



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA DE BRAQUIÓPODOS, CEFALÓPODOS Y CRINOIDEOS DEL MISISÍPICO
MEDIO DE LA FORMACIÓN SANTIAGO, SANTIAGO IXTALTEPEC, OAXACA

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)

PRESENTA:

KARLA MARÍA CASTILLO ESPINOZA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. FRANCISCO SOUR TOVAR
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. MARÍA DEL CARMEN PERRILLIAT MONTOYA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
DR. RICARDO BARRAGÁN MANZO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, D.F. JUNIO, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA DE BRAQUIÓPODOS, CEFALÓPODOS Y CRINOIDEOS DEL MISISÍPICO
MEDIO DE LA FORMACIÓN SANTIAGO, SANTIAGO IXTALTEPEC, OAXACA

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)

PRESENTA:

KARLA MARÍA CASTILLO ESPINOZA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. FRANCISCO SOUR TOVAR
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. MARÍA DEL CARMEN PERRILLIAT MONTOYA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
DR. RICARDO BARRAGÁN MANZO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, D.F. JUNIO, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/248/13

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **15 de abril de 2013**, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **CASTILLO ESPINOZA KARLA MARÍA** con número de cuenta **300003323** con la tesis titulada "**Sistemática de braquiópodos, cefalópodos y crinoideos del Misisípico Medio de la formación Santiago, Santiago Ixtaltepec, Oaxaca**", realizada bajo la dirección del (la) **DR. FRANCISCO SOUR TOVAR**:

Presidente: DRA. MARÍA DEL CARMEN PERRILLIAT MONTOYA
Vocal: DRA. ROSAURA MAYEN ESTRADA
Secretario: DR. FRANCISCO ALONSO SOLÍS MARÍN
Suplente: DRA. SARA ALICIA QUIROZ BARROSO
Suplente: DR. RICARDO BARRAGÁN MANZO

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 20 de mayo de 2013.

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/ipp



AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante mis estudios de maestría.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM por el apoyo económico brindado a través de los proyectos PAPIIT IN213710 e IN215013, que permitieron realizar el trabajo de campo, la elaboración de los moldes y duplicados y el material fotográfico que ilustra este trabajo.

Al Charles Schuchert and Carl O. Dunbar Grants-in-Aid Program for Invertebrate Paleontological Research del Peabody Museum de la Universidad de Yale, Hew Haven, Connecticut, EUA, por la beca otorgada (2010) para realizar la estancia académica en la cual se cotejaron los ejemplares del presente estudio.

Al Comité Tutorial:

Dr. Francisco Sour Tovar

Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya

Dr. Ricardo Barragán Manzo

Por la guía, asesoría y apoyo que me brindaron para concluir mis estudios de posgrado.

AGRADECIMIENTOS

A los miembros del jurado:

Dra. Rosaura Mayen Estrada

Dra. Sara Alicia Quiroz Barroso

Dr. Francisco Alonso Solís Marín

Por sus acertados comentarios y valiosas sugerencias.

A la Dra. Susan Butts, por brindarme todas las facilidades posibles durante mi estancia en el Peabody Museum de la Universidad de Yale, New Haven, Connecticut, EUA, por toda la ayuda y por permitirme el acceso a la Colección de Invertebrados Fósiles.

Al M. en C. Daniel Navarro Santillán por la ayuda brindada en el campo, extracción de material fósil y asistencia técnica en el trabajo de gabinete. A la M. en C. Leonora Martín Medrano por la asistencia técnica en la elaboración de moldes y duplicados y al Biol. Héctor Hernández Campos por la elaboración del material fotográfico.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A la Universidad Nacional Autónoma de México por mi formación académica y por que a lo largo de mi vida ha sido un segundo hogar.

A mi tutor, el Dr. Francisco Sour Tovar y a la Dra. Sara Quiroz, por todo el apoyo que me dieron durante el desarrollo de este trabajo, por la confianza, la atención y el tiempo que han dedicado a enseñarme y formarme como estudiante.

A la Facultad de Ciencias de la UNAM, por haber recibido de ella mi formación profesional, por los excelentes profesores de los que tuve la oportunidad de aprender y por haberme permitido seguir mi vocación científica.

A la M. en C. Ana Escalante, por ser la mejor compañera y amiga, siempre alegre y dispuesta a ayudarme; por todos los momentos y el trabajo compartido, gracias.

A Jesús, por regalarme siempre nuevos colores y diferentes perspectivas.

A Felipe, por caminar a mi lado sin importar a donde vaya.

A mi querida familia.

A mis amigos.

ÍNDICE

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Hipótesis	6
Objetivos	7
General	7
Particulares	7
Antecedentes	7
Braquiópodos	7
Morfología del grupo	7
Distribución Temporal	8
Registro fósil de braquiópodos para el Paleozoico Superior de México	9
Cefalópodos	10
Morfología del grupo	10
Distribución Temporal	12
Registro fósil de cefalópodos para el Paleozoico Superior de México	14
Crinoideos	14
Morfología del grupo	14
Distribución Temporal	16
Registro fósil de crinoideos para el Paleozoico Superior de México	16
Área de estudio	17
Ubicación Geográfica	17
Estudios Previos	18
Marco Geológico	20
Estratigrafía general del área	20
Localidades de estudio	24
La Curva	24
La Cima	24
Los Zapotales	25
Metodología	27

	2
Resultados	28
Paleontología sistemática	28
Braquiópodos	28
Cefalópodos	43
Crinoideos	59
Discusión	67
Consideraciones sistemáticas	67
Consideraciones bioestratigráficas	67
Consideraciones paleobiogeográficas	70
Consideraciones paleoambientales	72
Conclusiones	76
Referencias bibliográficas	78
Láminas	101

Índice de figuras

Figura	
1	Orientación y medidas externas de los braquiópodos 9
2	Morfología externa de un amonoideo 11
3	Términos descriptivos de la morfología de la concha en amonoideos paleozoicos 12
4	Términos descriptivos para la morfología de la sutura de amonoideos paleozoicos 12
5	Corte longitudinal de una parte del tallo de un crinoideo 16
6	Ubicación geográfica del área de estudio 18
7	Estratigrafía general del área de Santiago, Ixtaltepec, Oaxaca 24
8	Columnas estratigráficas de las localidades de estudio 27
9	Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 08/87 53
10	Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 08/87 57
11	Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 06/1020 60
12	Alcances estratigráficos de los taxones descritos para la formación Santiago 71

13	Diagrama que muestra la rápida formación de un nódulo de pirita alrededor de un camarón muerto	75
14	Propuesta de conformación ambiental para los miembros de la formación Santiago	77

Índice de tablas

Tabla

1	Dimensiones en mm de <i>Beyrichoceras hornerae</i> Miller, 1947	53
2	Dimensiones en mm de <i>Goniatites crenistria</i> Phillips, 1836	57
3	Dimensiones en mm de <i>Prolecanites americanus</i> Miller y Garner, 1953	60

RESUMEN

Con el objetivo de dar a conocer la fauna de invertebrados fósiles presentes en el miembro superior de la formación Santiago, unidad informal del Misisípico de la región de Nochixtlán, Oaxaca, para las localidades denominadas como La Curva, La Cima y Los Zapotales, se describen y registran siete especies de braquiópodos: *Orbiculoidea* sp., *Neochonetes* sp., *Aseptella* sp., *Pleuropugnoides pleurodon*, *Rotaia subtrigona*, *Lamellosathyris lamellosa* y *Spirifer* sp.; siete especies de cefalópodos: *Pseudorthoceras knoxense*, *Mitorthoceras perfilosum*, *Lispoceras trivolve*, *Goniatites* sp., *Goniatites crenistria*, *Beyrichoceras hornerae* y *Prolecanites americanus* y taxones de crinoideos representados por placas columnares: *Cylindrocauliscus fiski*, *Cyclocaudex typicus*, *Cyclocaudex insaturatus* y *Floricyclus welleri*. Esta fauna es diferente a la que se ha descrito previamente para el miembro inferior de la formación Santiago y que se ha asociado a un ambiente arrecifal que se desarrolló durante el Osageano (Tournasiano tardío-Viseano temprano). El material estudiado se encuentra depositado en la colección del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias (FCMP), UNAM.

La diversidad, abundancia, fragmentación y desarticulación que presentan los ejemplares de invertebrados que se describen y las características sedimentológicas de los estratos que los contienen indican que los restos fósiles forman parte de asociaciones que se depositaron, principalmente en eventos *post mortem*, en un ambiente de plataforma externa. Las especies de amonoideos encontradas, representan los registros más antiguos del grupo para México y permiten asignar las rocas portadoras al Merameciano-Chesteriano (Viseano medio-tardío), edad que se refiere por primera vez para México. Todas las especies que contiene la formación Santiago presentan importantes afinidades con faunas contemporáneas de la región del Mid-Continent, afinidad que ha sido señalada previamente para toda la fauna carbonífera que se ha descrito para la región de Santiago Ixtaltepec.

ABSTRACT

With the aim to describe and make known the invertebrate fauna found in the upper member of the Santiago formation, informal Mississippian unit of the Nochixtlán, Oaxaca region, at the locations known as “La Curva”, “La Cima”, and “Los Zapotales”, the following species are reported and described in this work: seven species of brachiopods, *Orbiculoidea* sp., *Neochonetes* sp., *Aseptella* sp., *Pleuropugnoides pleurodon*, *Rotalia subtrigona*, *Lamellosanthyrus lamellosa*, and *Spirifer* sp.; seven species of cephalopods, *Pseudorthoceras knoxense*, *Mitorthoceras perfilosum*, *Lispoceras trivolve*, *Goniatites* sp., *G. crenistria*, *Beyrichoceras hornerae*, and *Prolecanites americanus*; and some crinoids taxa represented by columnar plates only, *Cylindrocauliscus fiski*, *Cyclocaudex tipicus*, *C. insaturatus*, and *Floricyclus welleri*. This fauna is different from the previously reported one for the lower member of Santiago formation, which was associated with a reef environment developed during the Osagean (latter Tournasian- early Viséan). All the studied material is deposited at the collection of the Museo de Paleontología at Facultad de Ciencias, UNAM.

