



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**BIVALVOS CRETÁVICOS DEL ORDEN PECTINIDA
DE LA FORMACIÓN SAN JUAN RAYA, PUEBLA:
SISTEMÁTICA Y CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS Y
BIOGEOGRÁFICAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

NATALIA LÓPEZ CARRANZA



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. SARA ALICIA QUIROZ BARROSO
2013**



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.

HOJA DE DATOS DEL JURADO

1. Datos del alumno

López

Carranza

Natalia

56 81 36 52

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

306650066

2. Datos del tutor

Dra.

Sara Alicia

Quiroz

Barroso

3. Datos del sinodal 1

Dra.

Ana Bertha

Villaseñor

Martínez

4. Datos del sinodal 2

Dr.

Juan Francisco

Sánchez

Beristain

5. Datos del sinodal 3

M. en C.

Daniel

Navarro

Santillán

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

Brian

Urbano

Alonso

7. Datos del trabajo escrito

Bivalvos cretácicos del Orden Pectinida de la Formación San Juan Raya, Puebla: sistematica y consideraciones ecológicas y biogeográficas

84 p.

2013

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias por brindarme una formación académica y profesional.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académicos (DGAPA) de la UNAM por el apoyo económico para desarrollar trabajo de campo a través de los proyectos PAPIIT-IN213710 e IN215013.

A la Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso por su asesoría, apoyo, dedicación y paciencia durante la elaboración de este trabajo.

A mis sinodales, Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez, Dr. Juan Francisco Sánchez Beristain, M. en C. Daniel Navarro Santillán y M. en C. Brian Urbano Alonso por sus revisiones, correcciones y comentarios.

Al Dr. Francisco Sour Tovar por su ayuda en el trabajo de campo y por su constante apoyo durante la realización de este trabajo.

Al M. en C. Daniel Navarro Santillán por su ayuda en el trabajo de campo y curatorial.

Al M. en C. Leonora Martín Medrano por la elaboración de moldes del material estudiado.

A la Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya, responsable de la Colección Nacional de Paleontología, por las facilidades brindadas para revisar la colección San Juan Raya del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM, así como su asesoría y donación de material bibliográfico que forma parte de la revisión de esta tesis.

A Héctor Hernández Campos por el trabajo fotográfico.

A la Lic. María del Pilar Ladrón de Guevara y Lic. Olga Gutiérrez Vallado, personal de la Coordinación de Servicios Bibliotecarios de la Facultad de Ciencias, por su ayuda en la búsqueda y adquisición de varias publicaciones citadas en este trabajo.

Al Sr. Francisco Hernández y al personal voluntario del Museo Histórico, Cultural y Paleontológico (HICUPA) de Santa Ana Teloxtoc, así como al personal del Museo Paleontológico de San Juan Raya por las facilidades que amablemente nos brindaron para la revisión del material.

ÍNDICE

RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	7
II. OBJETIVOS	7
III. ANTECEDENTES.....	8
Estudios previos en el área	8
Orden Pectinida Gray, 1854	10
Consideraciones sistemáticas.....	10
Familia Pectinidae Rafinesque, 1815.....	11
Familia Limidae Rafinesque, 1815.....	12
Hábitos de vida.....	13
Ciclo de vida y distribución geográfica.....	14
IV. ÁREA DE ESTUDIO	16
Ubicación geográfica.....	16
Marco estratigráfico	17
General.....	17
Formación San Juan Raya	19
Localidades	21
Localidad SJR 1	21
Localidad SJR 3	22
Localidad SJR 5	24
Localidad SJR 6.....	25
Localidad SJR 7	25
V. MÉTODOS.....	27
Trabajo de campo	27
Trabajo de laboratorio.....	27
VI. RESULTADOS.....	28
PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA	28
Orden Pectinida Gray, 1854.....	28
Suborden Pectinidina Gray, 1854.....	28
Superfamilia Pectinoidea Rafinesque, 1815	28
Familia Pectinidae Rafinesque, 1815.....	28
Género <i>Chlamys</i> Röding, 1798.....	28
<i>Chlamys subacuta</i> (Lamarck, 1819).....	28
Género <i>Neithea</i> Drouet, 1824	32
Subgénero <i>Neithea</i> Drouet, 1824	32
<i>Neithea (Neithea) alpina</i> (d'Orbigny, 1847).....	32
<i>Neithea (Neithea) coquandi</i> (Péron, 1877)	36
<i>Neithea (Neithea) syriaca</i> (Conrad, 1852).....	39
<i>Neithea (Neithea) atava</i> (Römer, 1839).....	42
Subgénero <i>Neithella</i> Hayami, 1965	44
<i>Neithea (Neithella) sp.</i>	44
Suborden Anomiidina Gray, 1854.....	45
Superfamilia Limoidea Rafinesque, 1815	45

Familia Limidae Rafinesque, 1815	45
Género <i>Ctenoides</i> Mörch, 1853	45
<i>Ctenoides</i> sp.	46
Género <i>Limea</i> Bronn, 1831	47
<i>Limea</i> sp.....	47
VII. DISCUSIÓN	48
Consideraciones sistemáticas	48
Consideraciones ecológicas.....	49
Consideraciones biogeográficas	54
VIII. CONCLUSIONES.....	58
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
LÁMINAS	72

RESUMEN

A partir de la revisión de 87 ejemplares de pectínidos de la Formación San Juan Raya se describen ocho especies pertenecientes al Orden Pectinida: *Chlamys subacuta* (Lamarck, 1819), *Neithea (Neithea) alpina* (d'Orbigny, 1847), *Neithea (Neithea) coquandi* (Péron, 1877), *Neithea (Neithea) syriaca* (Conrad, 1852), *Neithea (Neithea) atava* (Römer, 1839), *Neithea (Neithella) sp.*, *Ctenoides sp.* y *Limea sp.* Los ejemplares forman parte de la Colección del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias (UNAM), de la Colección del Instituto de Geología (UNAM), de los museos de sitio de las poblaciones San Juan Raya y Santa Ana Teloxtoc, y otros más fueron recolectados durante el desarrollo del presente trabajo e incorporados a la Colección de la Facultad de Ciencias. Es posible inferir los hábitos de vida de los pectínidos estudiados, los cuales formaron parte de comunidades de ambientes marinos típicas del Cretácico temprano (Aptiano) que han sido reconocidas en otras localidades a nivel mundial. Las especies determinadas de los géneros *Neithea* y *Chlamys* presentan una distribución cosmopolita correspondiente al Dominio del Tethys y sus patrones de distribución mundial durante el Cretácico concuerdan con los modelos de paleocorrientes previamente propuestos para este periodo.

I. INTRODUCCIÓN

La Formación San Juan Raya ha sido ampliamente estudiada desde el siglo XIX. Esta formación aflora en el área comprendida entre los poblados de San Juan Raya, Santa Ana Teloxtoc y San Lucas Teteletitlán, en el estado de Puebla y se caracteriza por su contenido fósil en el que destaca una abundante fauna de invertebrados como corales, gasterópodos, bivalvos, cefalópodos, braquiópodos y equinodermos. Desde las primeras publicaciones (Müllerreid, 1933; Alencáster, 1956) han sido descritas diferentes especies de bivalvos y otras más han sido estudiadas en los últimos años por el grupo de trabajo del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias en las que se resaltan aspectos sistemáticos, tafonómicos y paleoecológicos de diferentes especies (Zárate-Villanueva, 2003; Escalante-Ruíz, 2006; Mora-Almazán, 2008; Hernández-Ocaña, 2012), sin embargo, el estudio de los pectínidos no había sido abordado.

Los pectínidos son un orden de bivalvos muy diverso y abundante, ampliamente estudiado en faunas contemporáneas y con elementos importantes en las comunidades marinas poco profundas del Cretácico temprano. Debido a lo anterior, el estudio sistemático de los pectínidos de la Formación San Juan Raya permite hacer interpretaciones ecológicas y biogeográficas que contribuyen al conocimiento del registro paleontológico y de la historia geológica de nuestro país. Específicamente, esta tesis permite conocer la diversidad de especies del Orden Pectinida presentes en la Formación San Juan Raya, el ambiente en el que vivieron y las relaciones biogeográficas que tuvieron con otras faunas de la misma edad.

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Estudiar el registro de los bivalvos pertenecientes al Orden Pectinida presentes en la Formación San Juan Raya, Puebla.

Objetivos particulares:

- Ubicar estratigráficamente el material colectado.
- Realizar una revisión sistemática de los ejemplares que permita su determinación.
- Interpretar los rasgos autoecológicos y biogeográficos de los pectínidos estudiados en la Formación San Juan Raya.

III. ANTECEDENTES

Estudios previos en el área

A principios del siglo XIX, la zona de San Juan Raya fue visitada por los geólogos H. Nyst y H.G. Galeotti, quienes estudiaron por primera vez algunos de los fósiles y los asignaron al Jurásico (Nyst y Galeotti, 1840; Müllerried, 1933; Alencáster, 1956). Este material fue posteriormente revisado por d'Orbigny (1850), Desor (1858) y Coquand (1869) los cuales los relacionaron con una edad correspondiente al “Senoniano”, Jurásico y “Urgo-Aptiano” respectivamente. El término “Senoniano” equivale a los pisos Coniaciano, Santoniano, Campaniano y Maastrichtiano del Cretácico Superior (Harland *et al.*, 1989); el “Urgoniano”, inicialmente propuesto como una unidad estratigráfica (Cretácico Inferior) y posteriormente como un tipo de facies, se refiere a sistemas biosedimentarios, los cuales están representados por plataformas carbonatadas y los ambientes más importantes son los biotopos de rudistas (Bucur, 2010). Otros estudios paleontológicos fueron realizados por De Loriol (1875), Cotteau (1880), Felix (1891) y Douvillé (1900).

Uno de los estudios más importantes sobre la zona de San Juan Raya fue realizado por Aguilera durante los años 1882 y 1883, sin embargo, gran parte de sus datos sobre la estratigrafía y paleontología no fueron publicados (Calderón, 1956). No fue sino hasta 1906 que Aguilera publicó el libreto-guía de la excursión de la X Sesión del Congreso Geológico Internacional llevada a cabo en México. En esta publicación, dio a conocer aspectos estratigráficos y paleontológicos del área, así como una lista del material colectado. Debido

a que las descripciones de géneros y especies nuevas no fueron publicados, éstos permanecieron como *nomina nuda* (Alencáster, 1956).

Burckhardt (1930) realizó una síntesis de la estratigrafía y paleontología de la región de Tehuacán, en la que describió material fósil de la Formación San Juan Raya. Por su parte, Müllerreid (1933, 1934) estudió la paleontología y estratigrafía del área. Dentro de los organismos descritos se encuentran amonites, bivalvos, gasterópodos, corales y equinoides.

Calderón (1956) realizó un bosquejo geológico de la región de San Juan Raya. Este trabajo es uno de los más importantes ya que describe detalladamente todas las formaciones de la zona, incluyendo su distribución, litología, espesor, relaciones estratigráficas, contenido fósil y edad. En este mismo año, Alencáster describió cuarenta especies de moluscos: quince bivalvos y veinticinco gasterópodos para las Formaciones Zapotitlán y San Juan Raya. De todas las especies descritas en este trabajo siete fueron especies nuevas. Alencáster (1956) consideró necesario describir todo el material debido a que muchas de las descripciones originales eran incompletas o incorrectas o, en ocasiones, se encontraban en trabajos poco accesibles.

Barceló-Duarte (1978) también contribuyó al estudio de la estratigrafía y petrografía de la zona de Tehuacán. De manera similar a Calderón (1956), da una descripción de la litología, espesor, edad y propone cambios en las unidades estratigráficas. Asimismo, enlista las especies que han sido descritas para la región.

Entre los trabajos más relevantes en el estudio de bivalvos destacan los estudios monográficos de Müllerreid (1933) y de Alencáster (1956), así como los estudios taxonómicos, tafonómicos y autoecológicos de Zárate-Villanueva y Quiroz-Barroso (2002), Escalante-Ruiz y Quiroz-Barroso (2006), Mora-Almazán y Quiroz-Barroso (2006), Ortega-Hernández (2007), Quiroz-Barroso *et al.* (2008; 2010; 2011), Hernández-Ocaña y Quiroz-Barroso (2011) y Quiroz-Barroso (2011). En el caso particular de los bivalvos del Orden Pectinida, la única especie que ha sido descrita en el área es *Neithea (Neithea) atava*

(Alencáster, 1956) de la Formación Zapotitlán. Recientemente, se enlista la presencia de los géneros *Chlamys* y *Neithea* para la Formación San Juan Raya (Quiroz-Barroso, 2012), integrándolos al análisis de los bivalvos y su relación con el uso del ecoespacio desde un punto de vista evolutivo. El ecoespacio se refiere a las todas las combinaciones posibles de parámetros ecológicos (en este caso, *tiering*, movilidad y alimentación), en especial aquellos que pueden ser observados en el registro fósil (Bambach *et al.*, 2007).

Orden Pectinida Gray, 1854

Consideraciones sistemáticas

En los últimos años, la clasificación supragenérica dentro de la Clase Bivalvia ha sido muy cambiante y han surgido distintas propuestas (Amler, 1999; Neveeskaja, 2009; Bieler *et al.*, 2010; Carter *et al.*, 2011). En el presente estudio se sigue la clasificación de Carter *et al.* (2011) ya que ésta será utilizada en la revisión de los volúmenes de la Clase Bivalvia del *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part N y en ella se integran todas las fuentes de información disponibles hasta el momento (molecular, anatómica, morfológica, microestructural de la concha, biogeográfica, estratigráfica, entre otras).

Los bivalvos estudiados corresponden a las familias Pectinidae y Limidae. En clasificaciones anteriores estas familias se ubican en órdenes distintos: Pectinida y Limida respectivamente (Waller, 2006; Neveeskaja, 2009; Bouchet *et al.*, 2010). Sin embargo, en la clasificación de Carter *et al.* (2011) se agrupan a las familias Pectinidae y Limidae dentro del Orden Pectinida; el estudio de filogenia molecular con genes mitocondriales realizado por Plazzi *et al.* (2011) aporta evidencia para esta decisión ya que proponen el Orden Pectinida *sensu novo*, el cual incluye a las Superfamilias Anomioidea, Limoidea y Pectinoidea. Cabe mencionar que el Orden Pectinida, así como otros órdenes y superfamilias, sigue sometido a revisiones taxonómicas (Carter *et al.*, 2011).

Familia Pectinidae Rafinesque, 1815

Los organismos de la Familia Pectinidae se caracterizan por poseer conchas circulares o ligeramente ovaladas de tamaños variables. Aunque en algunos organismos las valvas son igualmente convexas, usualmente una valva se encuentra más inflada que la otra y generalmente, los márgenes cierran completamente. Presentan umbos centrales y, a cada lado, poseen aurículas triangulares. En la mayoría de las especies, la aurícula anterior de la valva derecha es más alargada y usualmente tiene una muesca bisal e indentaciones en la parte inferior; a estas indentaciones se les conoce como ctenolium (Hertlein, 1969). La superficie externa de la concha puede ser lisa o con líneas o laminillas de crecimiento concéntricas y costillas radiales o pliegues. De igual manera, el interior puede ser liso o con costillas radiales finas. La charnela forma una línea recta y el ligamento externo se encuentra totalmente o casi reducido. El resilium es interno, anfidético (*i.e.* se extiende a ambos lados del umbo) y se sitúa en fosas triangulares (resilifer) debajo de los umbos. En formas juveniles se encuentran pequeños dientes taxodontos; posteriormente éstos se vuelven obsoletos. Comúnmente están presentes crura cardinales y, en las conchas unidas por las aurículas, también están presentes crura auriculares. Los adultos se caracterizan por ser monomiarios, ya que presentan únicamente el músculo aductor posterior (Hertlein, 1969) (Fig. 1).

Una de las características más importantes de la Familia Pectinidae para estudios paleontológicos son sus conchas de composición principalmente calcítica. Las conchas de composición calcítica son menos propensas a la disolución, a diferencia de los elementos aragoníticos, y presentan una mayor durabilidad (Quiroz-Barroso y Perrilliat, 1989). La aragonita tiende a recristalizarse dando origen a moldes. Debido a lo anterior, los organismos con conchas calcíticas son elementos comunes en asociaciones de invertebrados en depósitos marinos (Aguirre *et al.*, 1996).

Actualmente esta familia se encuentra representada por al menos 350 especies (Hertlein, 1969) que habitan en un intervalo amplio de ambientes marinos. Esto

hace que su distribución sea mundial y se encuentren en ambientes desde el intermareal hasta profundidades de 7, 000 metros (Alejandrino *et al.*, 2011).

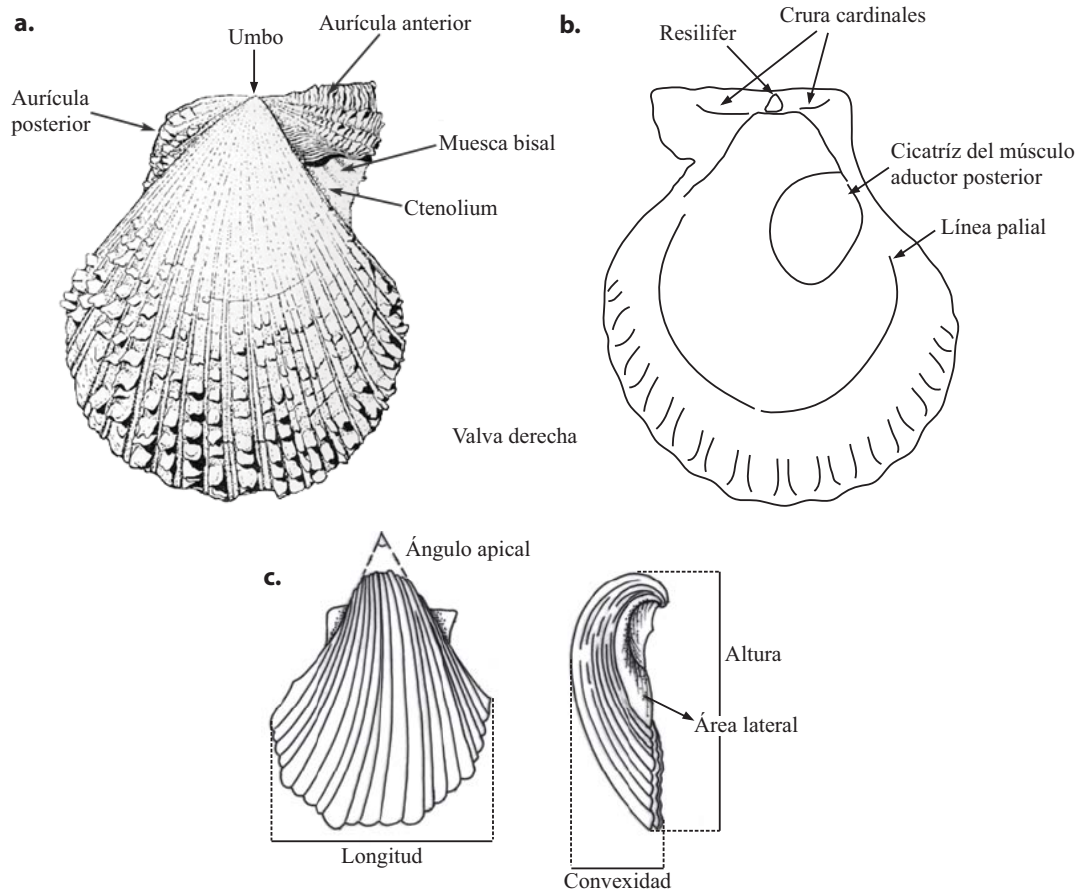


Fig. 1. Morfología y medidas de la concha de un pectínido.- a. morfología externa.- b. morfología interna.- c. medidas (a. tomado de la página web del Natural Museum Wales (NMW) [2013]; b. modificado de Hayami [1984]; c. modificado de Hessel y Maia [2006]).

Existen varios miles de especies que han sido descritas en el registro fósil (Hertlein, 1969) y su alcance estratigráfico abarca del Triásico inferior al Reciente (Waller, 2006).

Familia Limidae Rafinesque, 1815

Los organismos de la Familia Limidae presentan conchas equivalvas, aovadas, orbiculares o subtrigonales, comúnmente más altas que largas. Muchas formas se extienden oblicuamente en dirección anteroventral (Cox y Hertlein, 1969). Generalmente presentan dos aurículas, sin embargo, la aurícula anterior puede estar reducida o ausente. Usualmente,

la aurícula posterior es obtusa y no se encuentra diferenciada del cuerpo de la concha. El área cardinal es triangular así como el surco del ligamento, que es poco profundo y se encuentra presente en ambas valvas (Cox y Hertlein, 1969). La abertura bisal anterior puede encontrarse cerca o bien separada del margen de la charnela. La charnela puede presentar dientes pequeños de tipo taxodonto o carecer de ellos. La superficie de la concha puede ser lisa o con ornamentación radial. El ostraco presenta una capa exterior calcítica y capas medias e internas aragoníticas (Cox y Hertlein, 1969). Estos organismos son monomiaris ya que poseen un solo músculo aductor. Su alcance estratigráfico va del Cretácico Superior al Reciente (Allen, 2004).

Hábitos de vida

Los géneros de la Familia Pectinidae exhiben una amplia variedad de hábitos de vida. Barucca *et al.* (2004), de una manera simplificada, reconocen tres formas de vida: nadadoras, bisadas y cementadas. Por otra parte, Alejandrino *et al.* (2011) ofrecen una clasificación más detallada dividiendo los hábitos de vida en seis categorías basadas en los métodos y permanencia de la fijación al sustrato, habilidad locomotora y relación espacial con el sustrato:

- Formas anidadas- Se fijan por medio del biso a corales. El coral crece alrededor de la concha, conteniendo al organismo permanentemente.
- Formas cementadas- Se fijan permanentemente a un sustrato duro por medio de la secreción de nueva concha.
- Formas bisadas- Se fijan temporalmente al sustrato por medio del biso; pueden liberarse y reorientarse.
- Formas excavadoras- Excavan cavidades en sedimento blando; puede ser total o parcial.
- Formas libres- Descansan sobre sedimento blando o sustrato duro.
- Formas nadadoras- Son capaces de nadar más de cinco metros. Incluye la fase de natación y un componente de deslizamiento.

Todas las especies actuales de la Familia Limidae habitan medios marinos y, en general, se consideran como formas bisadas (Alejandrino *et al.*, 2011). La mayoría son formas epibisadas libres y en ocasiones pueden formar nidos con los filamentos del biso (Cox y Hertlein, 1969); algunas especies son rupícolas y otras son capaces de nadar (Mikkelsen y Bieler, 2003).

