora, Bol. Depto. Geol. **1**, 50-59, lam 4.

Hernández, P. 1990. Gasteropodos del Cretácico superior de Ahuexotitlán, Guerrero. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional autónoma de México, México, D.F., 76 pp.

- Hennig, S.** 2003. Geochemical and Sedimentological Evidence for Environmental Changes in the Valanginian (Early Cretaceous) of the Tethys Region. ETH Zurich, 189 pp.
- Hill, R.T.** 1893. Paleontology of Cretaceous formation of Texas; the invertebrate paleontology of the Trinity division: Biol. Soc. Washington Proc., **8**(9), 9-40, pl 8.
- Ihering, H.** 1907. Les mollusques fossiles du Tertiaire Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Amsterdam, **3**(1), 267-297.
- Johnson, C.A.** 1990. Stratigraphy and structure of the San Lucas area, Michoacán and Guerrero States, Southwestern Mexico, Coral Gables, Florida, U.S.A, University of Miami, tesis doctoral, 220 pp.
- Kauffman, E. G.** 1973. Evolutionary rates and biostratigraphy. Abstr. Vol., 1973 Ann. Mtng., Geol. Soc. Amer, 638 pp.
- Kollman, H.A.** 1973. Systematik und Paläobiologie der Gastropodengattung. Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **79**, 37-47.
- Leckie, R.M., Bralower, T.J. & Cashman, R.** 2002. Oceanic anoxic events and plankton evolution: biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous. Paleooceanography, 17 pp.
- Martínez, R.E.** 1978. Análisis estratigráfico del área de Huetamo, Michoacán-Altamirano, Guerrero. México, D.F., IV Convención Geológica Nacional, **39**(1), 26 pp.
- Martínez-Chacón & Pascual-Rivas.** 2009. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, 524 pp.
- Maury, C.J.** 1936. O Cretaceos de Sergipe: Brazil, Servicio Geologico e Mineralogico., Mon., **11**, 283 pp, lam 28.

- Mennessier, G.** 1984. Révision des gasterópodes appartenant a la famille des Cassiopidae Kollmann (=Glauconiidae Ptchelinsev): Travaux du Départ. Geol. de L'Univ. de Picardie, **1**, 190 pp, 17 figs., 17 tab., 29 lam.
- Moore R. C.** 1967. Treatise on invertebrate Paleontology. Mollusk 4. Sociedad Geológica America y Universidad de Kansas, 1650 pp.
- Morán-Zenteno, D.** 1994. The geology of the Mexican Republic: Tulsa, OK., American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology, **39**, 160 pp.
- d' Orbigny, A.** 1842-1843. Paiéontologie française, mollusques et rayonnés fossiles, Terrains Crétacés: París Masson, **10**, 149-236.
- Omaña, P.L & Pantoja-Alora, J.** 1998. Early Aptian benthic foraminifera from the Cajon Formation, Huetamo, Michoacán, sw Mexico. Revista de Ciencias Geológicas, **15**(1), 64-72.
- Ooster, W.A.** 1869. Le Corrallien de Wimmis, Geneve, 51 pp, 24 pls.
- Pantoja-Alor, J.** 1956. Estudio geológico de reconocimiento de la Región de Huetamo, Estado de Michoacán. Consejo de Recursos Naturales no Renovables, México, **50**, 36 pp.
- Pantoja-Alor, J.** 1959. Estudio geológico del reconocimiento de la región de Huetamo, Estado de Michoacán: Consejo de Recursos Naturales no Renovables, Boletín 50, 63 pp.
- Pantoja-Alor, J.** 1990. Redefinición de las unidades estratigráficas de la secuencia mesozoica de la región de Huetamo-Ciudad Altamirano, estados de Michoacán y Guerrero: Sociedad Geológica Mexicana. Convención Geológica Nacional, 10th, México, D.F., Resúmenes, 666 pp.
- Pantoja-Alor, J.** 1992. La Formación Mal Paso y su importancia en la estratigrafía del sur de México: Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional, 11th. Veracruz, Ver., Resúmenes, 149-151.

Pantoja-Alór, J. & Gómez-Caballero, J.A. 2003. Geologic features and biostratigraphy of the Cretaceous of southwestern México (Guerrero Terrane) in Alcayde, M., and Gómez-Caballero, A., eds., Geologic transects across Cordilleran Mexico, Guidebook for the field trips of the 99th Geological Society of America Cordilleran Section Annual Meeting, Puerto Vallarta, Jalisco, Mexico, April 4-7, 2003, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Special Paper, **1**, 229-260.