The diversity, abundance, fragmentation, and disarticulation observed in the invertebrate specimens here described, as well as the sedimentological features of the containing layers of the outcrop, all together indicate that the fossils were part of an association deposited, mainly in *post mortem* events, in an outer shelf environment. The ammonoids species reported in this work are found to represent the oldest record of this group for Mexico, and allow assigning these rocks and age from Meramecian to the Chesterian (middle-late Viséan); such an age is also first referred for the country. All the species contained in Santiago formation have important affinities with coetaneous faunas from the Mid-Continent region. This affinity has been previously reported for for the whole Carboniferous fauna described for Ixtaltepec Santiago region.

INTRODUCCIÓN

La formación Santiago, descrita originalmente por Pantoja-Alor en 1970, forma parte de una de las secuencias paleozoicas más completas del país. Los diferentes niveles de esta secuencia contienen una muy diversa fauna fósil que incluye principalmente a braquiópodos, briozoarios, conuláridos, gasterópodos, bivalvos, cefalópodos y crinoideos cuyo depósito se ha asociado a un ambiente de plataforma. El estudio de esta fauna ha contribuido significativamente al conocimiento sobre la diversidad de invertebrados paleozoicos en México y ha permitido establecer la edad de las rocas portadoras y sus afinidades con faunas de otras partes del mundo.

Este trabajo en particular, como parte del proyecto de investigación “Invertebrados Paleozoicos de México” que se desarrolla en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México, complementa los estudios previos sobre la faunas de la región de Nochixtlán, Oaxaca, y se enfoca al análisis sistemático de la fauna del miembro superior de la formación Santiago, en particular los braquiópodos, cefalópodos y crinoideos, así como al análisis de sus implicaciones estratigráficas, paleobiogeográficas y paleoambientales.

HIPÓTESIS

El área de Nochixtlán ha sido objeto de estudio de diversas investigaciones de carácter geológico, sedimentológico y paleontológico. Sin embargo, en el área aún existen faunas que todavía no han sido estudiadas y parte de ellas son los invertebrados que se encuentran en el miembro superior de la formación Santiago. Se considera que su estudio permitirá reconocer los taxones, a nivel de especie, que se han colectado hasta el presente en dicha unidad y con ello establecer las edades en que se depositaron las rocas portadoras y analizar sus implicaciones paleoambientales y paleobiogeográficas.

OBJETIVOS

Generales

- Contribuir al conocimiento de la diversidad de invertebrados paleozoicos de México, a partir del estudio sistemático de los braquiópodos, cefalópodos y crinoideos de la formación Santiago.

Particulares

- Realizar el análisis taxonómico de braquiópodos, cefalópodos y crinoideos presentes en las rocas misisípicas de la formación Santiago.
- Analizar las implicaciones estratigráficas, paleoambientales y paleobiogeográficas de la fauna a partir de los resultados sistemáticos que se obtengan.

ANTECEDENTES

BRAQUIÓPODOS

Morfología del grupo. Los braquiópodos son organismos sésiles, la mayoría epifaunales. A pesar de ser animales solitarios, pueden formar bancos o fijarse unos a otros formando racimos. Tienen un **lofóforo** (órgano provisto con tentáculos), que interviene en las funciones alimenticias, de intercambio gaseoso y sensorial, originado del mesoceloma que se prolonga anteriormente en forma de dos brazos que se enrollan simétricamente en la cavidad del manto.

Los braquiópodos secretan una concha bivalva que protege a las partes blandas, de la cual se distingue una **valva dorsal** y una **valva ventral** (Fig. 1), con simetría bilateral respecto a un plano perpendicular a la superficie de separación de las valvas. Ambas valvas suelen tener tamaño, forma e incluso ornamentación diferente, siendo generalmente más grande la ventral. El cuerpo ocupa la parte posterior del interior de la concha, en la **cavidad celómica**, donde se hallan los órganos digestivos, excretores y reproductivos, así como el sistema muscular que consta de músculo aductor, diductor y músculos ajustores; revistiendo las valvas en su parte interna superficial se localiza el manto, el cual encierra la **cavidad del manto**, en donde se sitúan, el lofóforo y los sistemas nervioso y circulatorio (Barnés y Ruppert, 1996).

En el caso de los inarticulados, los músculos operantes son un par de centrales que se hallan en la parte media de las valvas, junto con cuatro pares de músculos oblicuos.

Los braquiópodos se sujetan al sustrato generalmente por un **pedúnculo** muscular, aunque en algunos casos la valva ventral se cementa directamente a un sustrato duro, o viven libres, sin sujeción, sobre el sustrato.

Se distinguen dos tipos de braquiópodos: los articulados que presentan dientes en la valva ventral y foseas dentales en la dorsal, y los inarticulados carentes de estructuras articulantes (Álvarez y Martínez-Chacón, 2009).

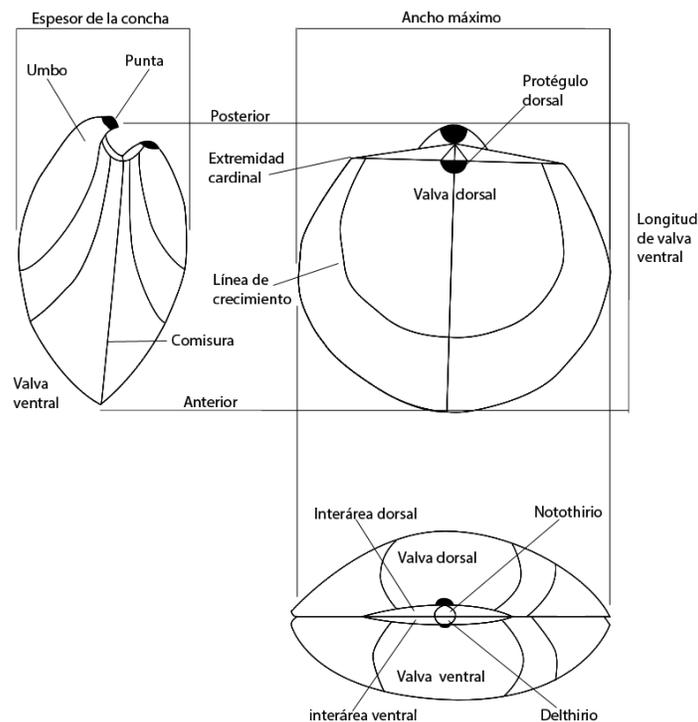


Figura 1. Orientación y medidas externas de los braquiópodos en general (Modificado de Williams *et al.*, 1965).

Distribución temporal. La historia del grupo empezó hace 542 millones de años, con un registro fósil abundante y diverso, en especial en el Paleozoico. El phylum presenta una de las historias evolutivas más completas; se han descrito más de

4500 géneros de los cuales viven actualmente sólo unos 120 (Álvarez y Martínez-Chacón, 2009).

Los primeros braquiópodos aparecen en el Cámbrico Inferior, siendo los primeros lofoforados en el registro fósil. En el Ordovícico Inferior se produjo una importante radiación del grupo, y los braquiópodos llegaron a ser mucho más abundantes y diversos que en el Cámbrico, donde la mayor expansión se produjo en los articulados. El Devónico fue el periodo de mayor expansión de los braquiópodos; los inarticulados son raros, pero los articulados alcanzaron una gran diversidad. Para el Devónico Tardío se dio una importante reducción de géneros debido a la extinción masiva que ocurrió en esos tiempos.

En el Carbonífero se presentó otra gran radiación dentro de los diferentes grupos de braquiópodos, quizá gran parte de su éxito se debió a la colonización de un medio protegido, ya que varios grupos adoptaron un modo de vida semi-infaunal (Álvarez y Martínez-Chacón, 2009).

La gran extinción masiva de finales del Pérmico fue la más catastrófica para el phylum en todos los niveles taxonómicos, eliminando a todos los representantes de los Ordenes Strophomenata, Orthida y Spiriferida. Del Mesozoico hasta el presente los braquiópodos han sido un grupo poco abundante y diverso.

Registro fósil de braquiópodos para el Paleozoico Superior de México. Los braquiópodos están bien representados en el Paleozoico de México (principalmente Carbonífero y Pérmico), por lo que se han realizado numerosos estudios sobre este grupo. Para el Pérmico, se tienen registros en Chiapas (Aguilera, 1897; Müllerried *et al.*, 1941); en las Formaciones Sardinias (Cloud, 1944), La Difunta y La Colorada en Coahuila (Wardlaw *et al.*, 1979); la Formación Los Arcos, en Guerrero (González-Arreola *et al.*, 1994; Esquivel-Macías, 1996, 2000), en la Formación Tuzancoa, en Hidalgo (Sour-Tovar *et al.*, 2005) y la Formación los Monos, Sonora (Cooper *et al.*, 1965). Se han descrito braquiópodos misisípicos para Chihuahua en la Formación Monillas (Bridges, 1964), la Formación Vicente Guerrero (Moreno-Cano y Patiño-Ruíz, 1981) en Hidalgo, la Formación San Salvador Patlanoaya en Puebla (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987),

Formación Santiago en Oaxaca (Navarro-Santillán *et al.*, 2002), Sonora (Easton *et al.*, 1958; González-León, 1986) y Tamaulipas (Sour-Tovar, 1999; Sour-Tovar y Martínez-Chacón, 2004). Para el Pensilvánico, también se han reportado en Oaxaca (Sour-Tovar, 1994; Sour-Tovar y Quiroz-Barroso, 1989; Sour-Tovar y Martínez-Chacón, 2004; Torres-Martínez *et al.*, 2008; Torres-Martínez y Sour-Tovar, 2012,) y Puebla (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987).

CEFALÓPODOS

Morfología del grupo. La concha externa que presentan algunos cefalópodos como *Nautilus* y *Allonautilus* está compuesta en su parte externa de carbonato de calcio en forma de aragonita. La mayoría de las conchas están enrolladas planispiralmente y son bilateralmente simétricas; cada enrollamiento de 360° de la concha se llaman vueltas. La parte interna abarcada por toda la región dorsal de la última vuelta de la concha se denomina la región umbilical u ombligo (Moore *et al.*, 1952).