Ciclo de vida y distribución geográfica

La mayoría de los estudios enfocados al ciclo de vida de los pectínidos han sido realizados en especies de importancia comercial y económica. Éstas, por lo general, habitan en mares someros tropicales y templados y exhiben un desarrollo planctotrófico. No obstante, existen especies lecitotróficas, principalmente en mares profundos (Cragg, 2006). En el desarrollo planctotrófico, el bivalvo pasa por un estado larvario nadador de vida planctónica; la larva se alimenta de fitoplancton y posteriormente lleva a cabo la metamorfosis. Por otra parte, en el desarrollo lecitotrófico el embrión obtiene los nutrientes necesarios de la yema del huevo, sin necesitar alimentarse de fitoplancton, para posteriormente llevarse a cabo la metamorfosis (Checa y Domènech, 2009). A pesar de que existen los dos tipos de desarrollo, el planctotrófico es el más común y es el que se describe a continuación.

Una vez alcanzada la madurez sexual, los gametos son liberados al mar, donde ocurre la fertilización. Los ovocitos expulsados son diploides por lo que se tiene que llevar a cabo el proceso de meiosis; es durante la metafase I que ocurre la penetración espermática. Una vez ocurrida la fertilización comienza la segmentación, ésta es en espiral y completa. Posteriormente se forma la estereoblástula, típica en bivalvos. La gastrulación se lleva a cabo por el proceso de epibolia e invaginación y la gástrula se desarrolla para formar una larva trocófora (Cragg, 2006). Una vez que la larva trocófora desarrolla el velo, pasa al estadio de larva véliger, aproximadamente 17 a 48 horas después de la fecundación. Durante este estadio (prodisoconcha I), empieza la formación de la concha inicial. Ésta es secretada por la glándula conchífera. La concha se divide en dos valvas que van cubriendo las partes blandas. Posteriormente la segregación de la concha se realiza por el manto. Las valvas adquieren la apariencia de “D”, no cuentan con dientes charnelares ni líneas de

crecimiento. En la fase de prodisoconcha II, las valvas encierran en su totalidad al cuerpo blando. En esta fase aparecen líneas de crecimiento y se pierde esa forma de “D”; se desarrollan los umbos, el ligamento y los primeros dientes charnelares. El velo aumenta de tamaño y se diferencian los órganos. A la concha larvaria se le conoce como prodisoconcha (I y II). Posteriormente, la larva se asienta y ocurre la metamorfosis, iniciando la formación de la concha postlarvaria (disoconcha). Cabe mencionar que en organismos con desarrollo lecitotrófico, la prosodisoconcha II no está bien definida o está ausente (Cox, 1969).

Las especies más grandes, con alturas de 160-170 mm, generalmente viven vidas largas de 18 a 23 años. Estas especies usualmente son características de aguas profundas (100-200 m) y someras (50-60 m). Las especies restringidas a ambientes costeros someros tienen vidas de 2 a 8 años y tamaños menores (MacDonald *et al.*, 2006)

La distribución geográfica de los organismos del Orden Pectinida es mundial. Sin embargo, existen ciertos factores que pueden determinar su distribución, como la temperatura, profundidad, tipo de sustrato, disponibilidad de alimento, corrientes, turbidez, y presencia de competidores y depredadores, así como el tipo de larva.

Los efectos ecológicos de la profundidad se encuentran asociados con cambios térmicos y disponibilidad de alimento. Si una especie está restringida por la temperatura del agua, esto la restringirá, a su vez, a una profundidad determinada (Brand, 2006).

Generalmente, las áreas con corrientes fuertes proveen condiciones favorables para organismos bentónicos filtradores; sin embargo, el asentamiento de las larvas y el anclaje por medio del biso se ven limitados en aguas con grandes velocidades de corriente. De acuerdo a los hábitos de vida, las especies se distribuirán dependiendo del tipo de sustrato. A pesar de que existen especies que habitan en ambientes turbios, la turbidez es un factor importante que limita la distribución de adultos y larvas. Este factor, aunado a corrientes de baja velocidad, permiten que se depositen partículas de sedimento y detrito orgánico. La oxidación de este material orgánico puede crear una falta de oxígeno disuelto. Por otra parte, las áreas de gran depredación limitan la distribución de los pectínidos (Brand, 2006).

IV. ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación geográfica

La Formación San Juan Raya se ubica al sur del estado de Puebla, aproximadamente a 43.5 km al suroeste de la ciudad de Tehuacán. El área de estudio se encuentra situada entre los 18° 19' y 18° 22' latitud N y los 97° 33' y 97° 36' longitud W (Fig. 2). Su localización corresponde a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a la Subprovincia de la Meseta de Oaxaca (Barceló- Duarte, 1978).

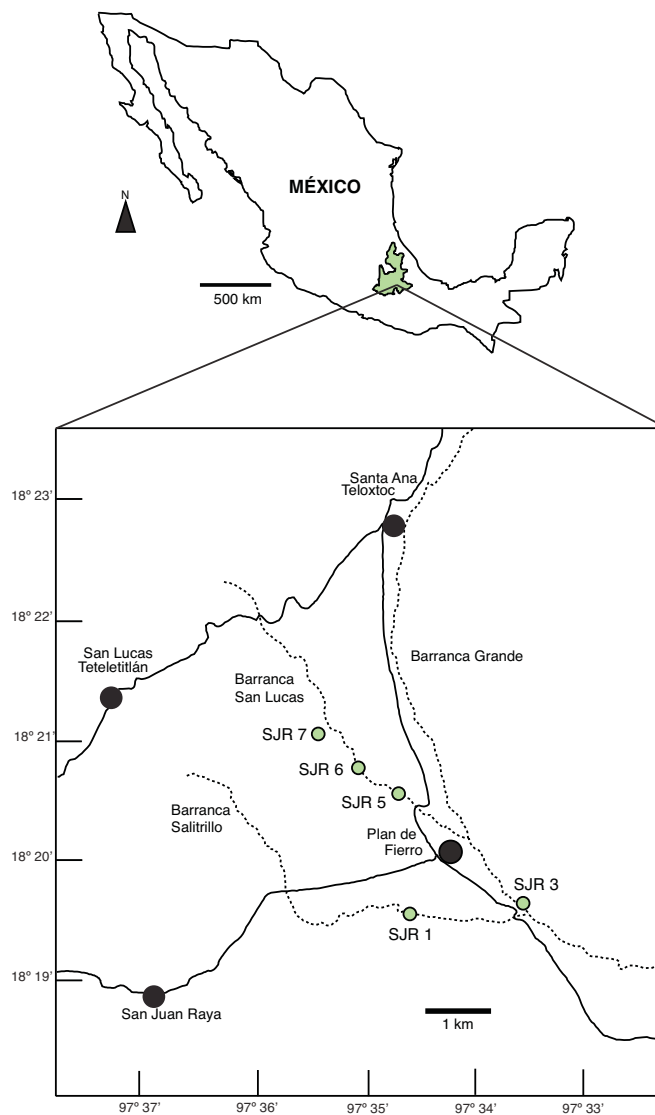


Fig. 2. Localización geográfica del área de estudio en el que se señala la ubicación de las localidades (SJR) (basado en la carta topográfica Tehuacán E14B75 del INEGI).

Marco estratigráfico

General

El Cretácico de la zona se encuentra representado en distintas formaciones. Esto ha sido material de discusión ya que se han realizado distintas propuestas sobre la estratigrafía general del área. Calderón (1956) menciona que para el Cretácico se tienen cuatro formaciones: la Formación Zapotitlán, San Juan Raya y Miahuatepec para el Cretácico Inferior y la Formación Cipiapa para el Cretácico “medio”. La Formación Zapotitlán y la Formación San Juan Raya corresponden al Barremiano y al Aptiano respectivamente; la Formación Miahuatepec la correlaciona con la Formación San Juan Raya, asignándola, de igual manera, al Aptiano; la Formación Cipiapa la considera del Albiano superior-Cenomaniano.

Por otra parte, Barceló- Duarte (1978) propone el cambio de rango estratigráfico de los miembros Agua del Burro y Agua del Cordero de la Formación Zapotitlán a formaciones. De tal manera que la Formación San Juan Raya sobreyace a las Formaciones Agua del Burro, Agua del Cordero y Zapotitlán.

Una propuesta más reciente es la de Mendoza-Rosales (2010). En ésta, mantiene en el rango de formación a la Formación Agua del Cordero y considera al Miembro Agua del Burro como perteneciente a la Formación San Juan Raya. A su vez, propone dos nuevas formaciones, la Formación La Compañía y la Formación Caltepec. Cabe mencionar que éstas no han sido descritas formalmente. Una relación de las distintas propuestas se encuentra en la Figura 3.

La Formación Zapotitlán (Barremiano) fue definida por Aguilera en 1906. Su litología consiste en una secuencia de arenisca, lutita y marga (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980). Su espesor es variable, sin embargo, se estima en unos 1, 287 metros (Calderón, 1956). Descansa discordantemente sobre la Formación Mapache del Jurásico Superior (Buitrón y Barceló- Duarte, 1980).

SIST.	SERIE	PISO	CALDERÓN (1956)	BUITRÓN Y BARCELÓ (1980)	MENDOZA-ROSALES (2010)
CRETÁCICO	SUPERIOR	Maastrichtiano			
		Campaniano			
		Santoniano			
		Coniaciano			
		Turoniano			
	INFERIOR	Cenomaniano	Fm. Cipiapa	Fm. Cipiapa	Fm. Cipiapa
		Albiano			
		Aptiano	Fm. San Juan Raya Fm. Miahuatepec	Fm. San Juan Raya Fm. Miahuatepec	Fm. San Juan Raya Fm. Miahuatepec
		Barremiano	Fm. Zapotitlán	Fm. Agua del Cordero Fm. Agua del Burro	Fm. Agua del Cordero M.A del B. Fm. Zapotitlán
		Hauteriviano			Fm. La Compañía
		Valanginiano			
		Berriasiano			
					Caliza Coyotepec

Fig. 3. Cuadro comparativo de las distintas propuestas sobre la estratigrafía general de la región de Tehuacán (modificado de Mendoza-Rosales (2010)).

Como se mencionó anteriormente, tanto la Formación Agua del Cordero como Agua del Burro fueron descritas por Calderón (1956) como miembros de la Formación Zapotitlán y elevadas al rango de formación por Barceló-Duarte (1978). La litología de la Formación Agua del Cordero consiste en una intercalación de conglomerado y arenisca mientras que la Formación Agua del Burro consiste en caliza de color gris con intercalaciones de arenisca calcárea con vetillas de calcita y lutita (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980). Se estima que su espesor es mayor a los 1,000 metros y se le ha asignado una edad del Barremiano tardío- Aptiano temprano (Mendoza-Rosales, 2010). Según Barceló-Duarte (1978) la Formación Agua del Burro descansa concordantemente sobre la Formación Zapotitlán y subyace concordantemente a la Formación San Juan Raya. Ésta presenta un espesor de 200 metros y se le ha asignado una edad del Barremiano. Mendoza-Rosales (2010) considera a la Formación Agua del Burro como Miembro Inferior de la Formación San Juan Raya debido a su similitud en cuanto a la litología, estructuras sedimentarias y contenido fósil.

La Formación Miahuatepec fue propuesta por Calderón (1956) y describió su litología como una alternancia de caliza y bandas de pedernal negro. Hacia la parte superior, el pedernal únicamente se encuentra en forma de nódulos y se encuentran interestratificaciones de margas. Esta formación sobreyace concordantemente a la Formación Zapotitlán y representa un cambio de facies de la Formación San Juan Raya (Barceló, 1978). Su espesor es de aproximadamente 900 metros (Calderón, 1956).

Formación San Juan Raya

La Formación San Juan Raya fue nombrada por Aguilera en 1906 y enmendada por Calderón (1956). Este último define su litología como lutita calcárea, micacífera de color gris verdosa que intemperiza a verde amarillento con intercalaciones de arenisca calcárea bien cementada de color gris y de grano fino a medio en bancos de 3 a 20 centímetros. Se presentan en ocasiones lentes de hasta 5 metros de diámetro por 25 centímetros de espesor de coquinas de ostreidos. Los estratos de lutita tienen un espesor aproximado de 2 a 30 centímetros, mientras que el espesor de los bancos de arenisca puede ser de 3 a 20 centímetros (Barceló-Duarte, 1978).

El espesor de la Formación San Juan Raya no se encuentra bien definido ya que la medición se complica debido al plegamiento, fallamiento, erosión y al hecho de que se encuentra cubierta discordantemente por la Formación Cipiapa. Calderón (1956) estimó un espesor de 1, 250 metros desde el contacto con el Miembro Agua del Burro hasta el contacto con la Formación Cipiapa. Por su parte, Barceló-Duarte (1978) y Buitrón y Barceló-Duarte (1980) estimaron un espesor total de 800 metros y Mendoza-Rosales (2010) considera que el espesor puede encontrarse por arriba de los 1, 200 metros.

La Formación San Juan Raya se interdigita con las Formaciones Agua del Cordero y Miahuatepec, subyace discordantemente a la Formación Cipiapa y sobreyace concordantemente a la Formación Zapotitlán. Si consideramos a la estratigrafía del área de acuerdo a Barceló-Duarte (1978), la Formación San Juan Raya también descansa concordantemente sobre la Formación Agua del Burro.

Se le ha asignado una edad correspondiente al Aptiano (Calderón, 1956; Buitrón y Barceló-Duarte, 1980). Mendoza-Rosales (2010) por su parte, considera que las rocas pueden extenderse desde el Barremiano superior con base en su posición estratigráfica y cambios de facies. En espera de su publicación formal, en este trabajo se sigue la propuesta de Buitrón y Barceló-Duarte (1980).

La Formación San Juan Raya es conocida por ser la más fosilífera de la región. Algunos de los grupos que se encuentran representados son moluscos (especialmente gasterópodos y bivalvos), equinodermos, corales, esponjas, briozoarios, braquiópodos y foraminíferos (Müllerreid, 1933; Alencáster, 1956; Calderón, 1956; Reyeros, 1963; Buitrón, 1970; González-Arreola, 1974; Buitrón y Barceló-Duarte, 1980; Hernández-Láscares y Galván-Mendoza, 1990; Zárata- Villanueva, 2003; Escalante-Ruiz, 2006; Navarro-Santillán, 2006; Ortega- Hernández, 2007; Mora- Almazán, 2008; Hernández-Ocaña, 2012). También se registra la presencia de madera fósil (Müllerreid, 1933), icnofósiles de gusanos (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980) y dinosauricnitas de ornitópodos, terópodos y saurópodos (Rodríguez de la Rosa *et al.*, 2012).

Con respecto al ambiente de depósito se ha sugerido que se trata de un ambiente de depósito de plataforma: Calderón (1956) sugiere que la presencia de lutita con intercalaciones de bancos delgados de arenisca calcárea, y lentes de coquinas de ostreidos, indican condiciones costeras; Alencáster (1956) considera que la región fue un área cubierta por aguas templadas poco profundas próximas a la costa. Con base en el estudio de trigonias, Escalante- Ruiz y Quiroz- Barroso (2006) infieren que se trata de un ambiente con energía moderada, de aguas someras, claras y bien oxigenadas. A partir de la presencia de bivalvos perforadores de madera, dinosauricnitas, ondulitas y palinomorfos asociados a una vegetación continental, se ha sugerido una sucesión marino-marginal a través del tiempo y del espacio en un ambiente de plataforma que estuvo cubierto parcialmente por aguas cálidas y poco profundas, que se extendían desde la zona de playa hasta más allá de las barreras naturales constituidas por paredes arrecifales (Quiroz- Barroso *et al.*, 2011).

Localidades

Tres de los ejemplares estudiados provienen de las localidades 775 y 953 registradas en la colección del Instituto de Geología de la UNAM (IGM) y uno más proviene del museo de sitio de Santa Ana Teloxtoc (HICUPA), Puebla. El material estudiado que se encuentra depositado en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, UNAM proviene de las localidades SJR 1, SJR 3, SJR 5, SJR 6 y SJR 7. Los números asignados a las localidades y las descripciones de las mismas corresponden al registro existente en el Museo de Paleontología. Los nombres de las barrancas se mencionan de acuerdo a la carta topográfica Tehuacán E14B75 (Puebla y Oaxaca), escala 1:50,000, del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Cabe mencionar que los estratos señalados indican la procedencia del material estudiado, sin embargo, no se puede asegurar que son las únicas capas que contienen organismos del Orden Pectinida.

Localidad SJR 1

Se encuentra en la Barranca Salitrillo, ubicada geográficamente en las coordenadas 18° 19.517' N y 97° 34.594' W (Fig. 2). En esta localidad aflora una sucesión de aproximadamente 63.32 metros de espesor que inicia con 60 centímetros de lutita con dinosauricnitas de terópodos. Por encima de ésta, se presentan 3.2 metros de arenisca de color gris con impresiones de fragmentos vegetales y restos de gasterópodos, bivalvos y corales que intemperizan a un tono ocre. Sobreyaciendo estas capas se presentan 26 metros de lutita y arenisca intercaladas; algunos de estos estratos presentan ostras, ya sean aisladas o formando capas y parches de un espesor no mayor a 20 centímetros; hacia la parte superior se observa un banco de rudistas de 1.3 metros recubierto parcialmente por corales y ostras, seguido por 12.2 metros de lutita no fosilífera. Los últimos 20 metros consisten en una lutita gris clara con capas de arenisca intercaladas; hacia la cima se encuentran estratos delgados de lutita calcárea con conchas aisladas de ostras, pectínidos y numerosos microgasterópodos (Fig. 4).

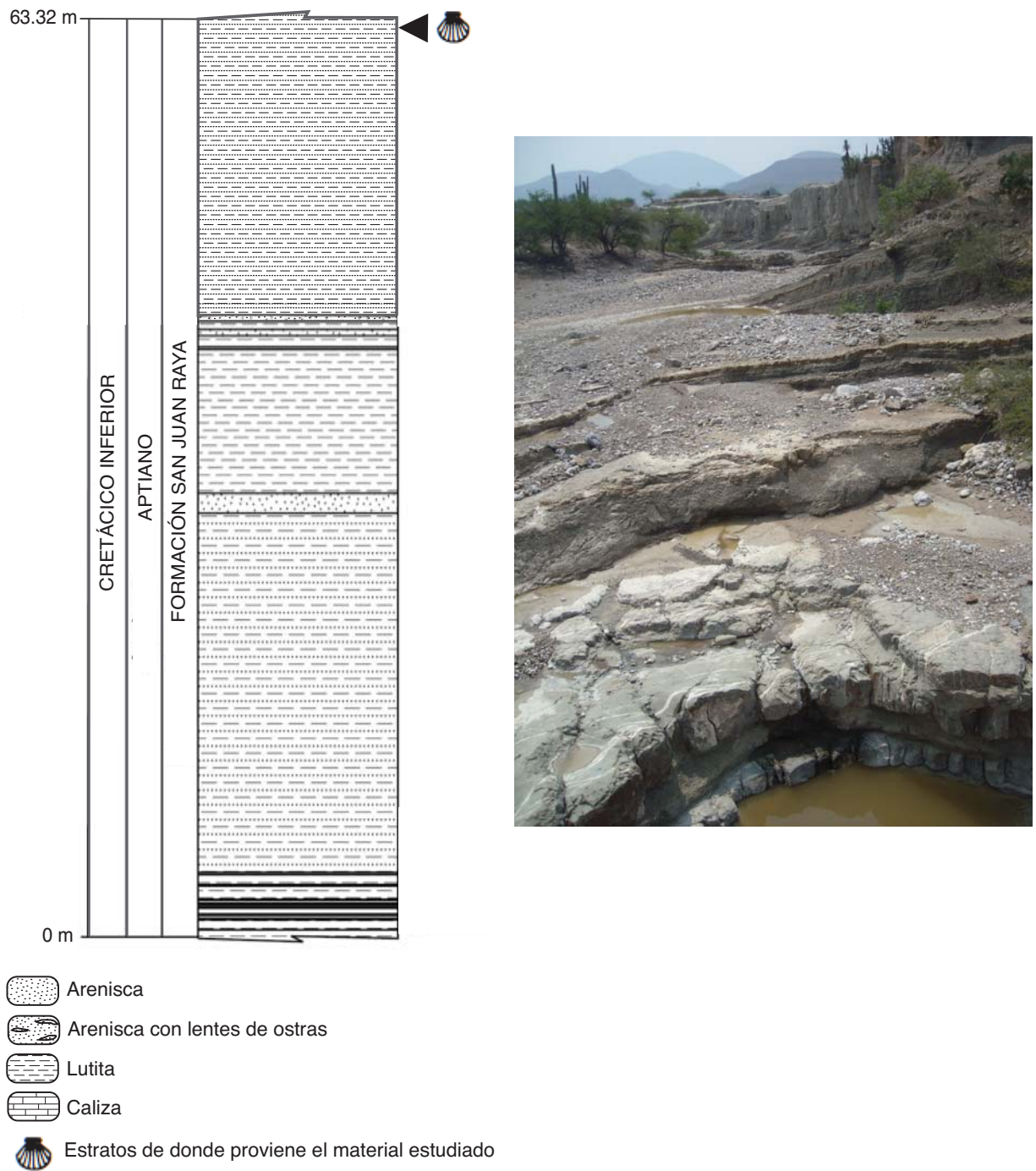


Fig. 4. Columna estratigráfica, leyenda (izq.) y fotografía (der.) de la localidad SJR 1. Columna modificada de Hernández-Ocaña (2012).

Localidad SJR 3

Se encuentra localizada en la Barranca Grande, a partir del contacto de la Formación San Juan Raya con la Formación Agua de Burro (en el sentido de Barceló, 1978). Se ubica

geográficamente en las coordenadas 18°19.57' N y 97° 33.62' W (Fig. 2). En esta localidad aflora una sucesión de 45 metros que en su base presenta 2.70 metros de arenisca color café claro no fosilífera, seguida de una arenisca de 80 centímetros de espesor con intercalaciones de lutita gris. Sobreyaciéndola se presenta un bioherma de rudistas de aproximadamente 6 metros; la abundancia de rudistas va decreciendo hacia el techo. Por encima se observan capas de lutita y arenisca calcárea intercaladas, ambas fosilíferas; las primeras presentan icnofósiles de tipo *Talassinoides*. Arriba de estas capas se presenta un banco de rudistas y ostras con gasterópodos asociados. Posteriormente se encuentran estratos de caliza gris oscura con espesor de 1.60 a 2.60 metros con gran cantidad de rudistas y escasos bivalvos del género *Cardium*. La sucesión termina con capas de arenisca y lutita intercaladas. Los pectínidos se recolectaron en la capas de lutita que subyacen y suprayacen al bioherma de rudistas (Fig. 5).