Pictet, F.J. & Renevier, E. 1854-1858. Description des fossiles du terrain Aptien de la Parte de Rhone et des environs de Saint Crox, Materiaux Paleontologie Suisse, 184 pp, lms 23.

Pictet, F.J. y Campiche, G. 1865. Description des Fossiles du Terrain Crétacé de Sainte-Croix. Partie **3**(3), 1-558, pls. 99-138 in F.J. Pictet, Matériaux pour la Paleontologie Suisse ou Recueil de monographies sur les Fossiles du Jura et des Alpes. Quatrième Série. Troisième Livraison. H. Georg: Genève, Switzerland.

Pchelinstev, V.F. 1931. Gastropoda from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous beds of the Crimea. Geol. Izd, 252 pp. pls 15.

Pchelinstev, V.F. 1953. Mollusk-Briukhonogie. In Y. (Ed) Osnovy Palentologii Moskva, 359 pp.

Schlotheim, E.F. 1820. Die Petrafactenkunde, I-LXII, 1-435, lm 15.

Sharpe, D. 1849. On *Tylostoma*, a proposed genus of gasteropodous mollusks. The Quarterly Journal of the Geological Society of London, **5**, 376-380

Schute, P., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J. A., Barton, P. J. & Brown, P.R. 2010. The Chicxulub Asteroid Impact and Mass Extinction at the Cretaceous-Paleogene Boundary. Science, **1214** (3970)

- Sohl, N.F.** 1971. North American Cretaceous biotic provinces delineated by gastropods, in Yochelson, E.I., ed. Cretaceous Biogeography: North American Paleontological Convention, Chicago, 1969. Proceedings, **9**. 1610-1638.
- Smith, J.T.** 1991. Cenozoic marine mollusks and paleogeography of the Gulf of California. The Gulf and Peninsular Province of the Californias, Memoir 47 (ed. by J.P. Dauphin and B.R.T, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa. Simoneit, 637–666.
- Stanton, T.W.** 1947. Studies of some Comanche pelecypods and gastropods: United States Geological Survey, Prof. Paper 211,256, p. 69 lam.
- Steinmann, G. & Wilckens, O.** 1908. Kreideund Tertiär fossilien aus den Magellanländern gesammelt von der schwedischen Expedition 1895–1897. Arkiv för Zoologi, K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm, **4**(6), 1– 11.
- Stolickza, F.** 1865. Eine revision des gastropoden der Gosauschichten in den Ostalpen. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe **25**(1), 223 pp.
- Valdez, G.M.** 1984. Gasterópodos del Cretácico Temprano de Cocuaro y Los Llanos, Michoacán, México: Oaxtepec, México, III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria, p. 289-295.
- Verneuil, E. & Lorière, G.** 1868. Description des fossiles du Néocomien Supérieur de Utrillas et ses environs (Province de Teruel): Matériaux Paleontologie de l' Espagne, **9**, 1-30, lms 1-3.
- Vidal-Serratos, R.** 1986. Tectónica de la región de Zihuatanejo, Guerrero, Sierra Madre del Sur: Tesis de Licenciatura. Instituto Politecnico Nacional, Ciudad de México, México, 155 pp.

Vilanova, P.J., 1859. Memoria geognóstico-agrícola s obre la província de Cas tellón, Madrid, Eusebio E. Aguado. Edición Facsímil de Librerías ParisValència, 1994.

Wenz, W. 1940. Handbuch der Paläozoologie, Gastropoda, prosobranchia : Borntraeger, Berlin, **6**, 816-831.

Wilckens, O. 1910. Die Anneliden, Bivalven und Gastropoden der antarktischen Kreideformation. Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedi-schen Südpolar-Expedition 1901–1903 unter Leitung von Dr. Otto Nordenskjold, **3**(12), 1–132.

Zamudio-Ángeles, J.D. 2005. Análisis litoestratigráfico y biogeocronológico del Cretácico en el área de Mayanalán-Tulmán, Guerrero nororiental: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, tesis de maestría, 103 pp.

Zittel, K. A 1873. Die Gastropoden der Stramberger Schichten. Palaeontographica. Suppl., **2**(3), 1-373, pls 40-52.