El interior de la concha está formada por cámaras divididas por paredes calcáreas que generalmente son cóncavas, las cuales están perforadas por el sifúnculo (Boardman *et al.*, 1987). El sifúnculo está integrado por una prolongación del manto posterior llamada sifón (endosifúnculo), cubierto por una estructura tubular córnea y calcárea conocida como ectosifúnculo. Este último está compuesto por pequeñas extensiones del septo llamadas **cuellos septales** y por anillos conectores que se extienden entre dos septos.

El espacio entre el último septo y la apertura de la concha, es mucho más grande que las cámaras cerradas y se llama **cámara de vida**; esta cámara es la única región de la concha que ocupa el animal.

Las **suturas** son líneas formadas por la unión de un septo con la pared de la concha; por su diversidad y complejidad, las suturas son muy importantes para la clasificación de los cefalópodos (Fig. 2). Las deflexiones de la sutura dirigidas hacia la abertura de la concha son llamadas sillas y las que están orientadas hacia el interior de la concha se llaman lóbulos (Moore *et al.*, 1952).

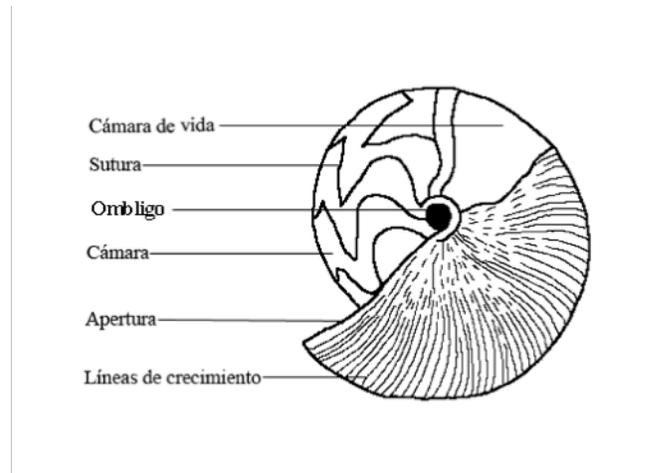


Figura 2. Morfología externa de un amonoideo, vista lateral (Modificado de Kullman, 2009).

Las conchas de los amonoideos adultos alcanzan hasta 3 m de diámetro. La gran variedad de tamaño, forma, estilo de enrollamiento, grosor de la concha, ornamentación externa y complejidad de las suturas, son características que han sido relacionadas con una mayor resistencia de la concha a la presión hidrostática, lo cual sugiere que los amonoideos llegaron a existir en ambientes profundos (Boardman *et al.*, 1987).

En este trabajo, en la descripción de la morfología de la concha, se sigue el modelo propuesto por Korn (2010) para amonoideos paleozoicos (Fig. 3); la terminología de las suturas es de acuerdo a Wedekind (1918) en el caso de amonoideos goniatítidos y de acuerdo a Korn y Klug (2003) para los amonoideos prolecanítidos (Fig. 4). Las abreviaciones de la concha son: diámetro de concha (dm), amplitud de vuelta (ww), altura de vuelta (wh), amplitud del ombligo ($uw = dm - wh_1 - wh_2$) y altura de la abertura (ah).

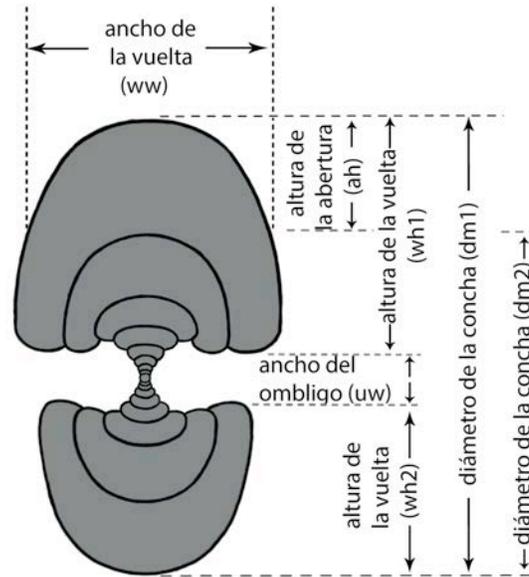


Figura 3. Términos descriptivos de la morfología de la concha en amonoideos paleozoicos (Modificado de Korn, 2010).

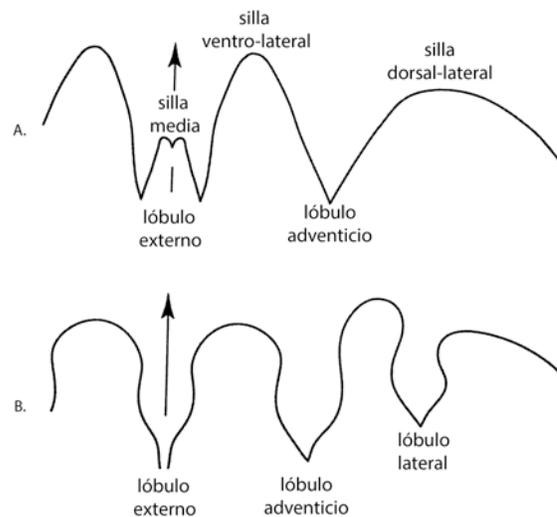


Figura 4. Términos descriptivos para la morfología de la sutura de amonoideos paleozoicos. A. Amonoideo goniátido. B. Amonoideo prolecanítido (Modificado de Korn, 2010)

Distribución temporal. Los cefalópodos evolucionaron a partir de moluscos primitivos en el Cámbrico y se debate la edad precisa del primer registro. A partir de su aparición en el Cámbrico tardío, los Nautiloidea se diversificaron

rápidamente y en el Ordovícico Medio ya estaban presentes casi todos los órdenes de la subclase, excepto Nautilida que apareció en el Devónico temprano, junto con una diversificación de michelinocéridos y oncocéridos; los nautiloideos enrollados dieron origen a un gran número de formas que persistieron hasta el Mesozoico. Antes del final del Carbonífero se extinguieron la mayoría de los órdenes, salvo Orthocerida, que persistió hasta el final del Triásico y Nautilida, al que pertenecen los géneros actuales *Nautilus* y *Allonautilus* (Moore *et al.*, 1952).

En el Mesozoico desaparecieron los ortocéridos y únicamente persistieron las formas enrolladas. En el Triásico Tardío ocurrió otra importante reducción, en la cual únicamente el género *Cenoceras* sobrevivió. En el Jurásico Temprano empezó una nueva radiación que dio como resultado una proliferación de géneros nuevos. Ya en el Cretácico el número total de géneros se mantuvo y a finales de este periodo empezaron a declinar (Moore *et al.*, 1952; Ward y Saunders, 1997).

Actualmente se ha aceptado que el origen de los amonoideos, registrado en el Devónico Inferior, está relacionado con el enrollamiento progresivo de formas ortoconas y cirtoconas de los bactritoideos. Los primeros amonoideos aparecieron en el Devónico temprano, las suturas goniáticas fueron las que predominaron en este periodo, en el cual hubo un progresivo incremento en número y complejidad.

Durante el Triásico desaparecieron las formas con suturas goniáticas y hubo una gran diversidad de formas con suturas amoníticas; el Triásico Temprano y Medio estuvieron dominados por amonoideos ceratíticos; sólo un pequeño número de representantes del Triásico sobrevivieron en el Jurásico, periodo en que se encuentran únicamente suturas amoníticas; el Cretácico se caracteriza por una gran diversidad de amonoideos con suturas amoníticas y se encuentran además de formas enrolladas típicamente, algunas conchas rectas, conispirales, en forma de U y otras de aspecto atípico y muy llamativas. La aparición de estas formas llamadas heteromorfas acompaña al declive del grupo hasta su completa extinción a finales del Cretácico (Moore *et al.*, 1952; Taylor y Lewis, 2005).

Registro fósil de cefalópodos para el Paleozoico Superior de México. El registro de los moluscos cefalópodos del Paleozoico Superior de México es relativamente pobre; la mayoría de los trabajos que se conocen, son de cefalópodos del Pérmico, entre los que se encuentran el de Miller (1944), quien realizó un estudio sobre los cefalópodos de las Delicias, Coahuila; Cloud en 1944 y Wardlaw y colaboradores (1979) también reportaron cefalópodos para esta área. Para esta misma edad, Villaseñor-Martínez y colaboradores (1987) registraron cefalópodos en la zona de San Salvador Patlanoaya en Puebla. Otros cefalópodos Pérmicos se reportan en la Formación Paso Hondo, Chiapas (Müllerried *et al.*, 1941; Gutiérrez-Gil, 1956; Thompson, 1956), en la Formación Los Monos del área del Antimonio, Sonora (Cooper *et al.*, 1965), así como en la Formación Los Arcos, Olinalá, Guerrero (González-Arreola *et al.*, 1994); en 1958 Easton y colaboradores reportan cefalópodos en el Noroeste de Sonora.

CRINOIDEOS

Morfología del grupo. Los crinoideos, conocidos también como “lirios de mar”, son los equinodermos más antiguos de los que viven actualmente. Pertenecen a la epifauna bentónica sésil, donde estuvieron asociados, según la época, con braquiópodos, trilobites, corales, moluscos y briozoarios. Su endoesqueleto consta de numerosas placas de calcita rica en magnesio, unidas mediante suturas rígidas o flexibles, y el cuerpo se divide normalmente en tres partes bien diferenciadas: un **pedúnculo** o tallo compuesto de artejos apilados, sustenta al cáliz y permite la fijación del organismo al sustrato; la **teca** o **cáliz**, que consta de varios ciclos de placas, que además contienen y protegen la masa visceral; el **aparato braquial** asegura la captura de partículas en suspensión del agua marina, está formado por los brazos, simples o ramificados, provistos o no, de expansiones laterales: las **pínnulas** (Menn, 2009).