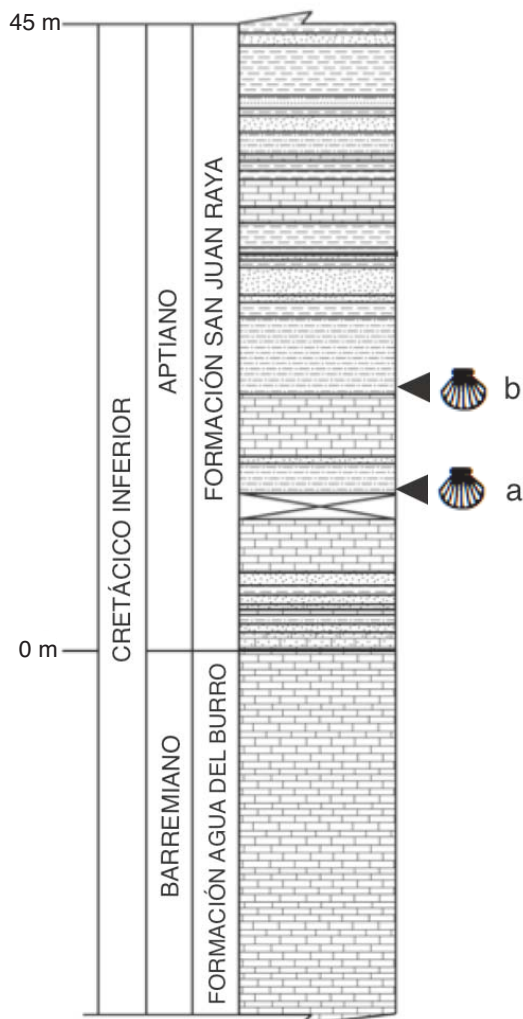


Fig. 5. Columna estratigráfica (izq.) y fotografía (der.) de la localidad SJR 3. Las letras *a* y *b* representan los niveles de los cuales proviene el material estudiado. Columna modificada de Hernández-Ocaña (2012).

Localidad SJR 5

Se ubica en la Barranca San Lucas, en las coordenadas geográficas 18° 20.48' N y 97° 34.60' W (Fig. 2). Aflora una sucesión de 80.6 metros de espesor compuesta de intercalaciones de lutita gris y capas delgadas de arenisca color crema de un espesor de 10 a 11 centímetros. En la base se encuentra un banco de ostras con conchas completas de otros bivalvos como *Pterotrigonia*, e icnofósiles cubierto por una alternancia de 24.6 metros de lutita y arenisca; en la parte media se presentan capas de arenisca fosilífera y en las capas de lutita que la subyacen y suprayacen (a y b) se presentan pectínidos. Por encima se presentan 47 metros de capas delgadas de arenisca con intercalaciones de lutita; el contenido fosilífero es escaso, encontrándose pequeños lentes aislados de ostras. Los últimos 9 metros consisten en arenisca gris a verde con lentes aislados de ostras, lutita con pectínidos (c) y una capa de arenisca con pavimentos de bivalvos de diferentes especies (Fig. 6).

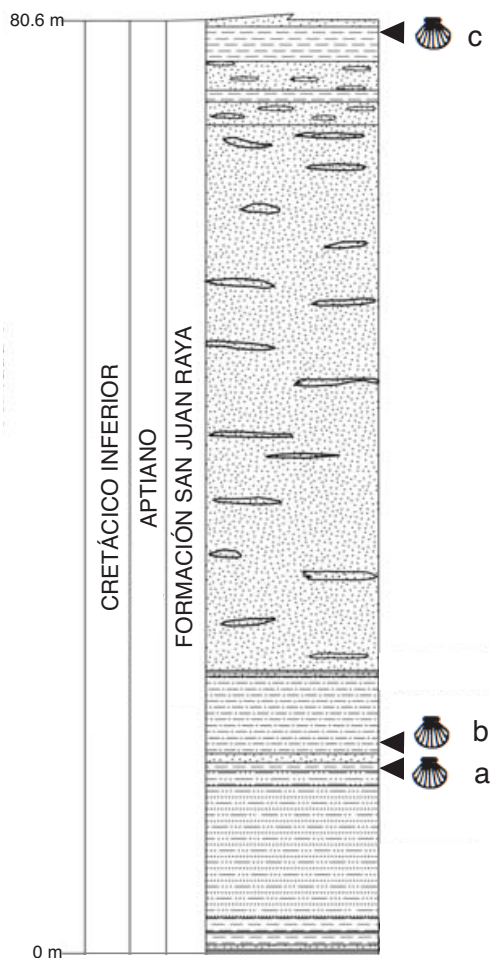


Fig. 6. Columna estratigráfica (izq.) y fotografía (der.) de la localidad SJR 5. Las letras *a*, *b* y *c* representan los niveles de los cuales proviene el material estudiado. Columna estratigráfica modificada de Hernández-Ocaña (2012).

Localidad SJR 6

Esta localidad se sitúa en la Barranca San Lucas en las coordenadas geográficas 18° 20.762' N y 97° 35.086' W (Fig. 2). La litología de esta localidad consiste en dos estratos de arenisca color café claro de aproximadamente 30 centímetros de espesor cada uno separados por lutita de color gris. Los estratos de arenisca presentan parches de arrecife de coral escasamente perforados por *Lithophaga*. Los corales se encuentran permineralizados, recristalizados y cubiertos por algunos serpúlidos; escasos bivalvos (algunos pectínidos), radiolas de equinoideos y algunos corales solitarios, todos ellos alterados por permineralización e intemperismo, lo que les da un tono ligeramente anaranjado (Fig. 7).

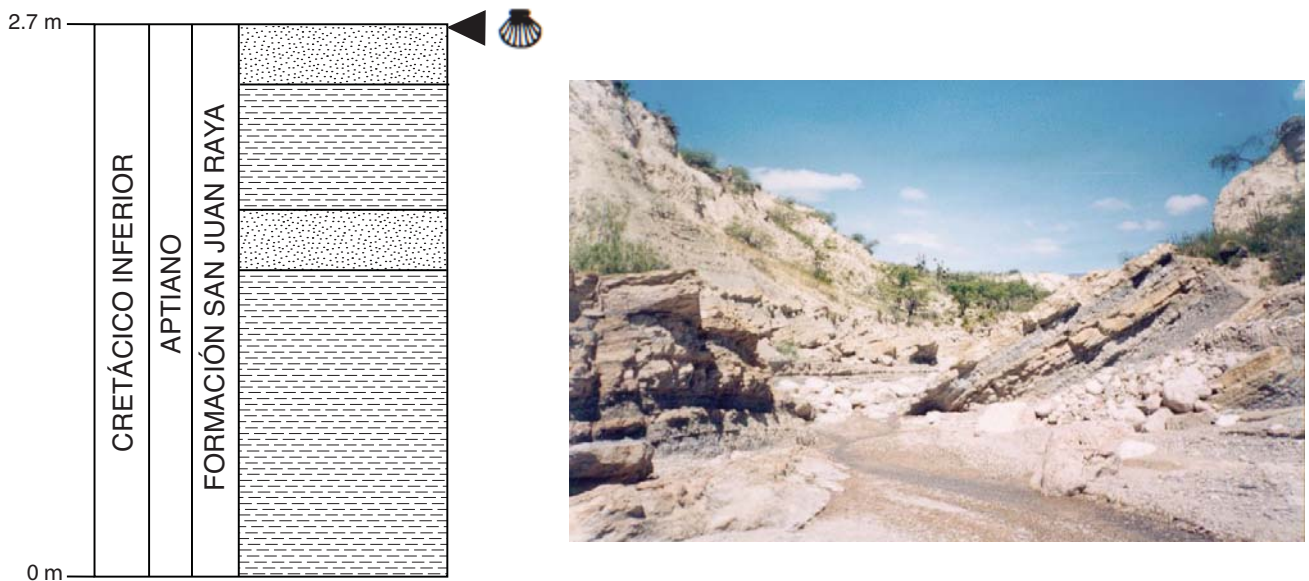


Fig. 7. Columna estratigráfica (izq.) y fotografía (der.) de la localidad SJR 6.

Localidad SJR 7

Esta localidad se encuentra ubicada en la ladera que forma parte de las paredes de la Barranca San Lucas y se localiza en las coordenadas 18° 21.184' N y 97° 35.394' W (Fig. 2). En la localidad aflora una sucesión de 92.52 metros que consiste en una alternancia de capas de arenisca color café claro con capas de lutita de color gris escasamente fosilífera (se presentan algunos ejemplares de pectínidos). En uno de los estratos de arenisca calcárea se presenta un banco de ostreidos de la especie *Ostrea alicula* (Hamlin, 1884), con algunos

ejemplares completos y permineralizados. Asociados a este banco se encuentran varios ejemplares sueltos de corales, algunos fragmentados, desgastados, erosionados y recristalizados, con perforaciones del bivalvo *Lithophaga*, así como radiolas de equinoideos rotas, desarticuladas, desgastadas, algunas deformadas por compresión y permineralizadas. Existen también organismos epibiontes sobre el coral y sobre los ostreidos, como serpúlidos y briozoarios. La arenisca está cubierta por una capa de lutita gris clara y sobreyaciendo a ésta se presenta una arenisca color café claro con valvas articuladas de *Isognomon lamberti* (Müllerried, 1934) y radiolas aisladas de equinoideos. Por encima se presenta una lutita gris intercalada con capas delgadas de arenisca calcárea de color crema con escasos corales solitarios y radiolas de equinoideos. Los pectínidos que se encontraron provienen de la lutita que subyace al banco de ostreidos (Fig. 8).

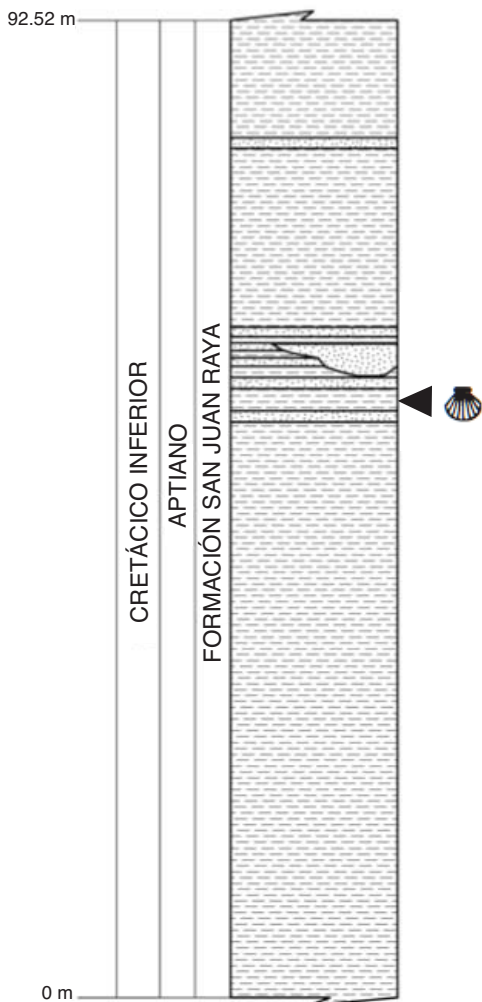


Fig. 8. Columna estratigráfica (izq.) y fotografía (der.) de la localidad SJR 7. Columna estratigráfica modificada de Zárate-Villanueva (2003) y Hernández-Ocaña (2012).

V. MÉTODOS

Trabajo de campo

Para llevar a cabo este proyecto se realizaron dos salidas a campo. En la primera salida se recolectó material y se visitaron las localidades de donde procede el material previamente recolectado y depositado en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Se visitaron las localidades ubicadas en Barranca Grande y Barranca San Lucas. Con ayuda de un GPS (Garmin GPS 12, precisión: ± 15 m) se obtuvieron las coordenadas para estas localidades. En la segunda salida se corroboraron las coordenadas para las localidades de la Barranca San Lucas.

Durante estas salidas se visitó el Museo Comunitario Paleontológico de San Juan Raya así como el Museo Comunitario Histórico Cultural Paleontológico de Santa Ana Teloxtoc. Se revisó el material existente en ellos y se compararon los ejemplares de pectínidos con el material previamente recolectado.

Trabajo de laboratorio

Se realizó una revisión bibliográfica para el análisis de la sistemática, ecología y biogeografía de las especies descritas. Para la parte sistemática se utilizaron las bases de datos Paleobiology Database (paleodb.org), GeoRef (www.agiweb.org/georef) y UNIPALEO (unipaleo.unam.mx); para el análisis ecológico y biogeográfico, se emplearon GeoRef, GEOMEX (bcct.unam.mx/web/geomex.htm) y Paleobiology Database. A su vez, se llevó a cabo la limpieza de algunos de los ejemplares. En general, la limpieza se realizó usando una aguja de disección y agua corriente para suavizar el sedimento. En algunos casos se utilizó un limpiador ultrasónico marca Branson modelo 2510R-MTH.

Se visitó la Colección Nacional de Paleontología, Museo Ma. Carmen Perrilliat M. del Instituto de Geología de la UNAM para revisar el material de la Formación San Juan Raya ahí depositado. Posteriormente, se revisó en esta misma colección el material estudiado por Böse (1910).

Finalmente, se realizó el fotografiado y la descripción de los ejemplares. En el caso de los ejemplares del género *Neithea* se realizaron moldes de la superficie externa, los cuales se cortaron longitudinalmente para comparar su relieve, específicamente costillas primarias e interespacios.

VI. RESULTADOS

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Para realizar la paleontología sistemática se utilizó la clasificación supragenérica de Carter *et al.* (2011). En el caso de los géneros *Chlamys* y *Neithea*, la clasificación se basó en Dhondt (1973a) y Dhondt (1973b) respectivamente. Para los géneros *Ctenoides* y *Limea* se usó la clasificación de Cox y Hertlein (1969). El material descrito se encuentra depositado en la Colección San Juan Raya (F1) o con el número de entrada (FCMP) en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCMP); la Colección Nacional de Paleontología, Museo Ma. Carmen Perrilliat M. del Instituto de Geología de la UNAM (IGM); y el Museo Comunitario Histórico Cultural Paleontológico (HICUPA) de Santa Ana Teloxtoc, Puebla.

Orden Pectinida Gray, 1854
Suborden Pectinidina Gray, 1854
Superfamilia Pectinoidea Rafinesque, 1815
Familia Pectinidae Rafinesque, 1815
Género *Chlamys* Röding, 1798

Especie tipo. *Pecten islandicus* Müller, 1776, por designación subsecuente de Herrmannsen, 1847. Reciente del Atlántico norte.

***Chlamys subacuta* (Lamarck, 1819)**
Lám. I, figs. 1-6

Pecten subacutus Lamarck, 1819, p. 181, n° 11; d'Origny, 1847, p. 605-606, lám. 435, figs. 5-10; Geinitz, 1872, p. 195, lám. 44, fig. 5.

Pecten acuminatus Geinitz, 1842, p. 84, lám. 21, fig. 6; Reuss, 1845, p. 29, lám. 39,

figs. 20, 21; d'Archiac, 1847, p. 309-310, lám. 16, figs. 3 a, b; Geinitz, 1872, p. 194- 195, lám. 43, fig. 16, lám. 44, fig. 1; Fritsch, 1883, p. 116, figs. 89 a-d; Fritsch, 1911, p. 44, fig. 201.

Pecten (Chlamys) subacutus Lamarck. Woods, 1902, p. 169-170, lám. 31, figs. 7 a, b, 8 a-c, 9; Dacqué, 1939, p. 49.

Pecten (Chlamys) acuminatus Geinitz. Haentzschel, 1933, p. 126-127; Dacqué, 1939, p. 50, lám. 2, fig. 1; Prescher, 1953, p. 253.

Pecten (Chlamys) cf. *acuminatus* Geinitz. Dacqué, 1939, p. 50.

Chlamys sp. cf. *C. subacuta* Lamarck. Hayami, 1965, p. 312, lám. 45, fig. 1.

Chlamys ? subacuta (Lamarck). Dhondt, 1973a, p. 28-34, lám. 4, figs. a-e.

Una revisión desglosada de las sinonimias de *Chlamys subacuta* (Lamarck, 1819) se encuentra en Dhondt (1973a), principalmente para especies europeas.

Diagnosis. Ejemplares de valvas aplanadas, cubiertas por 19 a 28 costillas bien desarrolladas e indivisas que desarrollan espinas o escamas en la parte superior, particularmente en la valva izquierda. Aurículas bien desarrolladas, la anterior en valva derecha cubierta por líneas de crecimiento paralelas al seno bisal, las otras con ornamentación radial más pronunciada, pueden presentar espínulas. Concha cubierta por líneas de crecimiento concéntricas (enmendada por Dhondt, 1973a).

Descripción. Ejemplares de talla pequeña a mediana. Valvas aplanadas. Margen ventral redondeado y sinuoso. Ornamentación de 14 a 19 costillas radiales e indivisas. Número de costillas menor al esperado debido a fragmentación de áreas laterales. Costillas desarrollan escamas, éstas son más prominentes de la parte media hacia el margen ventral. Concha cubierta de líneas de crecimiento. Valva izquierda con ornamentación más desarrollada. Las aurículas no se conservaron.

Material examinado. Un ejemplar articulado (FCMP 12/492), una valva izquierda (FCMP 10/216) y dos fragmentos (FCMP 12/493, FCMP 12/494).

Medidas (en mm).

EJEMPLAR	ALTURA	LONGITUD	ÁNGULO APICAL
FCMP 10/216	32.33	22.53	77.2°
FCMP 12/492	>23.1	>17.66	71.2°

Distribución. La especie *Chlamys subacuta* ha sido referida previamente para localidades europeas (Alemania, Austria, Bélgica, España, Francia, Gran Bretaña, Hungría y República Checa), africanas (Argelia y Túnez) y del Medio Oriente (Israel y Jordania) (Dhondt, 1973a; 1982) (Tabla 1; Fig. 10) con un alcance estratigráfico que va del Albiano al Turoniano (Dhondt, 1973a).

Discusión.

DETERMINACIÓN DEL GÉNERO.- Los géneros *Chlamys* y *Mimachlamys* son muy parecidos entre sí y, en algunas ocasiones, pueden confundirse. No obstante, presentan características diferenciales. En especies cenozoicas, una manera de reconocerlas es por medio de la microestructura de la concha; sin embargo, en ejemplares cretácicos esto se dificulta debido al estado de preservación. Para material del Cretácico se utilizan distintos atributos: a diferencia del género *Mimachlamys*, las especies de *Chlamys* presentan conchas más elongadas y con umbos más angostos; y las costillas son menos numerosas, más anchas y complejas (Dhondt, 1973a). Dhondt (1973a, p. 6) da la siguiente definición de *Chlamys*: “ejemplares donde la altura de la concha es mayor a la longitud, cubierta de 12 a 40 costillas radiales bien desarrolladas, usualmente subdivididas, que son, por lo menos, del mismo ancho que los interespacios; ángulo apical menor de 90°; y aurículas desiguales”. Bajo estos parámetros, los ejemplares de San Juan Raya descritos en este trabajo presentan todas las características necesarias para ser considerados dentro del género *Chlamys*, en específico de la especie *Chlamys subacuta*. Dhondt (1973a) maneja esta especie como *Chlamys? subacuta* debido a que no se han encontrado ejemplares que conserven la microestructura de la concha. A pesar de esto, por todas las demás características morfológicas, se considera en este trabajo que esta especie sí pertenece al género *Chlamys*.

DIFERENCIA CON OTRAS ESPECIES.- Existen especies europeas similares a *Chlamys subacuta*, sin embargo, pueden diferenciarse fácilmente entre sí. A diferencia de *Chlamys subacuta*, *Chlamys faujasi* (DeFrance, 1825) (Cretácico Superior) presenta de 25 a 35 costillas tripartitas en la valva derecha; *Chlamys dentata* (Nilsson, 1827) (Cretácico Superior) tiene un mayor número de costillas, de 27 a 45, que son generalmente tripartitas en la valva derecha y espinas de gran tamaño en la valva izquierda; *Chlamys? elongata* (Lamarck, 1819) (Cretácico Superior) también presenta costillas tripartitas; los ejemplares de *Chlamys? subdepressa*

(d'Archiac, 1847) son de gran tamaño, presentan un menor número de costillas, de 16 a 19, y su ocurrencia se encuentra muy restringida al Cenomaniano de Bélgica; *Chlamys? martiniana* (d'Orbigny, 1850) (Hauteriviano- Aptiano), a pesar de que cuenta con un número muy similar de costillas, tiene interespacios muy anchos y en ocasiones las costillas de ambas valvas se encuentran divididas; la distribución de las costillas de *Chlamys? archiaciana* (d'Orbigny, 1847) ("Neocomiano"- Aptiano) es muy irregular y, usualmente, éstas se encuentran divididas; *Chlamys? goldfussi* (*sensu* d'Orbigny, 1847) ("Neocomiano"- Barremiano) tiene costillas tripartitas en la valva derecha y las escamas en ambas valvas son más prominentes; el número de costillas en *Chlamys? icaunensis* (Cotteau, 1854) ("Neocomiano"- Aptiano) es menor y su ornamentación es totalmente diferente, ya que ésta presenta forma de cuadrícula.

Para el Cretácico Inferior de Trinidad, Cox (1954) describe un ejemplar de *Chlamys*, el cual únicamente fue determinado a nivel de género. A diferencia de *Chlamys subacuta*, éste presenta once costillas radiales escamosas. Para el Cretácico Inferior de Texas han sido descritas varias especies posiblemente del género *Chlamys*. De éstas, la especie *Pecten (Chlamys?) catherina* (Cragin, 1893), presenta una gran similitud con *Chlamys subacuta*. Sin embargo, a pesar de que presentan un número de costillas similar, en *Pecten (Chlamys?) catherina* las costillas son más angostas que los interespacios y presentan tubérculos o espinas distribuidas de manera irregular (Stanton, 1947). Por otra parte, *Pecten (Chlamys?) generosus* (Cragin, 1893) tiene en la valva izquierda quince costillas en la parte media con tres o más estrías en cada interespacio; en la parte posterior y anterior únicamente se presentan líneas de crecimiento o estrías poco prominentes. La valva derecha presenta costillas poco visibles y estrías que desaparecen antes de llegar al margen ventral (Stanton, 1947). *Pecten (Chlamys?) stantoni* (Hill, 1893), a diferencia de *Chlamys subacuta*, presenta costillas aplanadas con surcos longitudinales en la parte media de la concha (Stanton, 1947).

ALCANCE ESTRATIGRÁFICO.- El registro de *C. subacuta* para la Formación San Juan Raya amplía el alcance estratigráfico de esta especie del Aptiano al Turoniano.

Localidades. SJR 3 nivel b, SJR 6.

Género *Neithea* Drouet, 1824

Especie tipo. *Pecten aequicostatus* Lamarck, 1819, por designación subsecuente de Chenu, 1862. Reciente de Mans, Sarthe, Francia.

Subgénero *Neithea* Drouet, 1824

Diagnosis. Concha simétrica, valva derecha con seis costillas primarias y un número variable de costillas secundarias en cada interespacio; valva izquierda casi plana o ligeramente cóncava; aurículas subiguales (enmendado por Hayami, 1965; Dhondt, 1973b).

Neithea (Neithea) alpina (d'Orbigny, 1847)

Lám. I, figs. 7-12; Lám. II, figs. 1-7

Janira alpina d'Orbigny, 1847, p. 643, 644, lám. 446, figs. 4-8; d'Orbigny, 1850, p. 170, n° 506.