En los primeros representantes, los artejos de las diferentes columnas del pedúnculo estaban desfasadas; más tarde se dispusieron en un único nivel y finalmente se fusionaron en una placa única: la **placa columnar**. Las nuevas placas columnares se forman bajo el cáliz; cada placa columnar posee dos facetas

articulares y una superficie externa o **latus**. Todas las placas poseen un **lumen** por el que pasan las extensiones de los sistemas contenidos en la cavidad general (nervios, glándula axial y órgano tabicado), y una superficie articular, el **artículum**, recubierta de crestas y surcos. Entre el lumen y la superficie articular se puede intercalar una zona lisa, la **areola** (Fig. 5); es circular en las formas con simetría radial y pentaradial o dividida en cinco lóbulos en las especies con simetría pentámera. Las placas están unidas por ligamentos que permiten movimientos restringidos en función de los tipos de articulación (Menn, 2009).

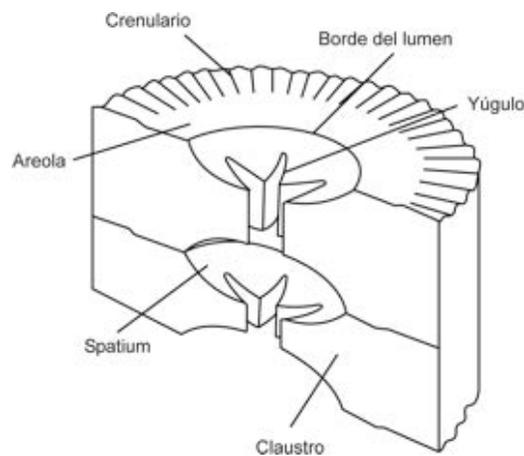


Figura 5. Corte longitudinal de una parte del tallo de un crinoideo, mostrando sus componentes (Basado en Moore y Jeffords 1968).

Según la morfología de las placas columnares, los tallos se pueden clasificar en homeomorfos: con placas columnares idénticas y heteromorfos: caracterizados por la alternancia de ciclos columnares de diferente altura.

Los pedúnculos heteromorfos están compuestos de segmentos o noditaxis delimitados por artejos mayores y con más relieve. El intervalo entre los nodales se llama internado, y consiste en internodales con disposición cíclica. Los nodales pueden llevar apéndices laterales, los **cirros**, que se articulan en las **facetras cirrales** (Menn, 2009).

Distribución temporal. El origen de los crinoideos podría situarse en el Cámbrico tardío u Ordovícico Temprano, entre los cistoideos rombíferos, cuya base constaría de cuatro ciclos de placas (Kammer y Ausich, 2006).

Los primeros crinoideos indudables aparecieron en el Ordovícico Inferior, durante el Paleozoico Superior, específicamente en el Misisípico, alcanzando una mayor diversidad genérica (Kammer y Ausich, 2006), sin embargo, llegaron a rozar la extinción total en la crisis del final de Pérmico. Los cálices de crinoideos, son muy raros en el Triásico Inferior y sólo la subclase Articulata continuó desarrollándose a lo largo del Mesozoico y Cenozoico.

Registro fósil de crinoideos para el Paleozoico Superior de México. Los trabajos sobre crinoideos del Paleozoico mexicano son escasos y se basan principalmente en fragmentos y placas aisladas de tallos. Estos han sido reportados para el Pérmico de Sonora (Buitrón-Sánchez, 1977), el Valle de Las Delicias, Coahuila (Strimple, 1971), la Formación Los Arcos, Guerrero (Velasco de León y Buitrón-Sánchez, 1992; González-Arreola *et al.*, 1994), y para la Formación Tuzancoa, en Hidalgo (Arellano-Gil *et al.*, 1998). Para el Pensilvánico se han reportado en la Formación del Monte, en Hidalgo (Buitrón-Sánchez *et al.*, 1987) y la Formación Ixtaltepec, en Oaxaca (Villanueva-Olea *et al.*, 2011). En el Misisípico se han reportado en la Formación Patlanoaya en Puebla (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987).

ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra en la parte sureste de la República Mexicana, en el estado de Oaxaca. Se ubica a 16 km del noroeste de Nochixtlán, entre el poblado La Cumbre y el Cerro Inutoto entre los $17^{\circ} 31'$, $17^{\circ} 33' N$ y los $97^{\circ} 06'$, $97^{\circ} 07' W$ (Fig. 6).

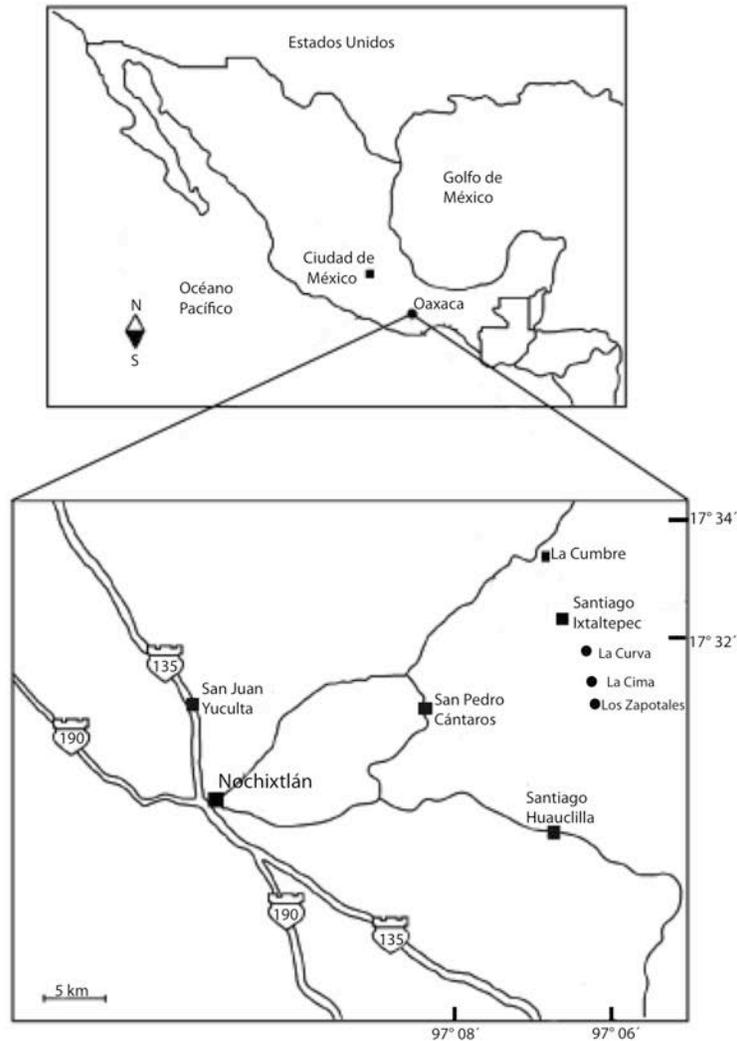


Figura 6. Ubicación geográfica del área de estudio. Las localidades donde se recolectaron los ejemplares de este estudio fueron La Curva, La Cima y Los Zapotales.

Estudios previos

Entre los primeros trabajos que se realizaron en el área de estudio, destaca el trabajo de Pantoja-Alor, que en 1970 describió las unidades litoestratigráficas paleozoicas del área de Nochixtlán y designó a la Formación Tiñú como la más antigua en la que agrupa rocas de edad tremadociana, además dividió la secuencia del Paleozoico Superior que aflora principalmente en la región de Santiago Ixtaltepec, en tres formaciones: Santiago, con rocas del Misisípico, Ixtaltepec, del Pensilvánico y Yododeñe la cual catalogó de edad Pérmico-Jurásica.

A partir de entonces se han realizado numerosos estudios paleontológicos de la fauna fósil que se encuentra en las rocas de estas formaciones. Con la fauna asociada a la Formación Tiñú, se encuentran los trilobites descritos por Robinson y Pantoja-Alor en 1968; en ese mismo año, Yochelson (1968) identificó una nueva especie de gasterópodo (*Eubucania mexicana*) y Flower (1968) describió tres nuevas especies de cefalópodos del género *Rioceras*. En 1970, Clark describió la fauna de conodontos (*in* Pantoja-Alor, 1970). Años después, Sour-Tovar y colaboradores (1982) reportaron la primera fauna de graptolitos para México y establecieron la existencia del límite Cámbrico-Ordovícico entre el Miembro Inferior y el Miembro Superior. En 1983 Rodríguez-Benítez realizó un estudio palinoestratigráfico de las formaciones Tiñú, Ixtaltepec y Santiago, determinó los acritarcas presentes en estas formaciones y estudió sus implicaciones estratigráficas y ambientales. Buitrón-Sánchez y Rivera (1984) describieron la fauna de braquiópodos lingúlidos de esta unidad. Armella y Cabaleri (1984) analizaron las biofacies y microfacies de la transgresión tremadociana en el afloramiento de Río de las Salinas. Posteriormente Sour-Tovar y Buitrón-Sánchez (1987) profundizaron en el estudio de los graptolitos confirmando la edad cámbrico-ordovícica de la Formación Tiñú y la existencia de este límite en la región. Entre otros trabajos que se han realizado para la Formación Tiñú, se encuentran el de Sour-Tovar (1990), quien realizó un estudio paleoecológico y describió la biocenosis y tanatocenosis en los diferentes estratos de dicha

Formación y discutió las implicaciones paleoambientales y paleogeográficas de la fauna; en 1991, Sour-Tovar y Quiroz-Barroso describieron los icnofósiles encontrados en esta formación pertenecientes al género *Arthropycus* (también incluyeron la descripción de icnofósiles misisípicos). Streng *et al.* (2011) publicaron la determinación de 18 braquiópodos linguliformes del Cámbrico superior y Ordovícico Inferior de la Formación Tiñú.

La formación Santiago, unidad informal por homonimia, sobreyace a la Formación Tiñú y originalmente fue considerada de edad misisípica con base a la presencia de braquiópodos de los géneros *Kitakamithyris* y *Rotaia* que fueron descritos por Cooper (*in* Pantoja-Alor, 1970). Sobre la fauna que se ha descrito para esta formación, Navarro-Santillán (1997) reportó e ilustró cuatro especies de braquiópodos espiriféridos; Navarro-Santillán y colaboradores (2002) hicieron una revisión detallada de la formación Santiago y propusieron una nueva división litoestratigráfica para las unidades del Carbonífero de la región, además, con base a la asociación de los braquiópodos *Actinoconchus lamellosus* y *Torynifer pseudolineatus* confirmaron que la formación Santiago, al menos en sus estratos basales, es de edad Osageana (Misisípico Temprano). En el año 2000, Quiroz-Barroso y colaboradores registraron la presencia del rostroconcho de la especie *Pseudomulceodens cancellatus*; Castillo-Espinoza (2008) reportó varios cefalópodos (amonoideos y nautiloideos) para el miembro superior de la formación Santiago y Escalante-Ruíz (2011) hizo una revisión taxonómica de la fauna de gasterópodos y conuláridos de esta misma unidad.

Para la Formación Ixtaltepec, también se han realizado numerosos trabajos: Morales-Soto (1984) hizo un estudio paleoecológico de las comunidades fósiles, posteriormente Sour-Tovar y Quiroz-Barroso (1989) describieron seis especies de braquiópodos estrofoménidos; Sour-Tovar (1994) describió braquiópodos pensilvánicos. En el año 1995, Quiroz-Barroso estudió los bivalvos del Carbonífero superior de Nochixtlán y Quiroz-Barroso y Sour-Tovar (1995) reportaron el hallazgo del primer ofiuroideo fósil para el pensilvánico de México, que representa el registro más antiguo y más austral de México (Martín-Medrano y García-Barrera, 2006); un año más tarde Ortiz-Lozano (1996) analizó las colonias de

briozoarios de la Formación Ixtaltepec y sus implicaciones morfológicas y paleoambientales. Quiroz-Barroso y Perrilliat (1997) describieron cinco especies de bivalvos nuculoideos, entre ellas una nueva especie: *Palaeoneilo sinuosus*; en 1998, Quiroz-Barroso y Perrilliat describieron 20 especies de bivalvos que están relacionados con la faunas del Midcontinent y Apalachiana; Sour-Tovar y Martínez-Chacón (2004) reportaron la fauna de braquiópodos chonétidos de la Formación Ixtaltepec. Así mismo se han descrito los braquiópodos de la familia Neospiriferinae (Torres-Martínez, 2005; Torres-Martínez *et al.*, 2008). Entre los trabajos más recientes que se han realizado en esta área, se encuentran el de Villanueva-Olea y colaboradores (2011) donde describieron placas columnares de crinoides del Misisípico y Pensilvánico de la región, y el trabajo de Torres-Martínez y Sour-Tovar (2012), en el cual describieron varias especies de braquiópodos productidos y se señaló la presencia de rocas chesterianas (Viseano) en la parte basal de la Formación Ixtaltepec.

MARCO GEOLÓGICO

Estratigrafía general del área (Fig. 7)

El Complejo Oaxaca es la unidad más antigua de esta secuencia Paleozoica, está compuesta por gneiss, esquisto y granito, pegmatita y roca verde de edad precámbrica. La base de la sucesión de rocas paleozoicas en la región está compuesta por la Formación Tiñú. Este nombre fue introducido por Pantoja-Alor (1970) para designar una secuencia constituida por caliza, lutita, limolita y arenisca de edad cámbrico- ordovícica que aflora al sureste de Nochixtlán, en el poblado de Santa María Tiñú y la región de Santiago Ixtaltepec al noroeste de Nochixtlán. La Formación Tiñú tiene un espesor de 200 m y está constituida por dos miembros. El Miembro Inferior compuesto por dos paquetes litológicos constituidos, el primero, por lutita y arenisca con fragmentos de trilobites, el segundo paquete está compuesto por estratos delgados de caliza con intercalaciones de lutita y con fragmentos de trilobites. El Miembro Superior está compuesto en la base por un conglomerado calcáreo y por una intercalación de lutita, arenisca y limolita calcárea, así como pequeñas capas de conglomerado. Esta formación aflora en la

porción sureste de Nochixtlán en el poblado de Santa María Tiñú y al noreste de Santiago Ixtaltepec, sobreyace discordantemente al Complejo Oaxaca (Pantoja-Alor, 1970).

La formación Santiago sobreyace en discordancia angular a la Formación Tiñú. El nombre de formación Santiago también fue introducido por Pantoja-Alor (1970), para designar una secuencia clástica marina compuesta por caliza, arenisca, limolita y lutita que afloran en el Arroyo Las Pulgas con un espesor de 192 m. Está constituida por dos miembros: un miembro inferior calcáreo que en su base presenta 1 a 2 m de conglomerado fino de cuarzo cementado por caliza amarilla ligeramente arcillosa; le sigue una caliza amarillenta con bandas de 5 a 20 cm de fragmentos finos de cuarzo que se presentan rítmicamente en los estratos; posteriormente se encuentra una caliza de color gris claro de estratificación gruesa con abundantes braquiópodos, esponjas y corales. El miembro superior lutítico con un espesor de 90 m está constituido por una lutita abigarrada con intercalaciones de arenisca calcárea de grano fino; en la parte media de este miembro se encuentra una arenisca poco calcárea, la cual presenta cuarzo, feldespatos y mica en una matriz arcillosa; la parte superior está formada por una lutita intercalada con arenisca calcárea donde se pueden encontrar conchas de braquiópodos, moluscos y algunos tallos de crinoideos (Pantoja-Alor, 1970).

Con base en los fósiles *Kitakamithyris* y *Rotaia* encontrados en esta formación, Pantoja-Alor (1970), asignó una edad del Misisípico y las correlacionó con la Caliza Keokuk de la serie Osageana (Misisípico temprano), posteriormente Navarro-Santillán *et al.* (2002), confirmaron que la base de la formación Santiago es de edad Osageana por la presencia de la asociación de los braquiópodos *Actinoconchus lamellosus* y *Torynifer pseudolineatus*. El estado nomenclatural de la formación Santiago no es formal ya que presenta homonimia con otras formaciones descritas con anterioridad para el centro-este del país.

La Formación Ixtaltepec de edad Pensilvánica es una secuencia, con un espesor de 600 m, de rocas clásticas marinas constituida por lutita, limolita y arenisca, con intercalaciones de caliza que sobreyacen discordantemente a la formación Santiago. Está compuesta por dos miembros: el Miembro Inferior que

consiste de lutita y limolita con intercalaciones de caliza y arenisca, y el Miembro Superior que lo compone una intercalación de caliza con conglomerado, lutita y limolita donde se encuentran abundantes invertebrados que indican un ambiente marino somero. En el Arroyo Las Pulgas los primeros 100 m están conformados por limolita, arenisca calcárea de grano fino y capas delgadas de calcarenita ligeramente arcillosa; los 80 m que le siguen son bancos gruesos de lutita abigarrada, ligeramente arenosa con intercalaciones de arenisca de grano fino, con granos bien clasificados y matriz arcillo calcárea; los siguientes 170 m son de limolita y arenisca de grano fino, micácea; por último, se encuentran 175 m de bancos gruesos a masivos de lutita arenosa delimitados por estratos de arenisca de grano fino y limolita.

La Formación Yododeñe fue definida por Pantoja-Alor (1970) para una secuencia de conglomerados gruesos con intercalaciones de arenisca y limolita de posible edad Permo-Jurásica que afloran en el Arroyo Yododeñe al oriente del poblado del mismo nombre. Está constituida por un conglomerado de guijarros y guijas de rocas metamórficas y sedimentarias incluidos en una matriz de lodo, así como lutita y arenisca de color rojo. Pantoja-Alor (1970) le asignó una edad del Carbonífero temprano-tardío o Pérmico medio; posteriormente Centeno-García y Keppie (1999) y Sánchez-Zavala *et al.* (1999) le asignaron una edad Pérmica. Flores de Dios-González *et al.* (2000) propusieron que la edad de la Formación Yododeñe es post-pérmica y pre-cretácica (Triásico-Jurásico).

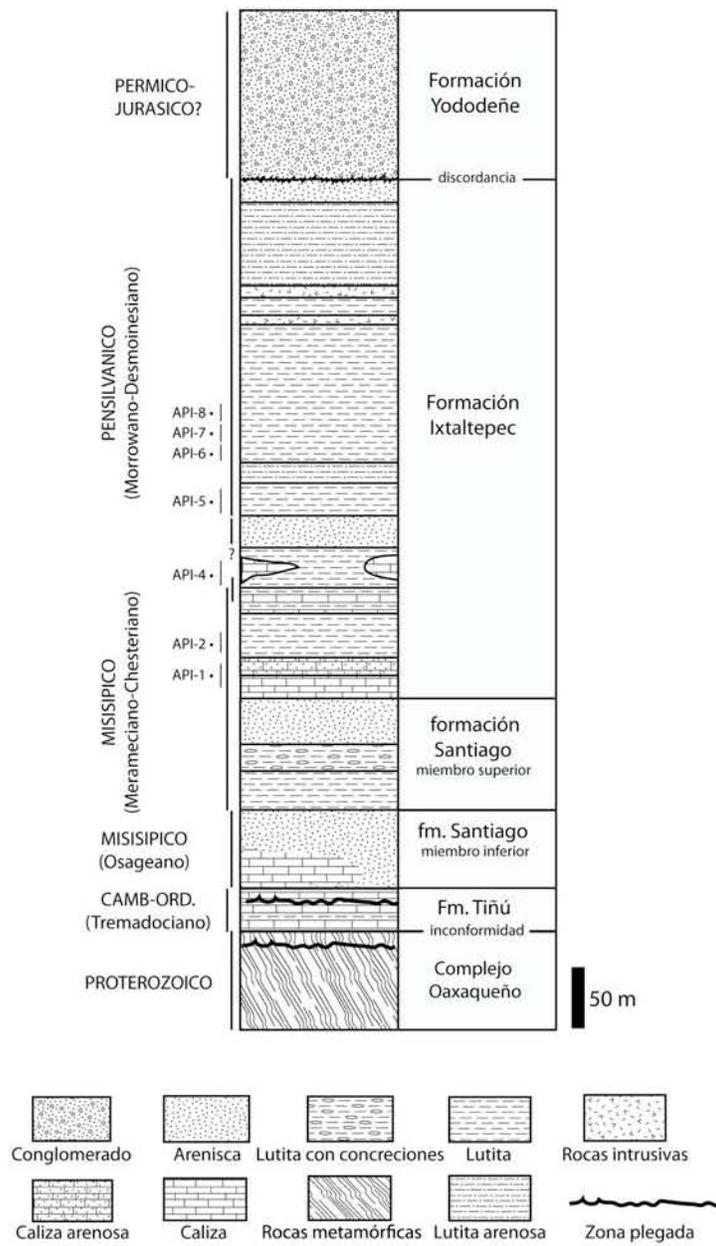


Figura 7. Estratigrafía general del área de Santiago, Ixtaltepec, Oaxaca. De acuerdo a Torres-Martínez y Sour-Tovar (2012).