Pecten texanus Römer, 1852, p. 65, lám. 8, figs. 3 a, b.

Neithea texana Conrad, 1857, p. 151, lám. 5, figs. 2 a, b; Kniker, 1918, p. 25-28, lám. 4, figs. 4-7, lám. 5, fig. 1.

Janira doumerci Péron, 1877, p. 508, 509, lám. 7, fig. 3.

Pecten alpinus d'Orbigny (sub *Janira*). Péron, 1890, p. 223.

Vola texana (Römer). Böse, 1910, p. 93-95, lám. 15, fig. 3.

Vola texana (Römer) var. *Elongata* Böse, 1910, p. 95, lám. 15, figs. 2, 4, 6.; Kniker, 1918, p. 28, lám. 5, figs. 2-3.

Vola subalpina Böse, 1910, p. 96-97, lám. 15, figs. 5, 7, 8, 9.

Neithea subalpina (Böse). Kniker, 1918, p. 28, lám. 5, fig. 4.

Pecten (Neithea) subalpinus (Böse). Adkins, 1928, p. 127, lám. 17, figs. 1, 3; Stanton, 1947, p. 42, lám. 44, fig. 7, 8.

Pecten (Vola) alpinus d'Orbigny. Blanckenhorn, 1934, p. 191.

Neithea doumerci (Péron). Roger, 1956, n° 36, figs. 1, 2, 3^a, 3b.

Neithea alpina d'Orbigny. Roger, 1956, n° 52.

Neithea ficalhoi (Choffat). Darteville *et al.*, 1957, p. 76.

Neithea (Neithea) ficalhoi (Choffat). Hayami, 1965, p. 302-305, lám. 42, figs. 5, 16;

Hanai, Hayami y Obata, 1968, p. 24, lám. 3, fig. 4.

Neithea (Neithea) alpina (d'Orbigny). Dhondt, 1973b, p. 15-20; Andrade *et al.*, 2004, p. 32-33, figs. 4.6-4.12.

Una revisión desglosada de la sinonimia de *Neithea (Neithea) alpina* (d'Orbigny, 1847) se encuentra en Dhondt (1973b), principalmente para especies europeas.

Diagnosis. Ejemplares de talla pequeña a mediana, valva derecha ligeramente convexa, valva

izquierda plana, aurículas grandes, subiguales y lisas. Valva derecha con seis costillas primarias y dos costillas en interespacios. Ocasionalmente las costillas primarias forman costillas laterales, *i.e.* de aspecto tripartito. Interspacios bien desarrollados y planos. Áreas laterales convexas, cubiertas por pequeñas costillas radiales cerca de la primera costilla principal, lisas. Interspacios en valva derecha corresponden a costillas en valva izquierda (enmendada por Dhondt, 1973b).

Descripción. Ejemplares de talla pequeña a mediana. Valva derecha muy convexa, con seis costillas primarias redondeadas, en algunos ejemplares desarrollan costillas laterales, adquiriendo un aspecto tripartito. En ejemplares bien conservados concha cubierta por líneas de crecimiento finas que cubren las costillas, interespacios y áreas laterales. Espacios entre costillas más angostos que éstas, con dos costillas aplanadas. Margen ventral ligeramente digitado. Valva izquierda y aurículas no preservadas.

Material examinado. Quince valvas derechas.

Medidas (en mm).

EJEMPLAR	ALTURA	LONGITUD	CONVEXIDAD	ÁNGULO APICAL
F1-55	>8.75	>5.96	-	46.6°
FCMP 94/628	32.67	24.28	14.61	49.4°
FCMP 98/634 a	23.67	>18.2	11.47	58.1°
FCMP 98/634 b	18.48	16.25	9.61	56.8°
FCMP 12/495	12.63	11.01	5.25	52.6°
FCMP 12/496	21.58	21.62	10.45	61.7°
FCMP 12/497	12.07	11.06	5.65	54.7°
FCMP 12/498	7.36	5.95	-	48.6°
FCMP 12/499	22	>18.49	9.41	47.8°
FCMP12/500	>10.04	>9.63	>6.76	55.3°
FCMP12/501	10.91	8.17	4.65	47.4°
FCMP12/502	15.13	>11.9	9.18	53°
FCMP12/503	13.52	>9.8	6.42	55°
FCMP12/504	9.73	6.63	5.58	49.8°
IGM a	23.74	19.8	13.29	51.7°

Distribución. *Neithea (Neithea) alpina* ha sido referida previamente para localidades europeas (Austria y Francia), asiáticas (India, Japón y Rusia), africanas (Argelia, Egipto y Marruecos),

americanas (Brasil, EUA y Jamaica) y del Medio Oriente (Israel y Omán) (Dhondt, 1973b; Andrade *et al.*, 2004) (Tabla 1; Fig. 10). El rango estratigráfico de esta especie va del Albiano al Maastrichtiano en el Mediterráneo y del Aptiano inferior a superior en el Pacífico noroeste (Dhondt, 1973b; Iba y Sano, 2008).

Discusión.

VARIABILIDAD.- A pesar que la diagnosis de *Neithea (Neithea) alpina* menciona que la valva derecha es ligeramente convexa, los ejemplares de San Juan Raya presentan valvas derechas muy convexas. Hayami y Noda (1977) mencionan que los ejemplares *Neithea ficalhoi*, al igual que los de San Juan Raya, presentan conchas muy convexas. Considerando a *N. ficalhoi* como sinónimo de *N. (N.) alpina*, la forma de la concha en esta especie presenta una gran variabilidad en cuanto a la convexidad.

En la Formación San Juan Raya existen dos formas de *N. (N.) alpina*: ejemplares con costillas primarias que forman costillas laterales y ejemplares que carecen de éstas. No obstante, Andrade *et al.* (2004, p. 33) consideran que estas diferencias morfológicas entran en el rango de variabilidad de la especie.

Los ejemplares estudiados por Dhondt (1973b) tienen costillas lisas, posiblemente debido al estado de conservación. En general, el material de San Juan Raya se encuentra cubierto por delgadas líneas de crecimiento.

SINONIMIAS.- Para el Cretácico de Norteamérica, Dhondt (1973b, p. 19) considera que las especies *Neithea texana* (Römer, 1852) y *Neithea subalpina* (Böse, 1910) son sinónimas con *N. (N.) alpina*, mientras que *Neithea irregularis* (Böse, 1910) solamente presenta una gran similitud con ésta.

Según Kniker (1918), *N. (N.) alpina* se diferencia de *N. texana* ya que ésta presenta costillas primarias aplanadas y más prominentes. El margen ventral es más poligonal en *N. (N.) alpina* y sus áreas laterales son más cóncavas. Sin embargo, Kniker (1918) en su descripción de *N. texana* menciona que las costillas primarias son redondeadas. Con base en la descripción de *N. texana*, en este trabajo se considera que las diferencias morfológicas entre *N. texana* y *N. (N.)*

alpina caen en el rango de variabilidad de esta última especie. Por lo tanto, *N. texana* (Römer, 1852) var. *elongata* Böse, 1910 también presenta rasgos característicos de *N. (N.) alpina* y puede considerarse en sinonimia.

De acuerdo a Kniker (1918) las diferencias entre *N. (N.) alpina* y *N. subalpina* radican en la anchura de la concha y en el tamaño de las costillas. Los ejemplares de *N. (N.) alpina* presenta conchas más anchas y costillas más grandes. Además de esto, en *N. subalpina* las costillas en los interespacios se encuentran en planos más bajos. A partir de la descripción de Böse (1910) y de Kniker (1918), y al igual que Dhondt (1973b), en este trabajo se considera que *N. subalpina* es un sinónimo de *N. (N.) alpina*.

Por otra parte, *N. irregularis* presenta un rasgo característico que la diferencia de *N. (N.) alpina*. Esta especie presenta en los interespacios dos costillas delgadas que se intercalan de manera irregular. Para Böse (1910) esta especie es diferente a cualquier otra del género *Neithea*. Si bien el carácter irregular de las costillas define a *N. irregularis* como una especie aparte, ésta presenta una gran similitud con *N. (N.) alpina*.

Cabe mencionar que tras una revisión del material de Böse (1910) se observó que no existe una correspondencia clara entre las descripciones y los ejemplares. Es claro que se requiere una revisión a fondo del material de *Neithea* de Böse (1910) así como una revisión del material norteamericano.

DIFERENCIA CON OTRAS ESPECIES Y AFINIDADES.- A diferencia de otras especies europeas del género *Neithea*, *N. (N.) alpina* se caracteriza por presentar seis costillas principales y dos costillas en cada interespacio. Sin embargo, existen especies norteamericanas que presentan una gran similitud con *N. (N.) alpina*, como *N. youngi* Myers 1968, *N. georgetownensis* Kniker 1918, *N. austinensis* Kniker, 1918 y *N. occidentalis* Conrad, 1855. Todas estas especies mantienen la ornamentación de seis costillas primarias y dos costillas en los interespacios, sin embargo, cuentan con características que las distinguen.

A diferencia de *N. (N.) alpina*, las costillas de *N. youngi* presentan de una a tres estrías radiales que en ejemplares mayores a 30 mm se ensanchan formando surcos poco profundos

que dividen a las costillas (Myers, 1968). Por su parte, *N. georgetownensis* cuenta con costillas compuestas, cada una con depresiones y elevaciones en la parte superior así como una costilla fina en cada depresión intercostal (Kniker, 1918). Otras características que la diferencian de *N. (N.) alpina* es la presencia de un surco angosto y longitudinal en cada costilla (Stanton, 1947). *N. austinensis*, al igual que *N. (N.) alpina* y otras especies, presenta dos costillas en los interespacios; sin embargo, éstas se encuentran muy juntas una de la otra y están separadas por un espacio que no es tan profundo como los otros interespacios. Esta especie también tiene surcos radiales en las costillas y en los interespacios (Kniker, 1918). Para el caso de *N. occidentalis*, las descripciones de Conrad (1855) y Stanton (1947) no difieren de las de *N. (N.) alpina*. Inclusive, Andrade *et al.* (2004, p. 33) consideran a esta última como sinónimo de *N. (N.) alpina*. Como ya se mencionó previamente, antes de poder asegurar que una especie se trate de un sinónimo, es necesario una revisión del género *Neithea* para Norteamérica.

Localidades. SJR 5 nivel c, SJR 6.

***Neithea (Neithea) coquandi* (Péron, 1877)**

Lám. II, figs. 8 y 9; Lám. III, figs. 1-3

Janira tricostata Coquand, 1862, p. 219, 220, lám. 13, figs. 3, 4.

Janira quadricostata Sowerby. Zittel, 1886, p. 115, 116, lám. 18, figs. 4 b-h.

Neithia (sic) *tricostata* Bayle. Duncan, 1869, p. 46.

Janira coquandi Péron, 1877, p. 501-509, lám. 7, figs. 2, 2 a.

Pecten (Neithea) shawi Pervinquierè, 1912, p. 136-138, lám. 9, figs. 1, a, b, 2, 3, a, b, 4-6.

Neithea tricostata Coquand. Newton, 1916, p. 567, lám. 1, figs. 5-7; Rennie, 1929, p. 17-19, lám. 1, figs. 10-12; Reyment, 1957, p. 50, lám. 7, figs. 15, a, b.

Pecten (Vola) shawi Pervinquierè. Blanckenhorn, 1934, p. 191, lám. 9, figs. 24, a, b, lám. 10, fig. 75.

Neithea (Neithea) coquandi (Péron). Dhondt, 1973b, p. 26- 29, lám. 3, figs. 1a- 1c; Andrade *et al.*, 2004, p. 29- 32, figs. 4.1- 4.5; Monteiro *et al.*, 2010, p. 338-340, figs. 2.1- 2.4.

Neithea (Neitheops) nana Ferreira y Klein, 1979, p. 526, fig. 4.

Una revisión exhaustiva de la sinonimia de *Neithea (Neithea) coquandi* (Péron, 1877) se encuentra en Dhondt (1973b), especialmente para especies europeas.

Diagnosis. Ejemplares de talla mediana a grande, valva derecha muy convexa. Umbo muy incurvado y angosto. Valva derecha con seis costillas principales y tres costillas en los

interespacios. Éstas se desarrollan de manera desigual y frecuentemente no más desarrolladas que estrías. Generalmente, costilla media más desarrollada que las laterales. Áreas laterales cóncavas, sin ornamentación, en algunas ocasiones con pliegues. Aurículas pequeñas, de igual tamaño y lisas (enmendada por Dhondt, 1973b).

Descripción. Ejemplares de talla pequeña, valva derecha convexa, umbo angosto. Valva derecha con seis costillas principales, usualmente tres costillas en los interespacios (este número es variable), interespacios más angostos que las costillas, en algunos casos la costilla central más desarrollada que las laterales, en otras ocasiones una de las costillas laterales se encuentra muy poco desarrollada, incluso pareciendo una estría. Áreas aparentemente lisas, sin embargo en la mayoría de los ejemplares se encuentran cubiertas por sedimento. Aurículas y valva izquierda no se conservaron.

Material examinado. 6 valvas derechas y un fragmento

Medidas (en mm).

EJEMPLAR	ALTURA	LONGITUD	CONVEXIDAD	ÁNGULO APICAL
F1-58	17.29	>13.73	7.36	59.6°
FCMP 00/582	>13.63	>10.74	-	48.6°
FCMP 12/98	11.72	>6.89	-	50.3°
FCMP 12/505	18.6	>14.44	8.45	51.4°
FCMP 12/506	>13.55	>11.53	>7.19	48.4°
FCMP 12/507	10.65	8.05	-	44.4°

Distribución. Esta especie ha sido referida previamente para localidades europeas (Austria, España y Francia), del Medio Oriente (Irak, Israel, Líbano, Siria y Turquía), africanas (Angola, Argelia, Egipto y Somalia) y americanas (Brasil) (Dhondt, 1973b; Andrade *et al.*, 2004) (Tabla 1; Fig. 10). Su alcance estratigráfico va del Albiano al Santoniano en Europa, Medio Oriente y África, y del Aptiano superior al Cenomaniano en Brasil (Andrade *et al.*, 2004; Monteiro *et al.*, 2010).

Discusión.

VARIABILIDAD.- De todas las especies descritas en este trabajo ésta parece ser la que más variabilidad presenta. Dhondt (1973b) describe distintas formas de *N. (N.) coquandi* y menciona que las costillas intercalares son el rasgo más variable en la especie. Éstas pueden ser de igual tamaño o desiguales, siendo la costilla media la más desarrollada. En ocasiones, la costilla media puede ser del mismo tamaño que las costillas principales, dando la apariencia de que la concha presenta once costillas primarias con sólo una costilla en los interespacios. Cabe mencionar que se han descrito distintas variedades para *N. (N.) coquandi* como *N. (N.) coquandi* var. *atropa* Péron y *N. (N.) coquandi* var. *biatropa* Pervinquière. *N. (N.) coquandi* var. *atropa* se refiere a ejemplares en los cuales una costilla intercalar no se desarrolla o se encuentra muy poco desarrollada. *N. (N.) coquandi* var. *biatropa* presenta las dos costillas intercalares laterales muy poco desarrolladas. Existen casos en los cuales las costillas intercalares medias de *N. (N.) coquandi* var. *biatropa* son del mismo tamaño que las primarias. Por último, Dhondt (1973b) menciona que todas las costillas pueden estar igualmente desarrolladas, incluidas las costillas medias. En este caso, se puede confundir con la especie *Neithea (Neithea) hispanica* (d'Orbigny, 1850) la cual presenta de 18 a 21 costillas de igual tamaño.

Por otra parte, Andrade *et al.* (2004) mencionan que algunos de sus ejemplares de *N. (N.) coquandi* presentan hasta cuatro costillas en los interespacios. A su vez, describe cuatro tipos de distribución de las costillas intercalares: i) cuatro costillas en el primer interespacio, ii) cuatro costillas en el último interespacio, iii) cuatro costillas en el primer y último interespacio o iv) solamente dos costillas en cualquier interespacio. En todos los demás interespacios se presentan tres costillas. Andrade *et al.* (2004) mencionan además el trabajo de Zucon *et al.* (1998) donde se describen diez morfotipos para la especie *N. (N.) coquandi*. El morfotipo dominante presenta tres costillas secundarias en todos los interespacios; el segundo morfotipo más común tiene cuatro costillas secundarias en sólo uno de los interespacios. Los ocho morfotipos restantes no los describen, ya que están representados por pocos ejemplares. A pesar de esto, los diez morfotipos descritos por Zucon *et al.* (1998) nos hablan de la variabilidad presente en la especie. A pesar de que en los ejemplares de San Juan Raya el número de costillas en los interespacios es usualmente tres, este número es variable. Es posible que esto se debe a la variabilidad que existe en esta especie, tal como se ha descrito previamente.

Localidades. SJR 5 niveles a y b, SJR 6.

***Neithea (Neithea) syriaca* (Conrad, 1852)**

Lám. III, figs. 6-8; Lám. IV, figs. 1-5

Janira syriaca Conrad, 1852, p. 230, lám. 1, fig. 6.

Janira quinquecostata (pro parte) Pictet y Roux, 1853, p. 506, lám. 45, figs. 3, a, b (non 3 c).

Janira morrisi Pictet y Renevier, 1858, p. 128-130, lám. 19, figs. 2 a-d; Pictet y Campiche, 1871, p. 244- 246.

Vola morrisi Pictet y Renevier. Choffat, 1902, p. 147, 148, lám. 3, figs. 5, 6.

Pecten (Neithea) morrisi (Pictet y Renevier). Woods, 1903, p. 201, 202, lám. 39, figs. 11 a-c, 12 a, b, 13; Pervinquierè, 1912, p. 135, lám. 9, figs. 7, a, b; Butler, 1922, p. 315.

Pecten (Neithea) quinquecostatus Sowerby (non Lamarck) var. *syriaca* Conrad. Heybroek, 1942, p. 455.

Neithea (Neitheops) syriaca (Conrad). Vokes, 1947, p. 166, 167, lám. 4, figs. 1-7.

Neithea coxi Mahmoud, 1955, p. 105, 106, lám. 6, figs. 2-5.

Neithea (Neithea) syriaca (Conrad). Dhondt, 1973b, p. 37- 40, lám. 5, figs. 3a, 3b.

Una revisión desglosada de la sinonimia de *Neithea (Neithea) syriaca* (Conrad, 1852) se encuentra en Dhondt (1973b), especialmente para especies europeas.

Diagnosis. Ejemplares de talla pequeña a mediana, con cuatro costillas en los interespacios y áreas laterales y aurículas lisas. Forma de la concha, aurículas y distribución de las costillas muy similar a *Neithea (Neithea) quinquecostata* (Sowerby, 1814). En *N. (N.) syriaca*, costillas primarias más prominentes y angulosas, costillas en los interespacios menos elevadas y algo irregulares. Única diferencia entre estas especies radica en áreas laterales y aurículas lisas en *N. (N.) syriaca*. Ocasionalmente, cerca de la primera costilla primaria se forma un pliegue (enmendada por Dhondt, 1973b).

Descripción. Ejemplares de talla pequeña a mediana, valva derecha muy convexa, umbo muy incurvado. Valva derecha con seis costillas primarias y de tres a cinco costillas en los interespacios, usualmente cuatro. Costillas primarias angulosas, costillas en interespacios redondeadas o planas (posiblemente por la conservación). Ocasionalmente, costillas medias en interespacios más desarrolladas que las laterales. Áreas laterales lisas, en ocasiones presentan pliegues. En ejemplares bien conservados concha cubierta por líneas de crecimiento, incluyendo

áreas laterales. El margen ventral ligeramente digitado, en algunos ejemplares con apariencia poligonal. Valva izquierda y aurículas no preservadas.

Material examinado. Nueve valvas derechas.

Medidas (en mm).

EJEMPLAR	ALTURA	LONGITUD	CONVEXIDAD	ÁNGULO APICAL
F1-53	18.43	>17.39	8.78	-
F1-54	16.27	14.81	6.7	48.5°
F1-57	25.7	22.19	7.71	-
FCMP 96/478	17.29	15.38	9.83	52.8°
FCMP 12/100	>12.92	>10.97	-	47.7°
FCMP 12/508	32.34	>25.01	10.42	59.7°
FCMP 12/509	12.24	>6.39	6.85	-
FCMP 12/510	25.53	20.1	12.2	55.9°
IGM b	>22.54	>22.07	~8.27	48.8°

Distribución. *Neithea (Neithea) syriaca* ha sido referida previamente para localidades europeas (Francia, Gran Bretaña y Suiza), del Medio Oriente (Israel, Jordania, Líbano y Siria) y africanas (Angola, Madagascar, Sudáfrica y Somalia) (Dhondt, 1973b) (Tabla 1; Fig. 10). El rango estratigráfico de esta especie va del Barremiano al Cenomaniano (Dhondt, 1973b).

Discusión.

DIAGNOSIS.- La diagnosis enmendada por Dhondt (1973b) hace referencia a la similitud y diferencias entre *N. (N.) syriaca* y *N. quinquecostata*. Sin embargo, considero que la diagnosis hecha por Pictet y Renevier (1858) para *Janira morrisi* (sinónimo de *N. (N.) syriaca*) nos da un mejor acercamiento a la variabilidad morfológica de *N. (N.) syriaca*: “Concha triangular, valva derecha convexa, valva izquierda ligeramente cóncava, umbo incurvado. Aurículas pequeñas, desiguales y ligeramente enrolladas. Valva derecha con seis costillas primarias redondeadas y cuatro o cinco costillas en los interespacios, ocasionalmente tres costillas, especialmente en interespacios externos. Concha cubierta por líneas de crecimiento. Área lateral lisa, puede presentar un pliegue *costiforme*. Valva izquierda con seis costillas principales y tres costillas en los interespacios, rara vez cuatro”.

VARIABILIDAD.- El rasgo más variable en esta especie es el número de costillas en los interespacios. Dhondt (1973b) menciona que las dos costillas medias se encuentran más desarrolladas que las laterales y que, en ocasiones, estas costillas laterales no son más que estrías que sobresalen en el fondo del interespacio. Debido a esto, el número de costillas en los interespacios puede ser menor al esperado.

En la diagnosis de *Janira morrisi*, Pictet y Renevier (1858) mencionan que existe cierta variabilidad en el número de costillas en los interespacios. Sin embargo, Dhondt (1973b) no hace referencia a ejemplares con un mayor número de costillas en los interespacios. Para *N. quinquecostata*, Dhondt (1973b) menciona que, aunque el número de costillas en los interespacios usualmente es cuatro, el número puede variar de tres a seis; inclusive puede existir una diferencia en el número de costillas de un interespacio a otro. Considerando que *N. quinquecostata* y *N. (N.) syriaca* son especies sumamente parecidas, se podría pensar que esta variabilidad está presente en ambas especies. De tal forma, en este trabajo se considera, al igual que en Pictet y Renevier (1858) que, de manera análoga a *N. quinquecostata*, la variación en el número de costillas entra dentro del rango de variabilidad de la especie.