Localidades de estudio

Localidad La Curva: Se ubica aproximadamente a 800 m al sureste del poblado de Santiago Ixtaltepec, en las coordenadas 17° 32.052' N y 97° 06.669' W (Fig. 6). En esta localidad se encuentra una sucesión de rocas de la formación Santiago. La sección fue medida en dirección E-W y tiene un espesor total de 159.5 m (Fig. 8). Esta sección está constituida por un conglomerado fino de cuarzo, al cual le siguen estratos de caliza gris con braquiópodos, esponjas y corales con un espesor aproximado de 3 m. Los siguientes 5 m se componen de arenisca de color crema claro sin contenido fosilífero. Le sigue una calcarenita gris verdosa de 13 m que intemperiza a color café-naranja con briozoarios y braquiópodos conétidos. Por encima se encuentran en discordancia angular, 2 m de lutita pizarrosa de color gris oscuro que intemperiza en astillas finas sin fósiles. Los siguientes 14 m son de lutita pizarrosa color gris claro que intemperiza a negro, intercalada con arenisca que intemperiza a tonos rojizos en capas delgadas de menos de 1 cm de espesor, no fosilífera. Le sigue una capa delgada de calcarenita de color crema de 45 cm de espesor que contiene crinoideos, briozoarios y braquiópodos similares a los que se encuentran en la base de la secuencia. Los siguientes 10 m son de una lutita pizarrosa de color gris que intemperiza a colores café-gris oscuro sin fósiles. Los 37 m que le siguen se componen de una lutita verdosa muy astillosa que intemperiza a tonos cafés con concreciones que llegan a medir hasta 40 cm de diámetro; la primera mitad de esta lutita presenta fósiles de bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, braquiópodos, crinoideos y conuláridos incluidos en las concreciones y fuera de ellas (nivel Cu-5). Los últimos 74 m se componen de una arenisca estratificada de color gris claro que no contiene fósiles.

Localidad La Cima: Se encuentra entre las coordenadas 17° 31.674' N y 97° 06.517' W (Fig. 6). Está constituida por una lutita de color gris verdoso y en la parte superior presenta una arenisca de color crema. En esta localidad también se encontraron abundantes concreciones con fósiles de cefalópodos, braquiópodos, conuláridos, gasterópodos y crinoideos (Fig. 8). Las capas de lutita (Ci-1) se correlacionan con el nivel Cu-5 de la localidad La Curva.

Localidad Los Zapotales: se ubica entre las coordenadas 17° 31.380' N y 97° 06.734' W (Fig. 6). Esta localidad está constituida por una lutita de color gris verdoso y rojizo (Za-1), que corresponde al nivel Cu-5 de la localidad La Curva, con abundantes concreciones con braquiópodos, cefalópodos, crinoideos, conuláridos y gasterópodos (Fig. 8).

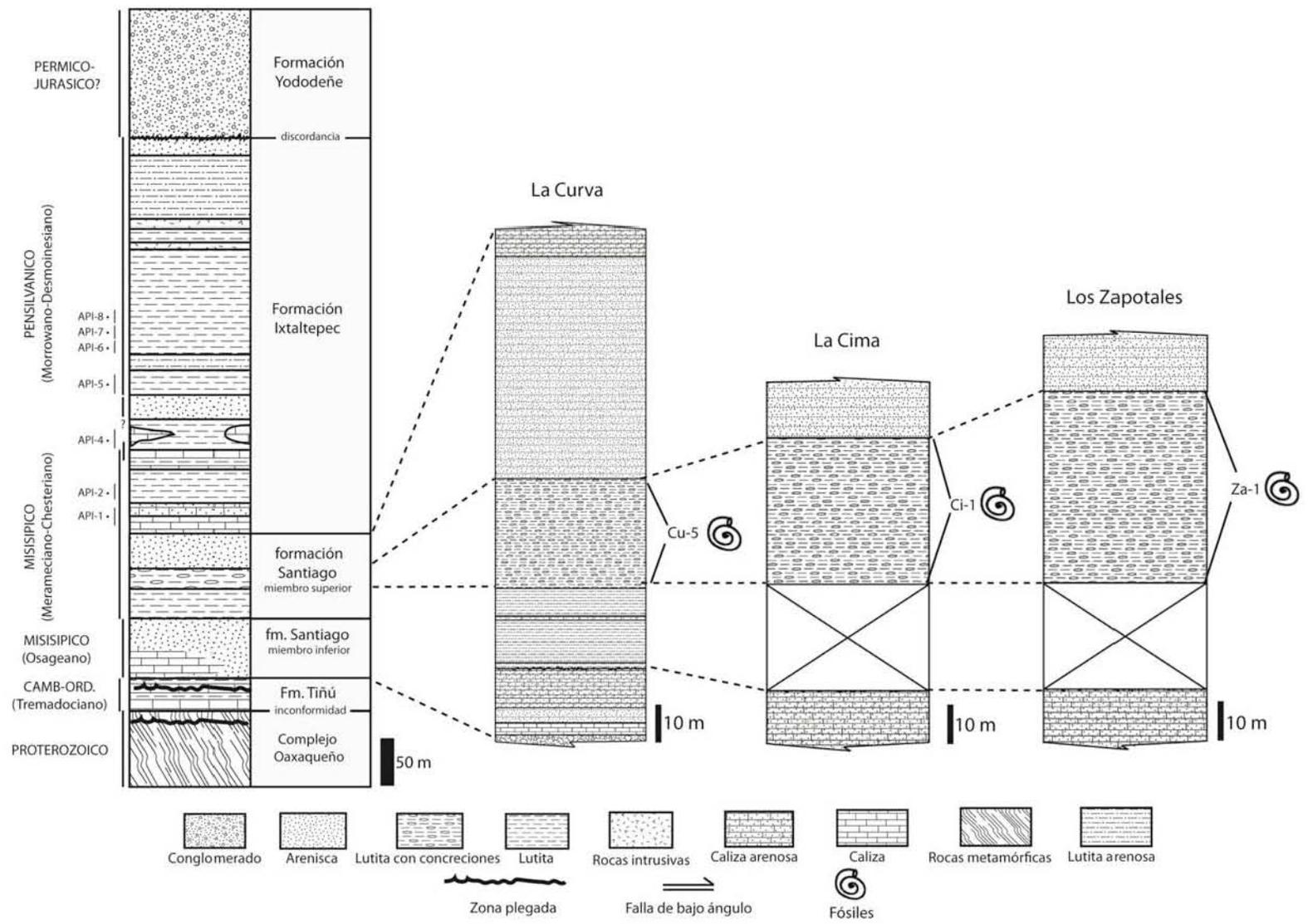


Fig. 8. Columnas estratigráficas de las localidades estudiadas.

METODOLOGÍA

El estudio se dividió en dos etapas: trabajo de campo y trabajo de gabinete. El material que se revisó en este trabajo, fue recolectado en diversas campañas de campo efectuadas entre los años 2000 y 2012, donde también se midieron las secciones estratigráficas.

El material recolectado, registrado y depositado previamente en la colección del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCMP), fue limpiado de polvo y sedimento con un percutor neumático y/o con sandblaster; en el caso de los braquiópodos y amonoideos, se realizaron vaciados de silicón para hacer más factible el reconocimiento de estructuras diagnósticas en los ejemplares. Debido a la fragilidad de algunos ejemplares se utilizó acetato de celulosa como aglutinante para evitar el desgaste o fractura del material. Finalmente, el material mejor preservado se seleccionó para ser fotografiado con una cámara réflex Olympus OM-4 Ti, con lentillas de acercamiento de diferentes gradaciones, previo tratamiento con cloruro de amonio (NH_4Cl), para resaltar los rasgos morfológicos de la concha, (suturas en el caso de los amonoideos y partes internas de la concha en el caso de los braquiópodos). Para la realización de este trabajo se utilizó la metodología convencional para estudios de carácter sistemático de invertebrados; también se realizó una estancia académica a la Colección Paleontológica de Invertebrados del Peabody Museum de la Universidad de Yale, New Haven, Connecticut, EUA, con el fin de comparar los ejemplares oaxaqueños con los holotipos y paratipos de dicha colección.

Material. Se revisaron 85 ejemplares de cefalópodos (incluyendo nautiloideos y amonoideos), 133 ejemplares de braquiópodos y 11 placas columnares de crinoideos.

RESULTADOS

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Todo el material descrito a continuación se encuentra depositado en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, cada ejemplar se encuentra registrado con el prefijo FCMP seguido por un número que indica la fecha de ingreso a las colecciones. En el caso de los ejemplares de crinoideos, este material se describió formalmente en Villanueva-Olea *et al.*, (2011) y el número con que se mencionaron corresponde al que se les ha asignado en la colección de tipos de la misma institución.

La clasificación utilizada para los braquiópodos es de acuerdo a Alvarez y Jia-yu, (2002); Brunton *et al.*, (2000); Carter, *et al.*, (2006); Savage *et al.*, (2002) y Williams *et al.*, (2000). En el caso de los cefalópodos la clasificación que se utilizó se basó en la de Moore y Jeffords, (1964) y Furnish *et al.*, (2009). Para los crinoideos, la descripción y clasificación de las placas columnares se realizó siguiendo la propuesta taxonómica de Moore y Jeffords (1968).

Phylum Brachiopoda Duméril, 1806

Subphylum Linguliformea Williams *et al.*, 1996

Clase Lingulata Gorjansky y Popov, 1985

Orden Lingulida Waagen, 1885

Superfamilia Discinoidea Gray, 1840

Familia Discinidae Gray, 1840

Género ***Orbiculoidea*** D'Orbigny, 1847

Especie tipo: *Orbicula forbessi*, Davidson, 1848

Diagnosis del género. Concha subcircular biconvexa a planoconvexa en su región dorsal; ambas valvas con líneas concéntricas bien desarrolladas; valva dorsal cónica a subcónica; ápice con posición variable; valva ventral subcónica a fuertemente cóncava; huella pedicelar angosta, cerrada anteriormente por el

listrium que se continúa como tubo interno a la abertura en el margen posterior de la concha (Holmer y Popov, 2000).

***Orbiculoidea* sp.**

Lámina 1, figura a.

Descripción. Concha subcircular, biconvexa, ligeramente más amplia en la región anterior de la concha; márgenes curvos en la región posterior y lateralmente; el ejemplar mide 7.11 mm de largo por 6.11 mm de ancho; apéndice prominente; la pared de la concha es delgada; presenta finas líneas de crecimiento concéntricas, valva ventral cónica asimétricamente con pico agudo.

Material examinado. Molde externo de una valva ventral FCMP 08/063.

Ocurrencia. La Cima, nivel Ci-1.

Discusión. El ejemplar de la formación Santiago, se ha comparado con formas del género *Acrosaccus*, que también presentan una concha de forma subcircular, una ornamentación que consta de finas líneas concéntricas y una valva ventral de forma cónica a subcónica; difieren del ejemplar encontrado en Oaxaca por presentar una huella pedicelar más larga. Este ejemplar oaxaqueño también se comparó con el género *Oehlertella*, del cual, *Orbiculoidea* se distingue por presentar una longitud menor de la huella pedicelar y un margen posterior ovalado, que en *Oehlertella* es más redondeado. *Orbiculoidea* difiere de los géneros *Lindstroemella* y *Discinisca* por que éstos presentan un foramen pedicelar circular y abierto en la parte posterior. La pobre conservación del ejemplar y su alto grado de erosión no permite un análisis detallado para su determinación específica.

Distribución. Este género está bien representado para el Carbonífero de Norteamérica, en Indiana (Lane *et al.*, 1973), Oklahoma (Heim, 2009), Merameciano de Barnett Shale en Texas (Sepkoski, 1998), Carbonífero de Argentina (Cisterna y Simanaukas, 2000), Reino Unido (Ferguson, 1962) y en México se ha reportado para el área de El Antimonio en Sonora (Cooper *et al.*, 1954).

Clase Strophomenata Williams *et al.*, 1996
 Orden Productida Sarytcheva y Sokolskaja, 1959
 Suborden Chonetidina Muir-Wood, 1955
 Superfamilia Chonetoidea Bronn, 1862
 Familia Rugoschonetidae Muir-Wood, 1962
 Subfamilia Rugosochonetinae Muir-Wood, 1962
 Género ***Neochonetes*** Muir-Wood, 1962

Especie tipo: *Chonetes dominus* King, 1938

Quadranetes Sadlick, 1963 p. 721.

Diagnosis del género. Rugosoconétidos con concha de tamaño pequeño a grande, de plano a moderadamente cóncavo-convexa, con ornamentación externa finamente capilada, surco de débilmente a claramente desarrollado, espinas de débil a moderadamente anguladas. Interior de la valva ventral con miofragma prominente, troncos paralelos vasculares profundamente impresos; interior dorsal con proceso cardinal con alveolo, anderidios, septo medio, y crestas braquiales; las crestas internas de las fosetas están bien desarrolladas y las crestas de las fosetas pueden estar presentes (Racheboeuf, 2000).

? *Neochonetes* sp.

Lámina 1, figuras b-e

Descripción. Concha de tamaño grande (el ejemplar mayor mide 14.73 mm de longitud por 25.7 mm de anchura), transversa, moderadamente cóncavo-convexa de contorno subcuadrado o subovalado; con la charnela aparentemente igual a la máxima anchura; espinas ortomórfas oblicuas; pseudodeltidium y quilidio presentes. Valva ventral moderadamente convexa, sin surco o casi inconspicuo, capilada, con líneas concéntricas espaciadas irregularmente; interior ventral con miofragma triangular corto; cicatrices de los músculos aductores adyacentes al miofragma, pequeñas, elípticas y rodeadas por las cicatrices de los diductores, las cicatrices de los músculos diductores son de forma elongada; septo medio ventral

con una longitud de casi la mitad del largo de la valva; presenta abundantes endoespinas.

Valva dorsal ligeramente cóncava, aurículas aplanadas; con costillas delgadas; foseas internas ligeramente curvas; anderidios prominentes; proceso cardinal bilobulado anteriormente y tetralobulado posteriormente.

Material examinado. Ejemplares FCMP 08/023, FCMP 08/025, FCMP 08/026, FCMP 08/029, FCMP 08/034, FCMP 08/038, FCMP 08/042, FCMP 08/046, FCMP 08/049, FCMP 08/053, FCMP 08/055, FCMP 08/056, FCMP 08/059, FCMP 08/061, FCMP 08/062, FCMP 08/064, FCMP 08/068, FCMP 08/076, FCMP 08/105, FCMP 08/108, FCMP 08/111, FCMP 08/115, FCMP 08/119, FCMP 08/121, FCMP 08/129, FCMP 08/130a, FCMP 08/137, FCMP 08/140, FCMP 08/142, FCMP 08/158, FCMP 08/164, FCMP 09/06, FCMP 09/42, FCMP 09/52, FCMP 09/58, FCMP 09/72, FCMP 09/89.

Ocurrencia. La Curva, La Cima y Los Zapotales.

Discusión. Los ejemplares de la formación Santiago se han asociado al género *Neochonetes* por presentar concha subovalada a subcuadrada, septo medio dorsal con una longitud de casi la mitad de la valva; numerosas líneas de crecimiento, presencia de pseudodeltidio y quilidio y espinas ortomórfas oblicuas. También se han comparado con otros géneros de la subfamilia Rugosochonetinae como *Chonetinella* que se distingue del material de la formación Santiago por que presenta una concha bilobada, fuertemente cóncavo-convexa, un surco medio muy marcado así como un septo medio elevado en la parte anterior; el material estudiado también se comparó con el género *Isochonetes* que se distingue por presentar cicatrices de los músculos diductores más grandes y en forma de triángulo; el género *Jakutochonetes* se distingue de los ejemplares estudiados por poseer un septo medio bien desarrollado y un proceso cardinal más ancho. El género *Rugosochonetes* es muy próximo a *Neochonetes*; Muir-Wood (1962) definió ambos géneros identificando a *Neochonetes* por sus crestas braquiales más definidas, sin desarrollo de septos accesorios, fuertes crestas internas y raro desarrollo de crestas externas, además los troncos vasculares forman crestas prominentes paralelas al septo. Roberts (1971) indicó que existen muy pocas

diferencias entre los géneros *Neochonetes* y *Rugosochonetes* con el cual también se compararon los ejemplares oaxaqueños y consideró que el género *Neochonetes* se distingue por tener valva ventral menos convexa y valva dorsal más plana, seno medio más persistente y profundo. A pesar de esto, algunos autores consideran que estas características son insuficientes para diferenciar entre ambos géneros ya que el desarrollo de ciertas estructuras depende de la edad de los organismos, incluso algunos otros los consideran sinónimos (Martínez-Chacón y Winkler-Prins, 2000) . Por las características que presentan los ejemplares oaxaqueños asociados al género *Neochonetes*, por su conservación y escasez de valvas dorsales encontradas, no es posible afirmar con certeza el género.

Distribución. *Neochonetes* es un género ampliamente distribuido desde el Carbonífero Superior hasta el Pérmico Superior; se ha reportado para el Moscoviano Superior en las Montañas Cantábricas en Asturias, España (Martínez-Chacón y Winkler-Prins, 2005). También ha sido registrado para el Pensilvánico (Desmoinesiano) en el Condado Millard, Utah (Pérez-Huerta, 2007) y para el Pérmico Tardío de Sichuan al sur de China (Campi y Shi, 2005).

Suborden Productidina Waagen, 1883

Superfamilia Productoidea Gray, 1840

Familia Productellidae Schuchert *in* Schuchert y LeVene, 1929

Subfamilia Plicatiferinae Muir-Wood y Cooper, 1960

Género ***Aseptella*** Martínez-Chacón y Winkler-Prins, 1977

Especie tipo *Aseptella asturica* Martínez Chacón y Winkler Prins, 1977

Diagnosis enmendada del género. Productidos pequeños, cóncavo-convexos, transversalmente rectangulares con ornamentación de arrugas y lamelas concéntricas; en organismos adultos se presenta un reborde plano rodeando ambas valvas. Cavidad corporal pequeña. Valva ventral con espinas poco numerosas, grandes y alineadas a lo largo de la charnela y sobre ambos flancos; valva dorsal sin espinas pero con algunos hoyuelos. El interior de la valva ventral

presenta aberturas de espinas; cicatrices de los aductores lanceoladas, separadas por un miofragma estrecho y rodeadas por las cicatrices de los diductores que son grandes y poco marcadas; interior de la valva dorsal pustuloso, principalmente en la región anterior, márgenes braquiales pobremente desarrollados que divergen en un ángulo de 45 grados, crestas marginales fuertes que divergen a partir de la línea charnelar separando las aurículas del disco visceral, septo medio ausente o poco desarrollado en adultos; crestas estrechas; proceso cardinal bilobulado internamente y tetralobulado externamente (Winkler-Prins y Martínez-Chacón, 1998).

***Aseptella* sp.**

Lámina 1, figuras f-j.

Descripción. Concha mediana, moderadamente cóncavo-convexa, línea externa subcuadrada; ancho mayor en la parte media de la concha, aurículas de tamaño medio, aplanadas; cavidad corporal pequeña.

Valva ventral convexa; pliegue central poco elevado; disco visceral con flancos bien marcados y separados de las depresiones auriculares; umbo incurvado. La ornamentación consiste en arrugas gruesas, muy espaciadas entre sí, con la misma forma subcuadrada del contorno de la concha y con una ondulación leve en la parte del pliegue central que sobre las arrugas se observan con poca nitidez y sin una disposición clara las bases de algunas espinas.