DIFERENCIA CON OTRAS ESPECIES Y SUBESPECIE- En general, *N. (N.) syriaca* se diferencia de otras especies europeas por el número de costillas en los interespacios. Al igual que *N. quinquecostata*, *N. syriaca* presenta cuatro costillas en los interespacios. Sin embargo, la característica distintiva de *N. (N.) syriaca* es que las aurículas y las áreas laterales son lisas. De las especies norteamericanas estudiadas por Kniker (1918), *Neithea casteeli* Kniker, 1918 es la única que presenta características similares a *N. (N.) syriaca*. Sin embargo, la diferencia entre éstas es que *N. casteeli* presenta costillas secundarias en el área postero-dorsal que continúan en las aurículas (Kniker, 1918).

Para el Cretácico de Japón, Hayami (1965) describió una subespecie de *Neithea* (*Neithea*) *syriaca*: *Neithea (Neithea) syriaca amanoi*. Esta subespecie fue descrita con base en el número de costillas en los interespacios de la valva derecha, número de costillas en la valva izquierda y tamaño. *N. (N.) syriaca amanoi* se caracteriza por ser de talla pequeña; presenta casi siempre tres costillas intercalares en la valva derecha y de 22 a 24 costillas en la valva izquierda (*N. (N.)*

syriaca presenta de 26 a 28 costillas en la valva izquierda) (Hayami y Noda, 1977). Debido a que presentan algunas características distintas, Hayami y Noda (1977) consideran a *N. (N.) syriaca amanoi* como una subespecie, principalmente porque el material japonés y el mediterráneo son casi contemporáneos. Sin embargo, mencionan que podría tratarse de especies muy similares.

Localidades. 953, SJR 5 nivel b, SJR 7.

Neithea (Neithea) atava (Römer, 1839)

Lám. IV, figs. 6-10; Lám. V, figs. 1-3

Pecten atavus. Römer, 1839, p. 29, 30, lám. 18, fig. 21.

Janira atava d'Orbigny. d'Orbigny, 1847, p. 627-629, lám. 442, figs. 1-3, 5; d'Orbigny, 1850, p. 83, n° 396; Pictet y Campiche, 1871, p. 237-240, lám. 180, figs. 1 a-c, 2-9; Wollemand, 1896, p. 841; Wollemand, 1900, p. 30-32.

Janira neocomiensis d'Orbigny. d'Orbigny, 1847, p. 629- 631, lám. 442, figs. 4, 6-9; d'Orbigny, 1850, p. 83, n° 396; Pictet y Campiche, 1871, p. 240-242.

Neithea atava Römer. Charles, 1948, p. 5, 6; Cox, 1954, p. 627, lám. 64, fig. 4; Cox, 1954, p. 627, lám. 64, fig. 1.

Vola neumanni nov. sp. Dacqué, 1905, p. 12, 13, lám. 3, figs. 1, a, b.

Vola halli. Aguilera, 1906, *nomen nudum*.

Pecten (Neithea) atavus Römer. Cossmann, 1907, p. 37, lám. 5, fig. 19; Cossmann, 1916, p. 41, 42, lám. 3, figs. 18, 19; Cossmann, 1916, p. 398, lám. 13, figs. 6-8; Jeleu, 1934, p. 118.

Vola lindiensis n. sp. Krenkel, 1910, p. 205, lám. 21, fig. 4; Lange, 1914, p. 212, 213, lám. 16, figs. 10-12, lám. 17, figs. 1-3.

Neithea atava Römer sp. var. *neocomiensis* d'Orbigny pro sp. Charles, 1948, p. 6.

Neithea (Neitheops) atava Römer. Alencáster, 1956, p. 12-14, lám. 2, figs. 5-7.

Neithea (Neithea) atava (Römer). Dhondt, 1973b, p. 40-48, lám. 1, figs. 2a, 2b.

Una revisión exhaustiva de la sinonimia de *Neithea (Neithea) atava* (Römer, 1839) se encuentra en Dhondt (1973b), especialmente para especies europeas.

Diagnosis. Ejemplares de umbo muy incurvado. Valva derecha muy convexa, especialmente en organismos jóvenes. Valva izquierda aplanada. Aurículas pequeñas, subiguales, con margen externo redondeado y superficie lisa. Interespacios profundos. Áreas lisas con estrías concéntricas y un pliegue cerca de la primera costilla principal. Valva derecha con seis costillas principales, grandes, de casi igual tamaño. En ejemplares jóvenes (pequeños), muy salientes y del mismo ancho que los interespacios; en ejemplares adultos (grandes) costillas más angostas

que los intervalos y menos salientes. En ejemplares bien preservados, costillas e interespacios con estriación radial. En interespacios, existen planos que alcanzan cierta prominencia, algunos autores consideran esto como costillas. Algunos interespacios con tres costillas. Costillas principales pueden dividirse, desarrollando costillas laterales. Valva cubierta por estrías finas y concéntricas, incluyendo áreas y aurículas. Valva izquierda es la contraparte de la valva derecha, con 5 proyecciones radiales que corresponden a interespacios de valva derecha y estriación radial (enmendada por Dhondt, 1973b).

Descripción. Ejemplares de talla mediana a grande, valva derecha moderadamente convexa, seis costillas primarias redondeadas, éstas desarrollan costillas laterales. Interespacios con tres costillas, la media de mayor tamaño. En los interespacios más cercanos a las áreas este número puede ser menor. Áreas laterales cóncavas y lisas, en ocasiones presentan un pliegue. Concha cubierta por líneas de crecimiento, incluyendo áreas laterales. Aurículas y valva izquierda no se conservaron.

Material examinado. Tres valvas derechas (F1- 56, FCMP 94/539 y FCMP 12/511).

Medidas (en mm).

EJEMPLAR	ALTURA	LONGITUD	CONVEXIDAD	ÁNGULO APICAL
F1-56	57.61	45.82	19.73	58.4°
FCMP 94/539	20.58	17.3	8.74	60°
FCMP 12/511	>31.7	>25.34	12.35	64.3°

Distribución. *Neithea (Neithea) atava* ha sido referida previamente para localidades europeas (Alemania, Bulgaria, Francia, Hungría, Serbia y Suiza), asiáticas (Japón y Turkmenistán), africanas (Argelia, Etiopía y Tanzania) y americanas (Trinidad y México) (Alencáster, 1956; Bogdanova y Lobacheva, 1966; Dhondt, 1973b; Radulović *et al.*, 2007) (Tabla 1; Fig. 10). El alcance stratigráfico de esta especie va del Berriasiano al Albiano (Hayami y Noda, 1977).

Discusión.

SIMILITUD CON OTRO MATERIAL.- Los ejemplares descritos para la Formación San Juan Raya presentan una gran similitud con el material descrito por Alencáster (1956) para la

Formación Zapotilán y con el material japonés descrito por Hayami y Noda (1977). A pesar de que la descripción de *N. (N.) atava* de Alencáster (1956, p. 12-13) da lugar a distintas interpretaciones, el ejemplar F1-56 es muy parecido al ejemplar IGM 527-P (Alencáster, 1956, lám. 2, fig. 6). Los ejemplares FCMP 94/539 y FCMP 12/511 se adecúan mejor a la descripción realizada por Hayami y Noda (1977, p. 40-44) y guardan un gran parecido con el material japonés, en especial con el ejemplar NSM MM7348 (lám. 6, figs. 2a, 2b).

Localidad. SJR 3 nivel a.

Subgénero *Neithella* Hayami, 1965

Diagnosis. Concha inequilateral, asimétrica, relativamente pequeña; valva derecha con cuatro a seis costillas anchas y con estrías finas en los interespacios; aurícula anterior puntiaguda y mucho más grande que la posterior (Hayami, 1965; Dhondt, 1973b)

Neithea (Neithella) sp.

Lám. V, figs. 4-7

Descripción. Ejemplar de talla pequeña. Valva derecha convexa con seis costillas primarias redondeadas las cuales desarrollan costillas laterales. En los interespacios dos costillas. Valva izquierda ligeramente cóncava. Margen ventral muy digitado. Aurículas desiguales, aurícula anterior de mayor tamaño, aurícula posterior pequeña. Área lateral posterior lisa, área lateral anterior con dos pliegues. Concha cubierta por líneas de crecimiento.

Material examinado. Un ejemplar articulado (IGM c)

Medidas. Altura: 18.1 mm; longitud: >15.07 mm; convexidad: 7.75 mm; ángulo apical: 62.2°.

Distribución. La distribución geográfica de este subgénero es cosmopolita y su alcance stratigráfico va del “Neocomiano” al Turoniano (Hayami, 1965).

Discusión.

ASIGNACIÓN DEL SUBGÉNERO.- Este ejemplar se consideró del subgénero *Neithella* debido a sus aurículas desiguales, un carácter diagnóstico del subgénero. En cuanto a la simetría de la concha, es difícil saber si se trataba de una concha asimétrica ya que la cuarta costilla, encargada de darle su forma inequilateral, se encuentra fragmentada. A pesar de esto, no todos los organismos del subgénero *Neithella* presentan conchas asimétricas. Esta característica es más común en ejemplares que únicamente cuentan con cinco costillas primarias.

SIMILITUD CON OTRAS ESPECIES.- Este ejemplar es muy parecido al ejemplar GPIH-BR C514.6 descrito como *Neithea (Neithella) notabilis* (Münster in Goldfuss, 1833) por Andrade *et al.* (2004). De acuerdo a la descripción de Andrade *et al.* (2004), los ejemplares de *N. (Neithella) notabilis* para el Cretácico de Brasil presentan valvas derechas con seis costillas primarias y cuatro costillas finas en los interespacios. El ejemplar aquí descrito presenta dos costillas en los interespacios, sin embargo, da la apariencia de cuatro ya que las costillas primarias desarrollan costillas laterales. Cabe mencionar que las descripciones de *N. (Neithella) notabilis* de Dhondt (1973b) y Hayami y Noda (1977) no hacen referencia a costillas intercalares sino que las consideran como estrías radiales. Incluso Hayami y Noda (1977) señalan que no se presentan costillas secundarias en la valva derecha. El que el material descrito por Andrade *et al.* (2004) sea o no en realidad *N. (Neithella) notabilis*, no cabe duda que es muy similar con el material mexicano de San Juan Raya.

PROCEDENCIA DEL EJEMPLAR.- Este ejemplar se encuentra depositado en la Colección Nacional de Paleontología, Museo Ma. Carmen Perrilliat M. del Instituto de Geología de la UNAM, sin embargo, no cuenta con un número asignado.

Localidad. San Juan Raya; su ubicación exacta se desconoce.

Suborden Anomiidina Gray, 1854
Superfamilia Limoidea Rafinesque, 1815
Familia Limidae Rafinesque, 1815
Género *Ctenoides* Mörch, 1853

Especie tipo. *Ostrea scabra* Born, 1778, por designación subsecuente de Stoliczka, 1871.

Reciente de las Indias Occidentales.

Diagnosis del género. Concha aovada a subtriangular, subequilateral, más alta que ancha, algo comprimida. Abertura bisal bien desarrollada, márgenes de proyectan en forma de labios. Aurículas bien diferenciadas, subiguales o la anterior ligeramente más grande. Área cardinal angosta; charnela con dientes laterales prominentes. Ornamentación de costillas radiales, redondeadas, que se bifurcan ventralmente y poseen escamas finas (Cox y Hertlein, 1969).

***Ctenoides* sp.**

Lám. V, figs. 8 y 9; Lám. VI, figs. 1 y 2

Descripción. Concha aovada, más alta que larga, subequilateral, ligeramente convexa. Aurículas muy cortas y continuas al margen de la concha; la aurícula anterior con margen labiado. Concha cubierta por numerosas costillas radiales, poco prominentes, que pueden cambiar ligeramente de dirección en la unión con las líneas de crecimiento, adquiriendo una apariencia ondulada; las costillas centrales se bifurcan a partir de la línea media de la concha. Interespacios muy pequeños.

Material examinado. Una valva izquierda (FCMP 12/512) y un fragmento (FCMP 12/513).

Medidas. Altura: 77.59 mm; longitud: \approx 60.75 mm.

Distribución. La distribución del género *Ctenoides* es cosmopolita. Su alcance estratigráfico abarca del Jurásico Superior (Tithoniano) al Reciente (Cox y Hertlein, 1969).

Discusión.

DETERMINACIÓN DEL GÉNERO.- El género *Ctenoides* presenta una gran similitud con otros dos géneros de la Familia Limidae: *Acesta* Adams y Adams, 1858 y *Lima* Bruguière, 1797, los cuales se diferencian de *Ctenoides* por presentar conchas inequilaterales y por carecer de costillas bifurcadas en la línea media. *Acesta*, además, presenta una reducción en la aurícula anterior. El patrón de costillas bifurcadas es una característica diagnóstica de *Ctenoides* y a pesar de que no se logra observar en el ejemplar FCMP 12/512 por estar cubierto parcialmente

con sedimento cementado, sí se puede distinguir en el ejemplar FCMP 12/513.

ESPECIES SIMILARES.- El material descrito para la Formación San Juan Raya presenta una gran similitud a la especie *Lima (Ctenoides) rapa* d'Orbigny, 1847 en Woods (1904, p. 40-42, fig. 6, lám. VII, fig. 1) del Cenomaniano de Dunscombe, Inglaterra y a la especie *Lima (Ctenoides?) subrapa* Nagao, 1934, (p. 212, lám. XXX (VIII), figs. 9, 10) del Aptiano-Albiano de Japón; sin embargo, debido a que el material japonés parece estar en un mal estado de conservación y a que no existen descripciones detalladas de *L. (C.) rapa*, no se considera asignar el material de San Juan Raya a ninguna de estas especies.

Localidades. SJR 1.

Género *Limea* Bronn, 1831

Especie tipo. *Ostrea strigilata* Brocchi, 1814, por monotipia. Mioceno de Austria.

Diagnosis. Concha pequeña, suborbicular o aovada, sin presentar la apertura bisal; escultura de costillas radiales con margen crenulado; área cardinal angosta, charnela con una serie de denticulos pequeños en cada lado, impresión del músculo aductor subcentral (Cox y Hertlein, 1969).

***Limea* sp.**

Lám. VI, figs. 3 y 4

Descripción. Ejemplar de talla mediana, equivalvo, concha oblicua de forma aovada. Valvas ligeramente convexas, aproximadamente con 20 costillas en ambas valvas, margen crenulado. Costillas ornamentadas, líneas de crecimiento en toda la concha, cuando éstas pasan por las costillas se forman estructuras de mayor tamaño. Valva derecha con 19 costillas. Valva izquierda con 21 costillas. El número de costillas es mayor debido a que los márgenes, tanto izquierdo como derecho, se encuentran fragmentados. Margen dorsal no conservado, incluyendo umbo y aurículas.

Material estudiado. Concha articulada casi completa. (HICUPA 00033).

Medidas. Altura: >28.16 mm; longitud: >26,16 mm.

Distribución. La distribución de este género es cosmopolita. Su alcance estratigráfico abarca del Triásico Medio (Anisiano) al Reciente (Cox y Hertlein, 1969; Szente y Vörös, 2003).

Discusión. En la actualidad, *Limea* es un género que predomina en aguas profundas y Dhondt (1989) asume que durante el Cretácico ocupaba el mismo hábitat. No obstante, menciona que existen algunas especies que se encuentran en sedimentos costeros. Este podría ser el caso de la especie *Limea sp.* ya que, como se había mencionado, el ambiente de depósito de la Formación San Juan Raya corresponde a aguas someras.

PROCEDENCIA DEL EJEMPLAR.- Este ejemplar se encuentra depositado en el Museo Comunitario Histórico Cultural Paleontológico (HICUPA) de Santa Ana Teloxtoc, Puebla.

Localidad. San Juan Raya; su ubicación exacta se desconoce.

VII. DISCUSIÓN

Consideraciones sistemáticas

Si bien las valvas izquierdas son importantes para la determinación de especies, no son fundamentales ya que las características diagnósticas se encuentran en la valva derecha. Esto permite que, a pesar de no contar con las valvas izquierdas, se pueda realizar la determinación a nivel de especie.

Un rasgo importante a considerar es la variabilidad interespecífica que existe en los ejemplares del género *Neithea* de San Juan Raya, así como en el material que ha sido previamente descrito para otras localidades. Existen caracteres que son más variables que otros, como el número de costillas intercalares, convexidad y tamaño. En el caso del número de costillas, si bien la mayoría de los ejemplares presentan el mismo número que aquel descrito en

la diagnosis, existen excepciones. En el caso de *N. (N.) alpina* se reconocen dos “variedades”, aquellas que presentan únicamente dos costillas en cada interespacio y aquellas en las cuales las costillas principales se trifurcan dando origen a costillas laterales. Esta variabilidad es algo que se ha observado tanto en San Juan Raya como en la región mediterránea (Dhondt, 1973b). Para *N. (N.) coquandi* se han reportado muchos morfotipos y variedades basadas en diferencias en el número de costillas intercalares. *N. (N.) syriaca* y *N. (N.) atava* también presentan una gran variabilidad, inclusive presentando distinto número de costillas en cada interespacio. Debido a que la variabilidad de este carácter ha sido observada en distintas localidades, se puede pensar que se trata de la variabilidad genética de las especies.

En el caso del tamaño, los ejemplares de *N. (N.) coquandi* de la Formación San Juan Raya son de talla pequeña. Esto contrasta con la diagnosis (ver diagnosis de *N. (N.) coquandi*, págs. 36-37) la cual menciona que se tratan de ejemplares de talla mediana a grande. Esta variabilidad se puede explicar de varias maneras: como se mencionó previamente, existió una selección por tamaños, esto puede haber hecho que únicamente se seleccionaran organismos juveniles; o puede ser que los ejemplares de San Juan Raya no alcanzaran tallas más grandes, tal vez por condiciones ecológicas o ambientales. Todas las demás especies de *Neithea* presentan tamaños que coinciden con aquellos descritos en la diagnosis.

En cuanto a la convexidad, la especie más variable es *N. (N.) alpina*. La mayoría de los ejemplares de *N. (N.) alpina* de San Juan Raya presentan valvas derechas muy convexas, lo cual contrasta con su diagnosis (ver diagnosis de *N. (N.) alpina*, págs. 32-33). Esta variabilidad puede deberse a cuestiones ambientales como el tipo de sustrato.

Consideraciones ecológicas

Hasta el momento, el conocimiento de los bivalvos pectínidos de la Formación San Juan Raya ha sido muy limitado, en gran medida debido a que no son abundantes. Sin embargo, son elementos importantes en comunidades de mares someros y sirven como herramientas biogeográficas.

Un acercamiento importante al conocimiento de estos organismos es conocer cuál es su estado de preservación. El material de pectínidos de la Formación San Juan Raya se encuentra generalmente desarticulado. En el caso específico de los ejemplares del género *Neithea*, usualmente se conserva sólo la valva derecha y únicamente dos ejemplares presentan la valva izquierda. De acuerdo a Andrade *et al.* (2004), una asociación *in situ* o poco transportada de *Neithea* se encuentra constituida de aproximadamente el mismo número de valvas derechas e izquierdas. Un mayor transporte está representado únicamente por valvas derechas ya que éstas son más pesadas; las valvas izquierdas son removidas por ser más frágiles y livianas.

En algunos de los estratos donde se encuentran varios ejemplares de *Neithea* se puede observar una selección por tamaños. La mayoría de los ejemplares de *Neithea* presentan algún tipo de fragmentación, en especial de las aurículas; solamente dos ejemplares presentan aurículas, sin embargo, éstas se encuentran parcialmente fragmentadas. Debido a que éstas son estructuras pequeñas y frágiles, generalmente no se conservan.

Por otro lado, el material de las especies de los géneros *Chlamys*, *Ctenoides* y *Limea* también se encuentra fragmentado. De éstos, sólo un ejemplar de *Ctenoides* presenta ambas aurículas. A diferencia de los organismos de la Familia Pectinidae, las aurículas de *Ctenoides* no se encuentran diferenciadas del resto de la concha, es decir, no presentan una muesca bisal. Esta característica de la Familia Limidae hace que las aurículas tengan una mayor capacidad de preservación. En el caso del ejemplar de *Limea* las aurículas no están presentes debido a que toda la parte dorsal de la concha se encuentra fragmentada. Todos los ejemplares de estos tres géneros son escasos.

Es importante notar las diferencias en composición de la concha de los distintos géneros presentes en San Juan Raya y cómo esto pudo haber influido en la preservación del material. Los géneros de la Familia Pectinidae (*Neithea* y *Chlamys*) presentan una concha de composición principalmente calcítica, la cual aumenta su capacidad de preservación y su posibilidad de identificación taxonómica. Por otro lado, la Familia Limidae, representada por *Ctenoides* y *Limea*, se caracteriza por conchas de composición principalmente aragonítica (Tabla 1). Esto puede explicar por qué se encontró más material perteneciente a los géneros de la Familia Pectinidae que a los de la Familia Limidae en la Formación San Juan Raya.

Tabla 1. Se muestran las especies encontradas así como sus hábitos de vida, composición de la concha (A= Aragonítica, C= Calcítica), alcance estratigráfico, distribución geográfica y localidades (basado en Alencáster [1956]; Hayami [1965]; Cox y Hertlein [1969]; Dhondt [1973a, 1973b, 1982]; Hayami y Noda [1977]; Szente y Vörös [2003]; Andrade *et al.* [2004]; Iba y Sano [2008]; Monteiro *et al.* [2010]; Alejandrino *et al.* [2011]; Quiroz-Barroso [2012]).

ESPECIES	HÁBITOS DE VIDA	COMPOSICIÓN DE LA CONCHA	ALCANCE ESTRATIGRÁFICO	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	LOCALIDADES
<i>Chlamys subacuta</i> (Lamarck, 1819)	Epifaunal bisado	C/A	Aptiano- Turoniano	Europa (Alemania, Austria, Bélgica, España, Francia, Gran Bretaña, Hungría, República Checa), África (Argelia, Túnez), Medio Oriente (Israel, Jordania), América (México)	SJR 3 nivel b SJR 6
<i>Neithea (Neithea) alpina</i> (d'Orbigny, 1847)	Epifaunal no bisado	C/A	Aptiano- Maastrichtiano	Europa (Austria, Francia), África (Argelia, Egipto, Marruecos), Asia (India Japón, Rusia), América (EUA, Brasil, Jamaica, México) y Medio Oriente (Israel y Omán)	SJR 5 nivel c SJR 6
<i>Neithea (Neithea) coquandi</i> (Péron, 1877)	Epifaunal no bisado	C/A	Aptiano superior- Santoniano	Europa (Austria, Francia, España), África (Angola, Argelia, Egipto, Somalia), América (Brasil, México), Medio Oriente (Irak, Israel, Líbano, Siria, Turquía)	SJR 5 nivel a SJR 5 nivel b SJR 6
<i>Neithea (Neithea) syriaca</i> (Conrad, 1852)	Epifaunal no bisado	C/A	Barremiano- Cenomaniano	Europa (Francia, Gran Bretaña, Suiza), África (Angola, Madagascar, Sudáfrica, Somalia), América (México), Medio Oriente (Israel, Jordania, Líbano, Siria)	953 SJR 5 nivel b SJR 7
<i>Neithea (Neithea) atava</i> (Römer, 1839)	Epifaunal no bisado	C/A	Berriasiano- Albiano	Europa (Suiza, Francia, Bulgaria, Alemania, Hungría, Serbia), Asia (Japón), África (Argelia, Etiopía, Tanzania), América (Trinidad, México)	SJR 3 nivel a
<i>Neithea (Neithella) sp.</i>	Epifaunal no bisado	C/A	“Neocomiano”- Turoniano	Cosmopolita	Fm. San Juan Raya, localidad desconocida
<i>Ctenoides sp.</i>	Epifaunal bisado	A/C	Jurásico superior (Tithoniano)- Reciente	Cosmopolita	SJR 1
<i>Limea sp.</i>	Epifaunal bisado	A/C	Triásico medio (Anisiano)- Reciente	Cosmopolita	Fm. San Juan Raya, localidad desconocida

En relación a la fauna asociada, el ejemplar de *Ctenoides* se encontró junto con ostras, foraminíferos y turrítelas. Los ejemplares de *Neithea* se han encontrado asociados a organismos como *Corbis* sp., ostras, trigonias y foraminíferos, así como un fragmento de crustáceo y radiolas de erizo. Cabe mencionar que en un estrato (SJR 5 nivel b) se registra la presencia de dos especies del género *Neithea*: *Neithea (Neithea) syriaca* y *Neithea (Neithea) coquandi*, esta última se encuentra representada únicamente por un ejemplar. La presencia de ambas especies puede ser explicada de varias maneras: estas especies pudieron coexistir explotando nichos ecológicos distintos; puede tratarse de un efecto tafonómico ya que hay evidencia de transporte y selección por tamaños; o el ejemplar de *N. (N.) coquandi* puede presentar características que entren dentro del rango de variabilidad de *N. (N.) syriaca* y, por lo tanto, tratarse de variedades de una misma especie.

Enfocándonos en la asociación de especies del género *Neithea*, existen localidades parecidas a San Juan Raya. Para el Aptiano de Japón, se registra la presencia de *Neithea (Neithea) alpina*, *Neithea (Neithea) atava* y *Neithea (Neithea) syriaca amanoi* Hayami, 1965. Existen localidades en las cuales se presentan en conjunto, *N. (N.) atava* con *N. (N.) alpina*, *N. (N.) atava* con *N. (N.) syriaca amanoi*, *N. (N.) syriaca amanoi* con *N. (N.) alpina* o bien, las tres especies juntas (Iba y Sano, 2008). Cabe señalar que para Japón, la especie *N. (N.) syriaca* únicamente se encuentra representada por la subespecie *N. (N.) syriaca amanoi*; sin embargo, a pesar de ser considerada tentativamente como una subespecie, Hayami y Noda (1977) mencionan que sus características morfológicas pueden deberse a variación geográfica. Debido a esto, en el presente trabajo se consideran los registros a la subespecie *N. (N.) syriaca amanoi* como parte del registro total de *N. (N.) syriaca*. Para el Albiano tardío de Brasil, en la Cuenca Camamu se encuentran las especies *N. (N.) alpina* y *N. (N.) coquandi* (Andrade *et al.*, 2004) (ver Fig. 10).

Se han descrito comunidades que presentan tanto a especies de los géneros *Neithea* y *Chlamys* para el Cretácico, particularmente de Inglaterra (Kennedy, 1978): para el Albiano, se han referido comunidades de *Exogyra*, pectínidos y esponjas; éstas se presentan en ambientes someros de alta energía con sustratos limo arenosos. Las comunidades de *Exogyra*, dominadas por las especies de este género, se caracterizan por tener una

diversidad bentónica baja. También existe la presencia de pectínidos como *Neithea*, *Chlamys* y *Entolium* así como de otros bivalvos, turritélidos, amonites y serpúlidos. La comunidad de esponjas está caracterizada principalmente por el género *Siphonia* y cuenta, a su vez, con *Exogyra*, *Neithea* y *Chlamys*. El sedimento asociado presenta estructuras de bioturbación de tipo *Thalassinoides*. Para el Cretácico Superior, existen comunidades muy parecidas a las anteriores como las del Cenomaniano inferior que cuentan con elementos como *Exogyra*, *Neithea*, *Chlamys* y amonites, así como el icnofósil *Thalassinoides*. Estas comunidades, de cierta manera, pueden compararse con las que se encuentran en la Formación San Juan Raya, ya que cuentan con elementos faunísticos y ambientales similares.

En cuanto a sus hábitos de vida y distribución, los organismos de género *Neithea* son considerados como buenos indicadores del Dominio del Tethys y de condiciones climáticas calurosas (Iba y Sano, 2008). Debido a lo anterior, probablemente habitaron aguas someras de sustratos arenosos. Estos organismos eran de vida libre; la valva derecha se encontraba en contacto con el sustrato, parcialmente enterrada, mientras que la valva izquierda podía ser cubierta por una pequeña capa de sedimento (Hayami y Noda, 1977; Andrade *et al.*, 2004; Quiroz-Barroso, 2012). Por otra parte, Hessel y Maia (2006), en un estudio de la especie *N. (N.) coquandi*, proponen que esta especie se encontraba adherida al sustrato por medio de un biso (Fig. 9); consideran que esta hipótesis se ve reforzada por el mayor desarrollo de la aurícula anterior. El hecho de ser formas bisadas dificultaría que las conchas se volcaran y que la valva derecha quedara por encima de la izquierda, impidiendo la apertura de las valvas. Si bien existen distintas propuestas sobre su modo de vida, en este trabajo se consideran como formas libres y no bisadas debido a observaciones sobre su morfología (no presentan abertura ni muesca bisal). A diferencia del género *Neithea*, los organismos de los géneros *Chlamys*, *Ctenoides* y *Limea* se consideran como formas epibisadas (Mikkelsen y Bieler, 2003; Alejandrino *et al.*, 2011; Quiroz-Barroso, 2012) (Tabla 1).

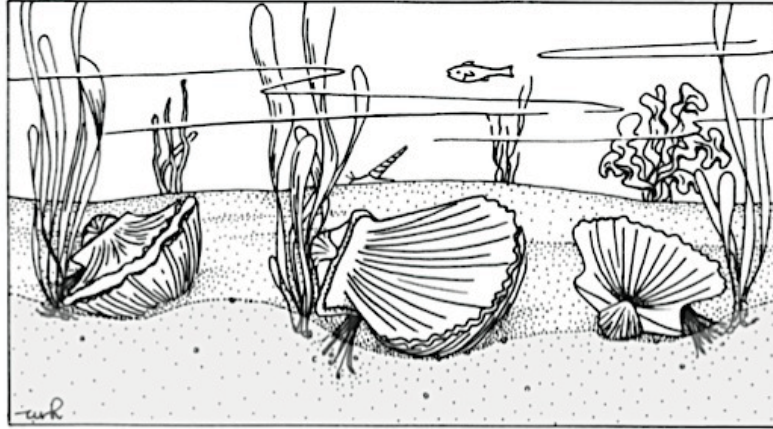


Fig. 9. Forma de vida de *Neithea (Neithea) coquandi* según Hessel y Maia (2006).

Consideraciones biogeográficas

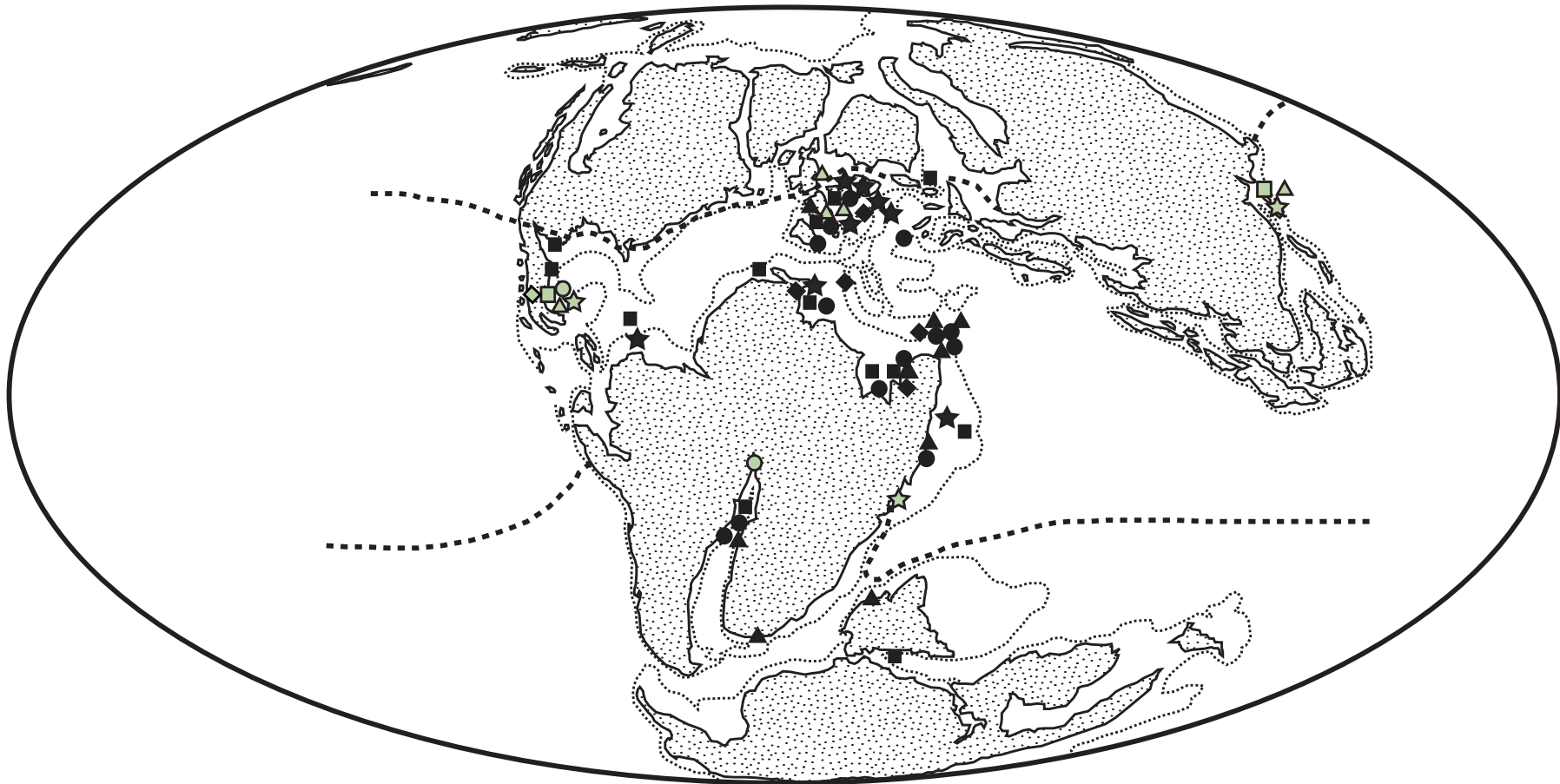
Los géneros descritos en este trabajo presentan una distribución cosmopolita (Cox y Hertlein, 1969; Kauffman, 1973; Allen, 2004), por lo que para la discusión biogeográfica se consideraron a las especies determinadas de los géneros *Neithea (Neithea)* y *Chlamys*.

El género *Neithea* es muy importante desde el punto de vista paleobiogeográfico debido a que es un indicador que ayuda a comprender las relaciones entre el Dominio del Tethys y sus zonas periféricas (Iba *et al.*, 2011). En la región del Mediterráneo, el género *Neithea* se diversificó gradualmente del Berriasiano al Cenomaniano, donde alcanzó su máxima diversidad. Posteriormente, ésta disminuyó, extinguiéndose a finales del Cretácico. Iba *et al.* (2011) observaron que la diversificación de *Neithea* en la región Mediterránea durante el Albiano es consistente con aumentos en la temperatura y nivel del mar. En la región noroeste del Pacífico, el género *Neithea* aparece en el Berriasiano y alcanza un máxima diversidad durante el Aptiano tardío, posteriormente ésta decrece para desaparecer en el Cenomaniano. Esta diversificación en el Aptiano tardío posiblemente sea consecuencia de la fase de calentamiento global durante esta edad (*Late Aptian global warming phase*) (Iba y Sano, 2008). Considerando esto, se puede observar que existe una tendencia opuesta en el Mediterráneo y en el Pacífico Noroeste. A partir del Aptiano tardío, el número de especies aumenta en el Mediterráneo mientras que en el Pacífico Noroeste disminuye. Iba y Sano (2007) proponen que, durante el Aptiano tardío y Albiano medio, la región del Pacífico Noroeste se separó del Dominio del Tethys posiblemente debido a

condiciones de enfriamiento climático y cambios en la circulación oceánica. Así, se formó la provincia del Pacífico Norte, explicando la desaparición gradual del género *Neithea* en el Pacífico Noroeste. Cabe señalar que un factor común del aumento de la diversidad es el incremento en la temperatura, tanto en el Cretácico medio (diversificación en el Mediterráneo) como en el Aptiano tardío (diversificación en el Pacífico Noroeste).

Para el Aptiano, la distribución de las especies de *Neithea* no muestra un claro patrón biogeográfico, encontrándose distribuidas en México (este trabajo), Europa, Japón, Medio Oriente, Brasil y África (Fig. 10), esto se puede deber a distintos factores. En el caso de *N. (N.) alpina*, ésta ha sido referida para el Aptiano únicamente en México (este trabajo) y Japón; el alcance estratigráfico en la zona mediterránea comienza en el Albiano. Es posible que por cuestiones tafonómicas y/o de recolecta, esta especie no haya sido referida aún en localidades mediterráneas. Este parece ser el mismo caso para *N. (N.) coquandi*, la cual se encuentra en México y Brasil. *N. (N.) syriaca* y *N. (N.) atava* presentan alcances estratigráficos más amplios, del Barremiano al Cenomaniano y del Berresiano al Albiano respectivamente. Por lo tanto, podría inferirse que estas especies también se encuentran en estratos aptianos, sin embargo, no existen registros de ello. Por otra parte, la especie *Chlamys subacuta*, hasta este trabajo, no había sido referida para localidades aptianas (Fig.10).

Según Kauffman (1973), los límites geográficos del Dominio del Tethys incluyen el Caribe, la costa oeste de América desde Baja California hasta Perú, el Sur de Asia y las costas noreste y noroeste de África. Otros autores han propuesto que el límite asiático no se encontraba al sur sino en la costa noreste, incluyendo Japón (Masse, 1992; Iba y Sano, 2007, 2008). Considerando esto, la mayoría de los reportes cretácicos de los géneros *Neithea* y *Chlamys* se encuentran dentro del Dominio del Tethys (Fig. 10). Sin embargo, existen otros reportes en localidades fuera de esta unidad biogeográfica, e.g. Brasil, Madagascar e India. Considerando que los pectínidos presentan un desarrollo planctotrófico, este patrón de distribución mundial puede ser explicado por medio de paleocorrientes (Fig. 11).



- ■ *Neithea (Neithea) alpina*
- ● *Neithea (Neithea) coquandi*
- ▲ ▲ *Neithea (Neithea) syriaca*
- ☆ ☆ *Neithea (Neithea) atava*
- ◆ ◆ *Chlamys subacuta*
- (green) Registros aptianos
- (black) Otros registros cretácicos

- Límites del Dominio del Tethys
- Mares someros
- (dotted) Área continental

Fig. 10. Mapa de la distribución de las especies de los géneros *Neithea* y *Chlamys* en el Cretácico (reconstrucción geográfica modificada de Blakey [2011], con información de Kauffman [1973], Masse [1992] y Takashima *et al.* [2007]).

Para el Aptiano, la distribución en Norteamérica, Europa y Medio Oriente se puede deber a las corrientes con dirección este-oeste que cruzaban el Mar de Tethys (Gordon, 1973; Smith *et al.*, 2004). Al llegar a la costa noreste de África, parte de éstas se desvían hacia el sur, pasando entre la costa este de África y Madagascar (registro de Tanzania). Una vez en la parte más meridional del continente africano, existe una corriente con dirección norte que baña las costas suroestes de África y surestes de América (registro de Brasil) (Koutsoukos, 1992). Los registros de Japón también pueden deberse a corrientes que conectaban al Mar de Tethys con el Pacífico. Para el resto del Cretácico, los patrones de corrientes se mantienen relativamente constantes, sin embargo, cambios en la conformación continental los modifican, por ejemplo, una vez que se separan América y África, existen corrientes que pasan entre estos dos continentes.

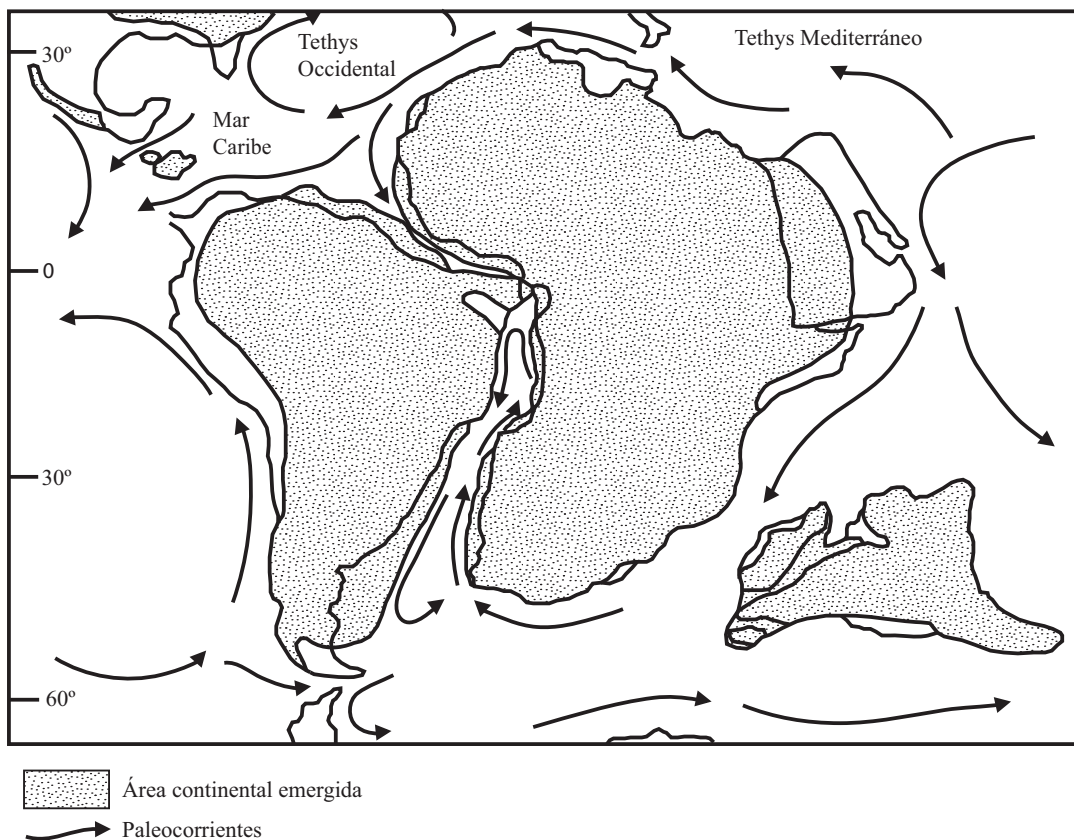


Fig. 11. Distribución continental y paleocorrientes durante el Aptiano (modificado de Néraudeau y Mathey [2000]).

Ya que el género *Neithea* es cosmopolita (Kauffman, 1973) y ha sido estudiado en distintas localidades cretácicas, es importante notar que existen muchas especies descritas, en especial para el Cretácico de Norteamérica. Después de la revisión sistemática realizada, resulta evidente que, si bien muchas especies se diferenciaron por eventos de vicarianza, algunas pueden ser consideradas como sinonimias, tratándose de variedades geográficas. Sin embargo, no se ha realizado una revisión sistemática formal del material norteamericano; ésta sería de gran importancia para poder tener un mejor entendimiento sobre la biogeografía del género, en especial en América del Norte.

VIII. CONCLUSIONES

- Se describen ocho especies del Orden Pectinida para la Formación San Juan Raya:
 - *Chlamys subacuta*
 - *Neithea (Neithea) alpina*
 - *Neithea (Neithea) coquandi*
 - *Neithea (Neithea) syriaca*
 - *Neithea (Neithea) atava*
 - *Neithea (Neithella) sp.*
 - *Ctenoides sp.*
 - *Limea sp.*
- El presente trabajo constituye el primer estudio sistemático de los géneros *Chlamys*, *Neithea (Neithea)*, *Ctenoides* y *Limea* para la Formación San Juan Raya y el primer registro para el Cretácico de México de *Neithea (Neithella)*, *Ctenoides* y *Limea*.
- La presencia de *Chlamys subacuta* en rocas de la Formación San Juan Raya constituye el registro más antiguo para esa especie, ampliando su alcance estratigráfico del Aptiano al Turoniano.
- Los hábitos de vida de las especies del género *Neithea*, así como el estado de preservación del material en general, corroboran que el ambiente de depósito corresponde a aguas marinas someras de energía moderada.
- La distribución de las especies de los géneros *Neithea* y *Chlamys* se encuentra principalmente dentro del Dominio del Tethys.
- Los patrones de distribución durante el Cretácico para las especies de *Neithea* y *Chlamys* pueden ser explicados por medio de paleocorrientes.

- Es necesario una revisión sistemática de las especies de *Neithea* de Norteamérica, en especial de localidades de México y Texas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, H., Adams, A., 1858, The genera of Recent Mollusca; arranged according to their organization- Vol. II: London, J. van Voorst, Paternoster Row., 682 pp.
- Adkins, W.S., 1928, Handbook of Texas Cretaceous Fossils: Texas University Bulletin, 2838, 385 pp.
- Aguilera, J.G., 1906, Excursion de Tehuacán à Zapotitlán et San Juan Raya: México, D.F., México, X Congreso Geológico Internacional, Libro guía de la excursión, 27 p.
- Aguirre, J., Braga, J.C., Jiménez, A.P., Rivas, P., 1996, Substrate- related changes in pectinid fossil assemblages: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 126, 291-308.
- Alejandrino, A., Puslednik, L., Serb, J.M., 2011, Convergent and parallel evolution in life habit of the scallops (Bivalvia: Pectinidae): BMC Evolutionary Biology, 11(164), 1-9.
- Alencáster, G., 1956, Pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla: Paleontología Mexicana, (2), 1-47.
- Allen, J.A., 2004, The Recent species of the genera *Limatula* and *Limea* (Bivalvia, Limacea) present in the Atlantic, with particular reference to those in deep wáter: Journal of Natural History, 38, 2591–2653.
- Amler, M. R. W., 1999, Synoptical classification of fossil and Recent Bivalvia: Geologica et Palaeontologica, 33, 237- 248.
- Andrade, E.J., Seeling, J., Bengtson, P., Souza-Lima, W., 2004, The bivalve *Neithea* from the Cretaceous of Brazil: Journal of South American Earth Sciences, 17, 25-38.
- Bambach, R.K., Bush, A.M., Erwin, D.H., 2007, Autoecology and the Filling of Ecospace: key Metazoan Radiations: Palaeontology, 50(1), 1-22.
- Barceló-Duarte, J., 1978, Estratigrafía y Petrografía Detallada del Área de Tehuacán-San Juan Raya, Edo. de Puebla: México, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional 3Autónoma de México, tesis profesional, 143 pp.
- Barucca, M., Olmo, E., Schiaparelli, S., Canapa, A., 2004, Molecular phylogeny of the family Pectinidae (Mollusca: Bivalvia) based on mitochondrial 16S and 12S rRNA genes: Molecular Phylogenetics and Evolution, 31, 89-95.
- Bieler, R., Carter, J. G., Coan, E.V., 2010, Classification of bivalve families, *in* Bouchet, P., Rocroi, J. P. (eds.), Nomenclator of bivalve families: Malacologia, 52(2), 1- 184.
- Blakey, R., 2011, Early Cretaceous (120 Ma), Ron Blakey y Colorado Plateau Geosystems, Inc., Mollewide Plate Tectonic Maps, 25/ 04/ 2013, <http://cpgeosystems.com/120moll.jpg>.
- Blanckenhorn, M., 1934, Die Bivalven der Kreideformation von Syrien- Palästina: Palaeontographica, 81A, 161-296.
- Bogdanova, T.N., Lobacheva, S.V., 1996, Fauna neokoma Kopet-Daga (Neocomian Fauna of the

- Kopet Daga: Problema Neftegazonosnosti Srednei Azii, Vsesoiuznyi Nauchno-Issledovatel'skii Geologicheskii Institut, 130(6), 142 pp.
- Böse, E., 1910, Monografía geológica y paleontológica del Cerro de Muleros cerca de Ciudad Juárez, Estado de Chihuahua y descripción de la fauna cretácica de La Encantada, Placer de Guadalupe, Estado de Chihuahua: Boletín del Instituto Geológico de México, 25, 193 pp.
- Born, I., 1778, Index rerum naturalium Musei Caesarei Vindabonensis. Pars I. ma Testacea-Verzeichniß der natürlichen Seltenheiten des K. K. Naturalien- Kabinets zu Wien. Erster Theil: Viena, Austria, Schalthiere, 458 pp.
- Bouchet, P., Rocroi, J.P., Bieler, R., Carter, J. G., Coan, E. V., 2010, Nomenclator of Bivalve Families with a Classification of Bivalve Families: Malacología, 52(2), 1-184.
- Brand, A. R., 2006, Scallop Ecology: Distributions and Behaviour, *in* Shumway, S.E., Parsons, J.G.J. (eds.), *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*: Amsterdam, Elsevier, 651- 744.
- Brocchi, G., 1814, Conchiologia fossile subapennina, con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente: Milano, Stamperia reale, 712 pp.
- Bronn, H.G., 1831, Italiens Tertiär-Gebilde und deren organische Einschlüsse: vier Abhandlungen: Heidelberg, Gross, 176 pp.
- Bruguère, M., 1797, Encyclopédie Méthodique. Histoire naturelle des vers. Tome premier: Paris, C. Panckoucke, 794 pp.
- Bucur, I.I., 2010, The Urganian biosedimentary systems: Case studies from Romanian Carpathians and comparisons with other areas of the Tethyan Realm: Cluj-Napoca, 20-23, 296-301.
- Buitrón, B.E., 1970, Equinoides del Cretácico Inferior de la Región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla: Paleontología Mexicana, 30, 1-65.
- Buitrón, B.E., Barceló-Duarte, J., 1980, Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla: Revista del Instituto de Geología, 4(1), 46-55.
- Burckhardt, C., 1930, Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicaine: Mémoires de la Société Paléontologique Suisse, 49(4), 1-123, 50(1), 125- 280.
- Butler, G.W., 1922, On the Perna-bed and the Weald-Clay at Reigate: Proceeding of the Geologists Association, 33, 423-446.
- Calderón, G. A., 1956, Excursión A-11: Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica del sur del Estado de Puebla; Presa de Valsequillo, Sifón de Huexotitlanapa y problemas hidrológicos de Puebla, *en* XX Congreso Geológico Internacional, México: México, Manuel Maldonado- Koerdell, 5-27.
- Carter, J. G., Altaba, C. R., Anderson, L. C., Araujo, R., Alexander S. Biakov, A. S., Bogan, A. E., Campbell, D. C., Campbell, M., Jin-hua, C., Cope, J. C. W., Delvene, G., Dijkstra, H. H., Zong-jie, F., Gardner, R. N., Gavrilova, V. A., Goncharova, I. A., Harries, P. J., Hartman, J. H., Hautmann, M., Hoeh, W. R., Hylleberg, J., Bao-yu, J., Johnston, P., Kirkendale, L., Kleemann, K., Koppka, J., Kříž, J., Machado, D., Malchus, N., Márquez-Aliaga, A., Masse, J.

- P., McRoberts, C. A., Middelfart, P. U., Mitchell, S., Neveeskaja, L. A., Özer, S., Pojeta, J., Polubotko, I. V., Pons, J. M., Popov, S., Sánchez, T., Sartori, A. F., Scott, R. W., Sey, I. I., Signorelli, J. H., Silantiev, V. V., Skelton, P. W., Steuber, T., Waterhouse, J. B., Wingard, G. L., Yancey, T., 2011, A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca): Paleontological Contributions, (4), 1- 47.
- Charles, R.P., 1948, Notes sur les fossiles hauteriviens du massif d'Allauch, II. Les Lamellibranches: Bulletin du Museum d'histoire naturelle de Marseille, 6, 1-35.
- Checa A., Domènech, R., 2009, Clase Bivalvia. *en* Rivas, P., Martínez Chacón, M.L. (eds.). *Paleontología de invertebrados*: Oviedo, Sociedad Española de Paleontología, IGME, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, 235- 271.
- Chenu, J.C., 1862, Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyologique, vol. 2. Pectinidae: Paris, Victor Masson, 182-187.
- Choffat, P., 1902, Faune crétacique du Portugal. Espèces nouvelles ou peu connues: *Quatrième série*, 107-171.
- Conrad, T.A., 1852, Description of the fossils of Syria, collected in the Palestine Expedition, *in* Lynch, W.F. (ed.), Official Report of the US Expedition to explore the Dead Sea and the River Jordan: Baltimore, 211-235.
- Conrad, T.A., 1855, Descriptions of one Tertiary and eight new Cretaceous fossils from Texas, in the collection of Major Emory: Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 7, 268-269.
- Conrad, T.A., 1857, Descriptions of Cretaceous and Tertiary Fossils: Report of the United States and Mexican Boundary Survey by W.H. Emory, 1, 141 pp.
- Coquand, H., 1862, Géologie et paléontologie de la région sud de la province de Constantine: Marseille, Arnaud, 1-320.
- Coquand, H., 1869, Monographie du genre *Ostrea*, Terrain Crétacé: Paris, J. B. Baillière & fils, 215 pp.
- Cossmann, M., 1907, Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-les-Alais (Gard). Descriptions des Gastropodes et Pélécy-podes: Mémoires de la Société Géologique de France. Paléontologie, 37, 6- 42.
- Cossmann, M., 1916, Les coquilles des calcaires d'Orgon (B.-du-R.): Bulletin de la Société géologique de France, 16(4), 336-431.
- Cotteau, G., 1853- 1857, Etudes sur les Mollusques fossiles du département de l'Yonne: Paris, J.B. Baillière, 1-141.
- Cotteau, G., 1880, l'Echinides nouveaux ou peu connus: Bulletin de la Société Zoologique de France, 10, 551-564.
- Cox, L.R., 1954, Lower Cretaceous Mollusca from Point-à-Pierre, Trinidad: Journal of Paleontology, 28, 622-636.

- Cox, L.R., 1969, Ontogeny, *in* Moore, R.C. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N: Lawrence, KS, Geological Society of America and University of Kansas Press, N91–N102.
- Cox, L.R., Hertlein, L.G., 1969, Limidae, *in* Moore, R.C. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N: Lawrence, KS, Geological Society of America and University of Kansas Press, N348–N373.
- Cragg, S.M., 2006, Development, Physiology, Behaviour and Ecology of Scallop Larvae, *in* Shumway, S.E., Parsons, J.G.J. (eds.), *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*: Amsterdam, Elsevier, 45- 122.
- Cragin, F.W., 1893, A contribution to the invertebrate paleontology of the Texas Cretaceous: Texas Geological Survey 4th Annual Report, 2, 139-248.
- d'Archiac, A., 1847, Rapport sur les Fossiles du Tourtia: Memoires de la Société Géologique de France, 2(2), 291-351.
- d'Orbigny, A., 1844-1847, Paleontologie française: Description des Mollusques et rayonnés fossiles de France. Terrain crétacés III, Lamellibranches: Paris, G. Masson, 807 pp.
- d'Orbigny, A., 1850, Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés: Paris, G. Masson, 428 pp.
- Dacqué, E., 1905, Beiträge zur Geologie des Somalilandes. I. Teil: Untere Kreide: Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich- Ungarns, 17, 7-20.
- Dacqué, E., 1939, Die Fauna der Regensburg- Kelheimer Oberkreide: München, Verl. der Bayer. Akad. der Wiss., 218 pp.
- Dartevelle, E., Freneix, S., Sornay, J., 1957, Mollusques fossiles du Crétacé de la Côte occidentale d' Afrique du Cameroun à l' Angola: Lamellibranches: Annales du Musée royal du Congo Belge, 20, 1-271.
- De Loriol, P., 1875- 1876, Notes sur quelques especes nouvelles appartenant à la classe des Échinodermes: Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, 24, 659-673.
- Defrance, M.J.L., 1825, Dictionnaire des sciences naturelles: Strasbourg y Paris, Peigne, 234- 268.
- Desor, F., 1858- 1859, Synopsis des Échinides fossiles: Paris, G. Reinwald, 490 pp.
- Dhondt A.V., 1973a, Systematic revision of the Chlamydinae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous. Part 3: *Chlamys* and *Mimachlamys*: Bulletin de l'Institut Royal des Science Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 49 (1), 1-134.
- Dhondt, A.V., 1973b, Systematic revision of the subfamily Neitheinae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous: Institut Royal des Science Naturelles de Belgique, Mémoire 176, 101 pp.
- Dhondt, A.V., 1982, Some Spanish Cretaceous bivalves: Cuadernos de geología ibérica, (8), 847-

866.

- Dhondt, A.V., 1989, Late Cretaceous *Limea* (Pseudolimea) species of Europe: Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 59, 105-125.
- Douvillé, H., 1900, Sur quelques Rudistes Américaines, Bulletin de la Société Géologique de France, serie 3, 26, 386.
- Drouet, C., 1824, Sur un nouveau genre de coquille de la famille des Arcacées et description d'une nouvelle espèce de Modiole fossile: Memoires de la Society linneenne de Paris, 3, 183-192.
- Duncan, P.M., 1869, Note on the Echinodermata, Bivalve Mollusca, and some other fossil species from the Cretaceous Rocks of Sinai: Q. J1 Geological Society of London, 25, 44- 46.
- Escalante-Ruíz, A. R., 2006, Estudio paleobiológico de las trigonias de la Formación San Juan Raya, Cretácico Inferior de Puebla, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de licenciatura, 55 pp.
- Escalante-Ruiz, A.R., Quiroz-Barroso, S.A., 2006, Paleobiología de las trigonias de la Formación San Juan Raya, Estado de Puebla, México (resumen), en X Congreso Nacional de Paleontología, Ciudad de Mexico: México, Sociedad Mexicana de Paleontología, Instituto de Geología y Facultad de Ingeniería, UNAM, Memoria, p. 35.
- Felix, J., 1891, Versteinerungen aus der mexikanischen Jura und Kreideformation: Palaeontographica, 37, 140-199.
- Ferreira, C.S., Klein, V.C., 1979, Paleontologia e estratigrafia de uma facies estuarina da Formação Itapecuru, Estado do Maranhão: Anais da Academia Brasileira de Ciências, 51, 523-533.
- Fritsch, A., 1883, Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. III. Die Iserschichten: Das Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen, 5(2), 1- 137.
- Fritsch, A., 1911, Studien im Gebiete der böhmischen Kreideformation. Ergänzung zu Band Illustriertes Verzeichniss der Petrefacter der cenomanen Koryzaner Schichten: Das Archiv für die naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen, 15(1), 3-101.
- Geinitz, H.B., 1842, Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsisch- böhmischen Kreidegebirges III: Dresden y Leipzig, In der Arnoldischen buchhandlung, 63-116.
- Geinitz, H.B., 1872, Das Elbthalgebirge in Sachsen. Der mittlere und obere Quader. II. Brachiopoden und Pelecypoden: Palaeontographica, 20(2), 23-72.
- Goldfuss, A., 1833, Petrefacta Germaniae. Vol. II: Dusseldorf, Arnz, 68 pp.
- González-Arreola, C., 1974, *Phylloceras* del Cretácico Inferior de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 35, 29-37.
- Gordon, W.A., 1973, Marine Life and Ocean Surface Currents in the Cretaceous: The Journal of Geology, 81(3), 269-284.
- Gray, J.E., 1854, A revision of the arrangement of the families of bivalve shells (Conchifera): The

- Annals and Magazine of Natural History (Series 2), 13(77), 408-418.
- Haentzschel, W., 1933, Das Cenoman und die Plenus-Zone der sudetischen Kreide: Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt, 150, 5- 161.
- Hamlin, C.E., 1884, Results of an examination of Syrian molluscan fossils chiefly from Mount Lebanon: Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Harvard, 3, 1-68.
- Hanai, T., Hayami, I., Obata, I., 1968, Notes on the Cretaceous Miyako Group: Memoires of the National Science Museum, 1, 20-27.
- Harland, W.B., Armstrong, R.L., Cox, A.V., Craig, L.E., Smith, A.G., Smith, D.G., 1989, A Geologic Time Scale 1989: Cambridge, Cambridge University Press, 263 pp.
- Hayami, I., 1965, Lower Cretaceous Marine Pelecypods of Japan. Part 1: Memoirs of the Faculty of Science, Kyushi University Series D, 15(2), 221- 349.
- Hayami, I., 1984, Natural History and Evolution of *Cryptopecten* (a Cenozoic Recent Pectinid Genus): The University of Tokyo Bulletin, 24, 149 pp.
- Hayami, I., Noda, M., 1977, Notes on the morphology of *Nietha* (Cretaceous pectinids) with taxonomic revision of Japanese species: Transactions and Proceeding of the Palaeontological Society of Japan, 105, 27-54.
- Hernández-Láscares, D., Galván-Mendoza, 1990, *Lamellaerhynchia* cf. *renauxiana* (D'Orbigny) (Brachiopoda-Rhynchonellidae) del Cretácico Inferior de la región de San Lucas Teletetiltlán, Estado de Puebla, Centro Sur de México: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, 2(2), 47-55.
- Hernández-Ocaña, M. I., 2012, Tafonomía y paleoecología de las ostras cretácicas de la Formación San Juan Raya, Puebla, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de licenciatura, 76 pp.
- Hernández-Ocaña, M. I., Quiróz-Barroso, S. A., 2011, Análisis taxonómico preliminar de las ostras del Cretácico Inferior de la Formación San Juan Raya, Puebla, en XII Congreso Nacional de Paleontología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad de Puebla: México, Sour- Tovar, F., Memorias p. 82.
- Herrmannsen, A.N., 1847, Indices generum malacozoorum primordia. Nomina subgenerum, generum, familiarum, tribuum, ordinum, classium- adjectis auctoribus, temporibus, locis systematicis arque literariis, etymis, synonymis: Casse, Theodor Fischer, pt. 5, 489-616.
- Hertlein, L.G., 1969, Pectinidae, in: Moore, R.C. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N: Lawrence, KS, Geological Society of America and University of Kansas Press, N348–N373.
- Hessel, M. H., Maia, P.A.N., 2006, Modo de vida de *Nietha coquandi* Drouet 1825 (Bivalvia), do eo-Albiano em Sergipe: Estudos Geológicos, 15, 114- 127.
- Heybroek, F., 1942, La Géologie d'une partie du Liban Sud: Leidse Geologische Mededelingen, 12, 251-470.

- Hill, R.T., 1893, Paleontology of the Cretaceous formations of Texas; the invertebrate paleontology of the Trinity division: Proceedings of the Biological Society of Washington, 8, 9-40.
- Iba, Y., Sano, S., 2007, Mid-Cretaceous step-wise demise of the carbonate platform biota in the Northwest Pacific and establishment of the North Pacific biotic province: Palaeogeography, Palaeoecology, 245, 462- 482.
- Iba, Y., Sano, S., 2008, Paleobiogeography of the pectinid bivalve *Neithea* and its pattern of step-wise demise in the Albian Northwest Pacific: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 267(1), 138-146.
- Jelev, St. T., 1934, Géologie des environs de Pleven. I. Stratigraphie, Paléo-géography et Tectonique: Spisanie na Balgarskoto Geologicesko Druzestvo, 6, 110-144.
- Kauffman, E. G., 1973, Cretaceous Bivalvia, in Hallam, A. (ed), Atlas of Palaeobiogeography: EUA, Elsevier, 353- 383.
- Kennedy, W.J., 1978, Cretaceous, in McKerrow, W.S. (ed.), The Ecology of Fossils: Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 280- 322.
- Kniker, H.T., 1918, Comanchean and Cretaceous Pectinidae of Texas: University of Texas Bulletin, 1817, 77 pp.
- Koutsoukos, E. A. M., 1992, Late Aptian to Maastrichtian foraminiferal biogeography and palaeoceanography of the Sergipe Basin, Brazil: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 92, 295, 324.
- Krenkel, E., 1910, Die Untere Kreide con Deutsch-Ostafrika: Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich- Ungarns, 23, 201-250.
- Lamarck, J.B., 1818-1819, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, vol. 5 y 6: Paris, vol. 5, 612 p., vol. 6(1), 343 pp.
- Lange, E., 1914, Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Anneliden der Trigonina Schwarzii Schicht, nebst vergleichender Uebersicht der Trigonien der gesamten Tendaguruschichten. Wissenschaftliche Ergebnisse der Tendaguru- Expedition 1909-1911: Archives für die Biontologie Gesellschaft naturforschender Freunde, 3(4), 191-289.
- MacDonald, B.A., Bricelj, V.M., Shumway, S.E., 2006, Physiology: Energy Acquisition and Utilisation, in Shumway, S.E., Parsons, G.J. (eds): Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Amsterdam, Elsevier, 417- 492.
- Mahmoud, I.G.E.D., 1955, Etudes paléontologiques sur la faune crétacique du Massif du Moghara (Sinaï-Egypte): Publications de l'Institut du Désert d'Egypte, 8, 1-195.
- Masse, J. P., 1992, The Lower Cretaceous Mesogean benthic ecosystems: palaeoecologic aspects and palaeobiogeographic implications: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 91, 331- 345.

- Mendoza-Rosales, C.C., 2010, Estratigrafía y facies de las cuencas cretácicas del sur de Puebla y su significado tectónico, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis doctoral, 208 pp.
- Mikkelsen, P.M., Bieler, R., 2003, Systematic revision of the western Atlantic file clams, *Lima* and *Ctenoides* (Bivalvia: Limoida: Limidae): *Invertebrate Systematics*, 17, 667-710.
- Monteiro, F.A.C., de Meirelles, C.A.O, de Oliveira Soares, M., 2010, Bivalves fósseis do gênero *Neithea* (Bivalvia: Pectinidae) e seu significado paleobiogeográfico para o Dominio Tetiano na Bacia Potiguar: *Geociências*, 29(3), 335-341.
- Mora-Almazán, E. R., 2008, Bivalvos perforadores de madera de la Formación San Juan Raya, Cretácico Inferior de Puebla, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de licenciatura, 67 pp.
- Mora-Almazán, E.R., Quiróz-Barroso, S.A., 2006, Presencia de bivalvos perforadores de madera en la Formación San Juan Raya, Cretácico Inferior de Puebla (resumen), en X Congreso Nacional de Paleontología, Ciudad de México: México, Sociedad Mexicana de Paleontología, Instituto de Geología y Facultad de Ingeniería, UNAM, Memoria, p. 58.
- Mörch, O. A. L., 1853, *Catalogus Conchyliorum Quae, Reliquit D. Alphonso d'Aguirra and Gadea Comes de Yoldi, Regis Daniae Cubiculariorum Princeps, Ordinis Dannebrogici in Prima Classe and Ordinis Caroli Tertii Eques. Fasciculus Secundus. Acephala. Annulata Cirripedia. Echinodermata: Copenhagen, Dinamarca, L. Klein, 74 pp.*
- Müller, C.F., 1776, *Zoologiae Danicae Prodrum, seu Animalium Daniae et Norvegiae Indigenarum, characteres, nomina et synonymis imprimis popularium: Copenhagen, Havniae, 1-282.*
- Müllerreid, F.K., 1933, Estudios paleontológicos y estratigráficos en la región de Tehuacán, Puebla: *Anales del Instituto de Biología*, 4, 33-46, 79-93, 309-338.
- Müllerreid, F.K., 1934, Estudios paleontológicos y estratigráficos en la región de Tehuacán, Puebla: *Anales del Instituto de Biología*, 5, 55-88.
- Myers, R.L., 1968, *Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosi, Mexico: Paleontología Mexicana*, 24, 1-89.
- Nagao, T., 1934, Cretaceous Mollusca from the Miyako District, Honshu, Japan (Lamellibranchiata and Gastropoda): *Journal of Faculty of Science, Hokkaido Imperial University Series IV, II* (3), 177- 278.
- Navarro-Santillán, D., 2006, Revisión taxonómica de los braquiópodos articulados del Cretácico Inferior. Implicaciones paleobiogeográficas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de maestría, 142 pp.
- Néraudeau, D., Mathey, B., 2000, Biogeography and diversity of South Atlantic Cretaceous echinoids: implications for circulation patterns: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156(1-2), 71-88.
- Neveeskaja, L.A., 2009, Principles of Systematics and the System of Bivalves: *Paleontological Journal*, 43(1), 1-11.

- Newton, R.B., 1916, On some Cretaceous Brachiopoda and Mollusca from Angola: Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 51, 561- 580.
- Nilsson, S., 1827, Petrificata suecana formationis cretaceae, descripta et iconibus illustrata. Pars Prior, Vertebrata et Mollusca Sistens: Londini Gothorum, ex officina Berlingiana 39 pp.
- Natural Museum Wales (NMW), 2013, Scallop, Marine Bivalve Shells of the British Isles: An Introduction to Shell Structures, 25/ 04/ 2013, naturalhistory.museumwales.ac.uk/britishbivalves/Morphology.php.
- Nyst, H., Galeotti, H., 1840, Sur quelques fossiles du Calcaire Jurassique de Tehuacan, au Mexique: Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et Belles-lettres de Bruxelles, 7(2), 212-221.
- Ortega- Hernández, J. 2007, Rudistas (Bivalvia- Hippuritoida) del Barremiano- Aptiano Inferior del área de Tehuacán, Estado de Puebla, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de licenciatura, 80 pp.
- Péron, A., 1877, Observations sur la faune des Calcaire à Echinides de Rennes-les-Bains et sur quelques Fossiles du terrain crétaé supérieur: Bulletin de la Société géologique de France, 5(3), 499-535.
- Péron A., 1890- 1891, Descriptions des Mollusques fossiles des terrains crétaés de la région sud des hauts plateaux de la Tunisie, recueillies en 1885 et 1886. Deuxième partie. Explotation scientifique de la Tunisie: Paris, Impr. nationale, 105-327.
- Pervinquière, L., 1912, Etudes de Paléontologie tunisienne. II. Gastropodes et Lamellibranches des Terrains crétaés: Carte géologique de la Tunisie, 352 pp.
- Pictet, F.J., Campiche, G., 1868-1871, Descriptions des fossiles du terrain crétaé des environs de Sainte Croix: Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 5, 178-255.
- Pictet, F.J., Renevier, E., 1855-1858, Descriptions des fossiles de la Perte du Rhône et des environs de Sainte Croix: Matériaux pour la Paléontologie Suisse, 1, 54-142.
- Pictet, F.J., Roux, W., 1852-1853, Descriptions des Mollusques Fossiles qui se trouvent dans les Grés Verts des Environs de Genève, 389-527.
- Plazzi, F., Ceregato, A., Taviani, M., Passamonti, M., 2011, A Molecular Phylogeny of Bivalve Mollusks: Ancient Radiations and Divergences as Revealed by Mitochondrial Genes: PLoS ONE, 6(11), 1-16.
- Prescher, H., 1953, Die Fossilien der Oberkreide in der Bohrung Dresden: Geologie, 2, 252-262.
- Quiroz-Barroso, S.A., 2011, Los bivalvos cretácicos de la Formación San Juan Raya, Puebla, México. I Jornadas Paleontológicas, Homenaje a la Dra. Gloria Alencáster Ybarra. Auditorio Tlayólotl, Instituto de Geología, UNAM, 15-16 de Agosto de 2011. Libro de Resúmenes p. 9. Ponencia.

- Quiroz-Barroso, S.A., 2012, De la taxonomía a la paleoecología evolutiva, el caso de los bivalvos cretácicos de la Formación San Juan Raya, Puebla, Mexico: *Paleontología Mexicana*, 62, 139-146.
- Quiroz-Barroso, S.A., Perrilliat, M.C., 1989, Pectínidos del Plioceno del área de Santa Rosalía, Baja California Sur: *Paleontología Mexicana*, 53, 79.
- Quiroz-Barroso, S. A., Mora-Almazán E. R., Zárate-Villanueva, R.E., 2008, Bivalve trace fossils from the San Juan Raya Formation (Lower Cretaceous), Mexico. Second International Congress on Ichnology, Krakovia, Polonia. Abstract Book and the Intra-Congress Field Trip Guidebook, p. 109.
- Quiroz-Barroso, S. A., Escalante-Ruiz, A.R., Mora-Almazán E.R., Zárate-Villanueva, R.E., Hernández-Ocaña, M.I., 2010, Análisis tafonómico de la Formación San Juan Raya, Cretácico Inferior en el estado de Puebla, México. X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología, La Plata, Argentina. Resúmenes p. 203.
- Quiroz-Barroso, S. A., Mora-Almazán E.R., Zárate-Villanueva R.E., Hernández-Ocaña M.I., Escalante-Ruiz, A.R., Sour-Tovar, F., 2011, Tafofacies de la Formación San Juan Raya, Cretácico Inferior de Puebla, México. XII Congreso Nacional de Paleontología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ciudad de Puebla. 22-25 de febrero de 2011. Memorias p. 115.
- Radulović, B., Motchurova-Dekova, N., Radulović, V., 2007, New Barremian rhynchonellide brachiopods from Serbia and the shell microstructure of Tetrarhynchiidae: *Acta Palaeontologica Polonica*, 52(4), 761-782.
- Rafinesque, C.S., 1815, *Analyse de la Nature ou Tableau de l'University et des Corps Organisés*, etc.: Palermo, Jean Barravecchia, 223 pp.
- Rennie, J.V.L., 1929, Cretaceous Fossils from Angola (Lamellibranchia and Gastropoda): *Annals of the South African Museum*, 28, 637, 690.
- Reuss, A.E., 1845, *Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation*: Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1-58.
- Reyerros, N.M., 1963, Corales del Cretácico Inferior de San Juan Raya, Estado de Puebla: *Paleontología Mexicana*, 17, 1-21.
- Reyment, R.A., 1957, Ueber einige wirbellose Fossilien aus Nigerien und Kamerun (Westafrika): *Palaeontographica*, 109A, 41-70.
- Rodríguez- de la Rosa, R.A., Bravo- Cuevas, V.M., Carrillo- Montiel, E., Ortiz-Ubilla, A., 2012, Lower Cretaceous Dinosaur Tracks from Puebla, Mexico: *Journal of Geological Research*, 2012, 1-7.
- Röding, P.F., 1798, *Museum Boltenianum ... Pars secunda, continens Conchylia sive Testacea univalvia, bivalvia et multivalvia*: Hamburgo, Typis Johan, Christi, Trappii, 224 pp.
- Römer, F.A., 1836-1839, *Die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges*, Apéndice

- 1839: Austrian National Library, 1-47.
- Römer, F.A., 1852, Die Kreidenbildungen von Texas und ihre organischen Einschlusse: Bonn, A. Marcus, 100 pp.
- Roger, J., 1956, Fiches de Paleontologia Universalis N. S., 32-54.
- Smith, A.G., Smith, D.G., Funnell, B.M., 2004, Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines: UK, Cambridge Univerisy Press, 112 pp.
- Sowerby, J., Sowerby, J.C., 1812-1846, The Mineral Conchology of Great Britain; or coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells which have been preserved at various times and depths in the earth: London, B. Meredith, 7 vols.
- Stanton, T.W., 1947, Studies of some Comanche pelecypods and gastropods: Geological Survey Professional Paper, 211, 256 pp.
- Stoliczka, F., 1870-1871, Cretaceous fauna of southern India, v. 3, The Pelecypoda, with a review of all known genera of this class, fossil and Recent: Geological Survey India, Palaeontologia indica ser. 6, 3, 537 pp.
- Szente, I., Vörös, A., 2003, The Pelsonian Bivalve Fauna of the Balaton Highland, *in* Vörös, A. (ed.), The Pelsonian Substage on the Balaton Highland: Geologica Hungarica, 55, 123- 137.
- Takashima, R., Sano, S., Iba, Y., Nishi, H., 2007, The first Pacific record of the Late Aptian warming event: Journal of the Geological Society, London, 164, 333-339.
- Vokes, H.E., 1947, Contributions to the paleontology of the Lebanon Mountains, Republic of Lebanon. Part 3: The Pelecypod Fauna of the Olive Locality (Aptian) at Abeih: Bulletin of the American Museum of Natural History, 87, 141-215.
- Waller, T.R., 2006, Phylogeny of families in the Pectinoidea (Mollusca: Bivalvia): importance of the fossil record: Zoological Journal of the Linnean Society, 148, 313-342.
- Wollemann, A., 1896, Kurze Uebersicht über die Bivalven und Gastropoden der Hilsconglomerats bei Braunschweig: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 48, 830- 853.
- Wollemann, A., 1900, Die Bivalven und Gastropoden des deutschen und holländischen Neocoms: Abhandlungen der koniglich- preussischen geologischen Landesanstalt, 31, 1-180.
- Woods, H., 1902- 1903, A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England, part V. Pectinidae: London, Paleontological Society, 145- 232.
- Woods, H., 1904, A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England, Vol. II, Part I. Limidae: London, Paleontological Society, 56 pp.
- Zárate-Villanueva, R. E., 2003, Presencia de *Lithophaga* en la Formación San Juan Raya, Puebla. Implicaciones paleoecológicas y tafonómicas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, tesis de licenciatura, 81 pp.
- Zárate-Villanueva, R. E., Quiroz-Barroso, S.A., 2002, Presencia de Bivalvos perforadores de coral

en la Formación San Juan Raya, VIII Congreso Nacional de Paleontología. Guadalajara, Jalisco, México. Libro de resúmenes: p. 85.

Zittel, K.A., 1866, Die Bivalven der Gosaugebilde in den Nordöstlichen Alpen. II. Monomyaria: Wein, K.H. Hof und Staatsruckerei, 25, 77-198.

Zucon, M.H., Andrade, E.J., Conceiç, G.F., 1998, Variação morfológica do gênero *Neithea* (Bivalvia-Pectinidae) na Formação Riachuelo, Sergipe: Anais do XL Congresso Brasileiro de Geologia (Belo Horizonte), Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte, p. 454.

LÁMINAS

LÁMINA I

Figuras 1- 6. *Chlamys subacuta* (Lamarck, 1819). 1, 2.- valva izquierda y acercamiento del ejemplar FCMP 10/216; 3, 4 valva derecha y acercamiento, 5, 6.- valva izquierda y acercamiento del ejemplar FCMP 12/492.

Figuras 7- 12. *Neithea (Neithea) alpina* (d'Orbigny, 1847). 7, 8, 9.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 12/495; 10, 11, 12.- valva derecha, vista lateral y acercamiento a la aurícula del ejemplar FCMP 12/500.

Escala 10 mm: Fig. 1

Escala 5 mm: Figs. 2, 3 y 5

Escala 2.5 mm: Fig. 4, 6-12

LÁMINA I

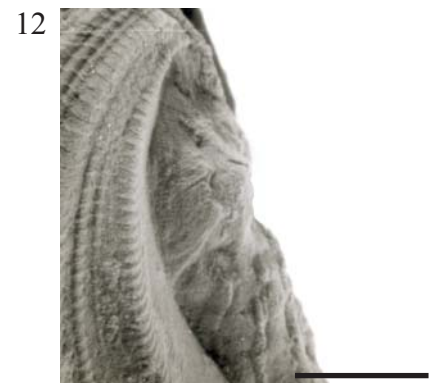
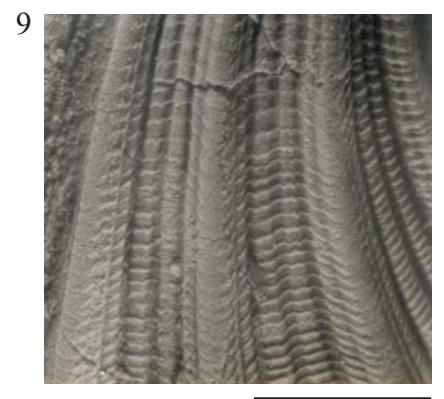
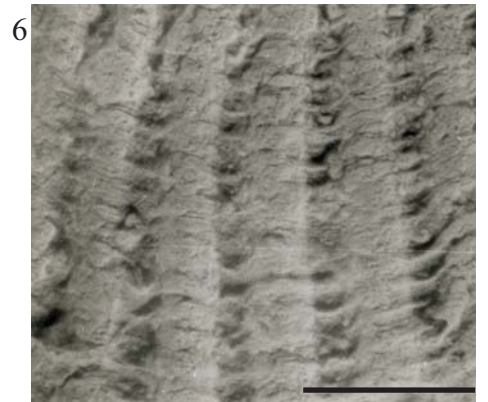
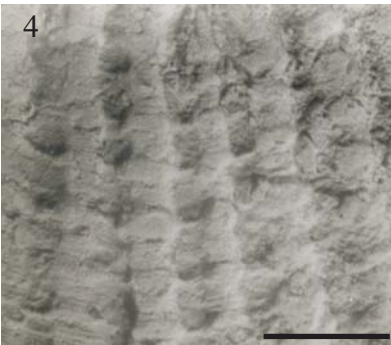
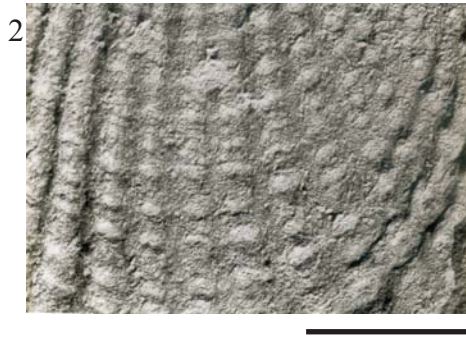


LÁMINA II

Figuras 1-7. *Neithea (Neithea) alpina* (d'Orbigny, 1847). 1, 2.- valva derecha y vista lateral del ejemplar FCMP 94/628; 3, 4, 5- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 12/496; 6,7.- valva derecha y acercamiento del ejemplar FCMP 12/498.

Figuras 8-9. *Neithea (Neithea) coquandi* (Péron, 1877). 8.- valva derecha del ejemplar FCMP 12/505; 9.- valva derecha del ejemplar FCMP 00/582.

Escala 10 mm: Figs. 1 y 2

Escala 5 mm: Figs. 3-6, 8 y 9

Escala 2.5 mm: Fig. 7

LÁMINA II

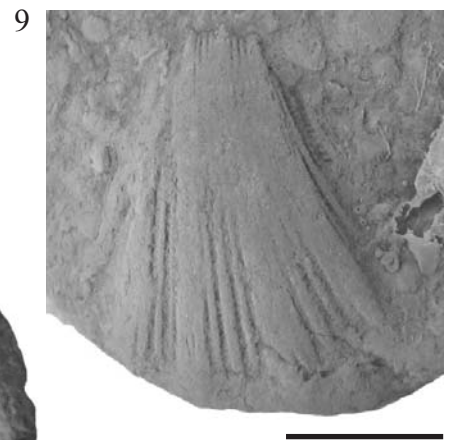
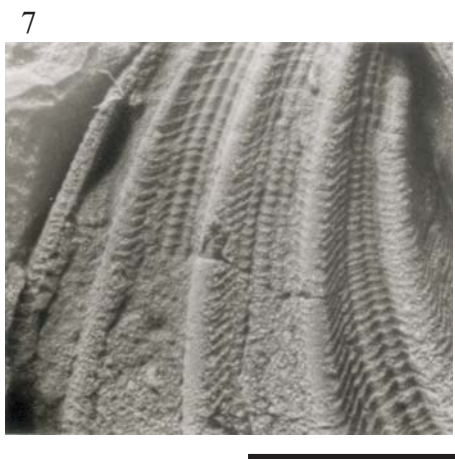
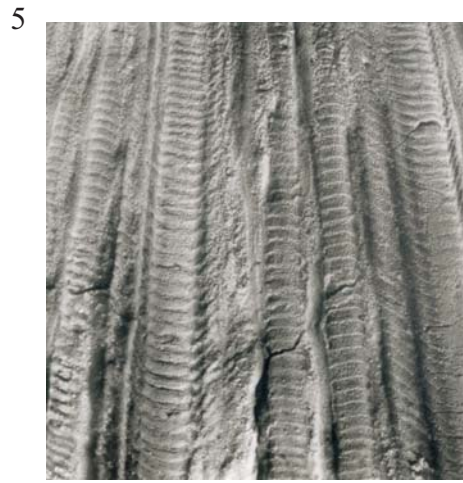


LÁMINA III

Figuras 1-3. *Neithea (Neithea) coquandi* (Péron, 1877). 1, 2, 3.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar F1-58.

Figuras 4-8. *Neithea (Neithea) syriaca* (Conrad, 1852). 4, 5.- valva derecha y vista lateral del ejemplar F1- 54; 6, 7, 8.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 12/508.

Escala 10 mm: Figs. 6 y 7

Escala 5 mm: Figs. 1, 2, 4 y 5

Escala 2.5 mm: Figs. 3 y 8

LÁMINA III

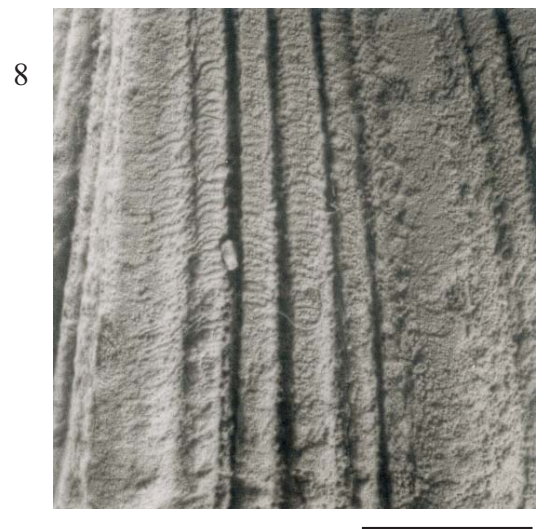
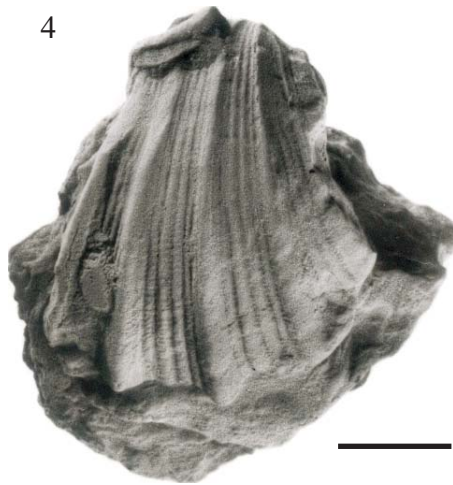


LÁMINA IV

Figuras 1-5. *Neithea (Neithea) syriaca* (Conrad, 1852). 1, 2, 3.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 12/509; 4, 5.- valva derecha y vista lateral del ejemplar F1-53.

Figuras 6-10. *Neithea (Neithea) atava* (Römer, 1839). 6, 7.- valva derecha y vista lateral del ejemplar F1-56; 8, 9, 10.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 12/511.

Escala 10 mm: Figs. 6-9

Escala 5 mm: Figs. 1, 2, 4, 5 y 10

Escala 2.5 mm: Figs. 3 y 10

LÁMINA IV



LÁMINA V

Figuras 1-3. *Neithea (Neithea) atava* (Römer, 1839). 1, 2, 3.- valva derecha, vista lateral y acercamiento del ejemplar FCMP 94/539.

Figuras 4-7. *Neithea (Neithella)* sp. 4, 5, 6, 7.- valva derecha, valva izquierda, vista lateral y acercamiento del ejemplar IGM c.

Figuras 8-9. *Ctenoides* sp. 8, 9.- valva izquierda y acercamiento del ejemplar FCMP 12/512.

Escala 10 mm: Fig. 8

Escala 5 mm: Figs. 1, 2, 4-6 y 9

Escala 2.5 mm: Figs. 3 y 7

LÁMINA V

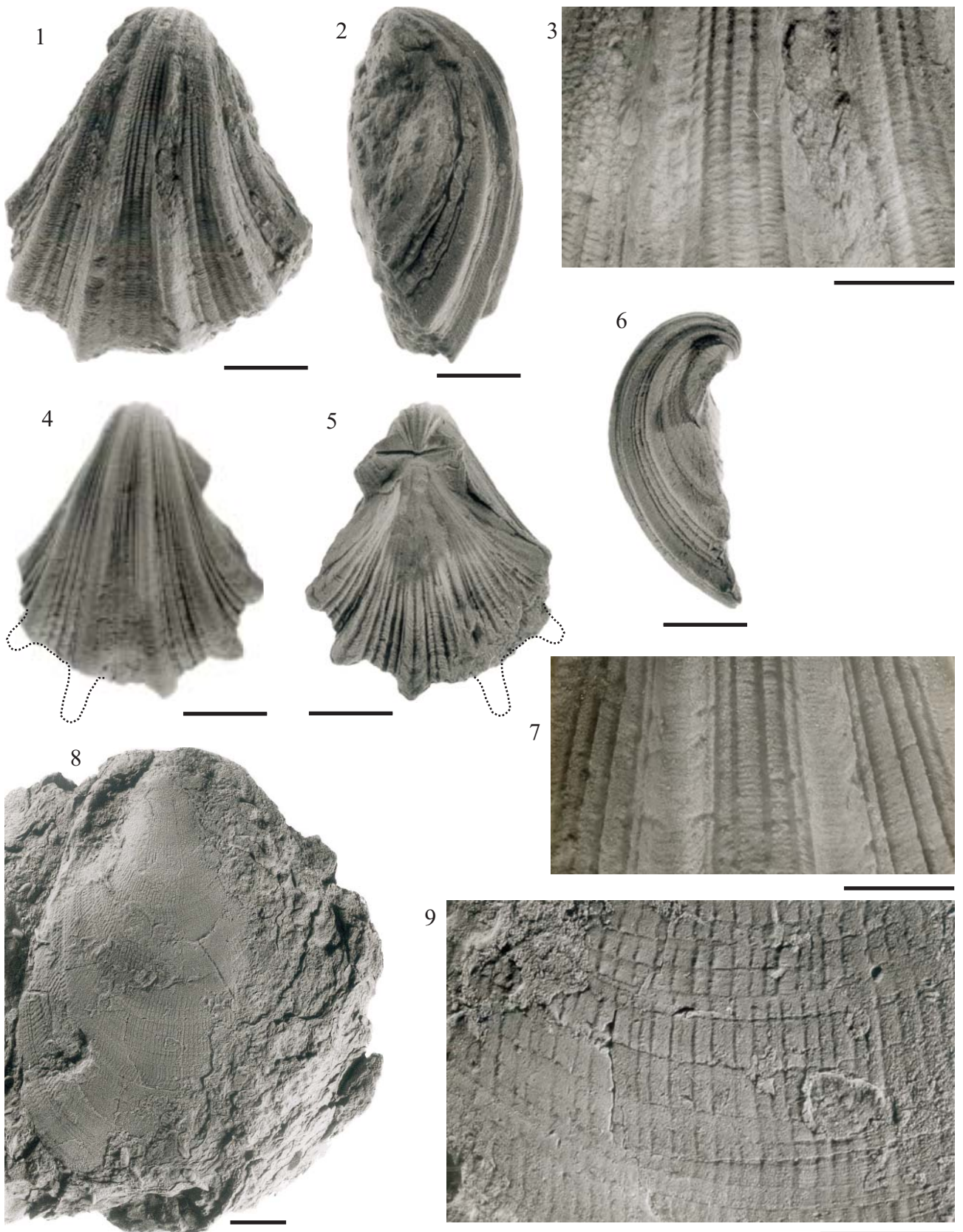


LÁMINA VI

Figuras 1-2. *Ctenoides* sp. 1, 2.- ejemplar FCMP 12/513 (fragmento) y acercamiento.

Figuras 3-4. *Limea* sp. 3, 4.- valva derecha y valva izquierda del ejemplar HICUPA 00033.

Escala 10 mm: Figs. 1, 3 y 4

Escala 5 mm: Fig. 2