Interior de la valva ventral con las cicatrices de los músculos aductores de forma lanceolada, separadas por un miofragma somero y rodeadas por las cicatrices de los diductores que se observan difusas; en el margen anterior de las aurículas se observan tres cicatrices, a manera de perforaciones, de espinas gruesas; el margen presenta un reborde poco conspicuo.

Valva dorsal ligeramente convexa, casi aplanada, con arrugas concéntricas delgadas y separadas por espacios muy cortos.

El interior dorsal presenta dos crestas laterales bien marcadas que divergen desde la charnela en un ángulo de 45 grados; el septo medio alcanza más de la mitad de

la valva y se encuentra bien desarrollado; proceso cardinal bilobulado en la parte inferior y cuadrífido en la parte exterior.

Material examinado. Ejemplares FCMP 06/62, FCMP 07/165a, FCMP 07/165b, FCMP 07/165c, FCMP 07/165d, FCMP 07/165e, FCMP 08/027, FCMP 08/030, FCMP 08/032, FCMP 08/036, FCMP 08/037, FCMP 08/039, FCMP 08/044, FCMP 08/045, FCMP 08/050, FCMP 08/051, FCMP 08/052, FCMP 08/057, FCMP 08/066, FCMP 08/067, FCMP 08/069, FCMP 08/072, FCMP 08/095, FCMP 08/104, FCMP 08/106, FCMP 08/116, FCMP 08/123, FCMP 08/126, FCMP 08/127, FCMP 08/128, FCMP 08/131, FCMP 08/133, FCMP 08/134, FCMP 08/136, FCMP 08/138, FCMP 08/139, FCMP 08/141, FCMP 08/160, FCMP 08/161, FCMP 08/162, FCMP 08/163, FCMP 09/39, FCMP 09/40, FCMP 09/41, FCMP 09/43, FCMP 09/44, FCMP 09/47, FCMP 09/50, FCMP 09/51, FCMP 09/53, FCMP 09/59, FCMP 09/61, FCMP 09/63, FCMP 09/64, FCMP 09/65, FCMP 09/66, FCMP 09/69, FCMP 09/71, FCMP 09/74, FCMP 09/75 y FCMP 09/109.

Ocurrencia. La Curva, La Cima y Los Zapotales.

Discusión. La asignación genérica se establece con los rasgos descritos y que corresponden a la diagnosis del género elaborada por Martínez-Chacón y Winkler-Prins (1977). El material de la formación Santiago se comparó con *Aseptella asturica* del Bashkiriense de la Formación Ricacabiello en España (Martínez Chacón y Winkler Prins, 1977) y *Aseptella beetsi* del Viseano de la Formación Alba (Winkler-Prins y Martínez-Chacón, 1998), ambas especies de la Cordillera Cantábrica y que se pueden diferenciar por presentar conchas de menor tamaño, con menos de 5.3 mm de largo por 7.4 mm de ancho, un septo en el interior de la valva dorsal mas corto y débil en formas juveniles y ausente en adultos; *Aseptella patriciae* (Simanauskas, 1996) y *Aseptella aff. patriciae* (Cisterna y Simanauskas, 1999) del Carbonífero Superior de Argentina, se pueden diferenciar por el patrón bilobulado en que se encuentran los tubérculos del interior de la valva dorsal y la carencia de septo medio. *Aseptella* sp. de Oaxaca, también se comparó con *Aseptella satunensis*, del Namuriano del sur de Tailandia (Wongwanich *et al.*, 2004) que se caracteriza por presentar en la parte anterior del interior de la valva ventral las raíces muy fuertes de dos espinas radiales, arrugas más gruesas y

menos numerosas sobre la valva dorsal y un ángulo de divergencia de las crestas laterales de 30 grados.

Distribución. El género *Aseptella* se ha registrado en el Carbonífero de España (Martínez -Chacón y Winkler-Prins, 1977; Winkler-Prins y Martínez-Chacón, 1998), Pérmico de Argentina, (Simanauskas, 1996; Cisterna y Simanauskas, 1999) y Namuriano de Tailandia (Wongwanich *et al.*, 2004).

Superfamilia ECHINOCONCHOIDEA Stehli, 1954

Familia **ECHINOCONCHIDAE** Stehli, 1954

Género indeterminado

Lámina 1, figura k.

Diagnosis. Equinocónchidos con cavidad de cuerpo profunda; proceso cardinal bífido, cuadrífido o débilmente trífido, con tallo presente en adultos; valva dorsal con cicatrices del músculo aductor cuadripartitas y posicionado en la parte antero-media de la concha (Leighton y Maples, 2002).

Descripción. Concha grande, valva dorsal transversalmente suboval a subtrapezoidal; el ejemplar mide 51.59 de anchura y 31.84 mm de longitud. En la parte posterior de la concha se observan numerosas espinas de tamaño medio dispuestas en forma radial y bandas concéntricas que se distribuyen en toda la valva; carece de costillas; línea cardinal casi recta; interárea baja; crestas laterales bien marcadas, ligeramente curvas; el septo medio se extiende hasta la mitad de la concha; miofragma somero; tallo del proceso cardinal largo.

Material examinado. Ejemplares FCMP 09/67 y FCMP 09/68.

Ocurrencia. La Curva.

Discusión. La asignación a la Superfamilia Echinoconchoidea se basa en la ausencia de costelación en el ejemplar analizado. Se asocia a la Familia Echinoconchidae por la profundidad de la cavidad corporal, la disposición y diferenciación de las espinas, y la longitud y diámetro del septo medio. Los representantes de la Familia Sentosiidae se distinguen por una cavidad corporal

somera, la no diferenciación de las espinas y un septo medio de menor diámetro. Debido al estado de conservación del material, no se puede determinar el ejemplar a nivel genérico.

Distribución. La Familia Echinoconchidae se encuentra ampliamente distribuida desde el Devónico Superior hasta el Triásico Inferior y ha sido registrada en Canadá, Estados Unidos, México, Europa, Australia, China, Asia y en algunas partes de Sudamérica.

Subphylum Rhynchonelliformea Williams *et al.*, 1996

Clase Rhynchonellata Williams *et al.*, 1996

Orden Rhynchonellida Kuhn, 1949

Superfamilia Pugnacoidea Rzhonsnitskaia 1956

Familia Pugnacidae Savage, 1996

Género ***Pleuropugnoides*** Ferguson, 1966

Especie tipo: *Terebratula pleurodon* Phillips, 1836.

Diagnosis de género. Línea externa subpentagonal a fuertemente ovalada transversalmente. Punta erecta a suberecta; foramen pedicelar circular a oval; pliegue y surco fuertemente marcados desde los umbones; comisura anterior uniplicada; lengua amplia, alta, trapezoidal a redondeada, con márgenes en zigzag. Costillas fuertes, simples y redondeadas, que se extienden desde la punta; placas dentales cortas, verticales; septo dorsal de muy corto a ausente (Savage *et al.*, 2002).

Pleuropugnoides pleurodon (Phillips, 1836)

Lámina 1 figura I

Terebratula pleurodon Phillips, 1836, p. 222, lám. 12, figs. 25-28.

Rhynchonella pleurodon (Phillips). Davidson, 1861, p. 101, lám. 23, figs. 1-11.

Pleuropugnoides pleurodon (Phillips). Ferguson, 1966.

Diagnosis. Concha pequeña a mediana, en los adultos las conchas pueden llegar a medir de 15-25 mm de amplitud; línea externa suboval, con una anchura mayor que la longitud, costillas redondeadas, raramente angulares que comienzan desde el umbo; de dos a seis costillas en el surco medio; presentan un foramen pedicelar circular (Ferguson, 1966).

Descripción. Concha rinconeliforme pequeña, fuertemente biconvexa, suboval a subtriangular, valva ventral con 4 o 5 costillas en el surco medio; el ejemplar más grande mide 10.05 mm de ancho y 6.79 mm de longitud; comisura anterior uniplicada y fuertemente serrada; costillas fuertes, redondeadas a ligeramente subangulares que surgen desde el umbo y se ensanchan mucho hacia delante; márgenes laterales aserrados; valva dorsal subtriangular con cuatro costillas; punta erecta ligeramente curva en ejemplares grandes.

Material examinado. Ejemplares FCMP 08/117, FCMP 08/118, FCMP 08/130b, FCMP 08/170, FCMP 09/48 y FCMP 09/73.

Ocurrencia. La Cima y Los Zapotales.

Discusión. *Pleuropugnoides pleurodon* difiere de la especie *Pleuropugnoides triplex* del Carbonífero de Inglaterra (M'Coy, 1844), por presentar una concha más grande y tener un mayor número de costillas en el surco medio, además de que en *P. triplex*, las costillas no empiezan desde el umbo como en el caso de los ejemplares oaxaqueños. *Pleuropugnoides flexistria* de la Formación Caliza Mountains en Yorkshire (Phillips, 1836) difiere por tener un umbo más prominente y más largo y amplio, y por presentar costillas intercaladas. *Pleuropugnoides proava* del Viséano de Inglaterra (Phillips, 1836) es diferente a *P. pleurodon* por que la concha es más larga y angosta, el pliegue y el surco no son tan profundos y el foramen pedicelar está ubicado hacia la parte distal anterior de la concha.

P. greenleightonensis del Viséano Superior de las rocas de Northumberland, Inglaterra (Ferguson, 1966), presenta una concha más pequeña, la línea externa es más angular y el área cardinal es más amplia.

Distribución. *Pleuropugnoides pleurodon* está ampliamente distribuída en Eurasia y el Norte de África, desde el Tournasiano al Serpukhoviano, principalmente en el Viséano Superior. Se ha descrito para el Viséano Superior de Los Santos de

Maimona en España (Martínez-Chacón y Legrand-Blain, 1992); Viseano de Inglaterra (Ferguson, 1966; Mundy, 1994); en la Formación Tarar del Tournasiano de Libia (Mergl y Massa, 1992) y en la Formación de Um Bogma del Viseano de Egipto (Kora, 1995).

Superfamilia RHYNCHOTETRAOIDEA Licharew in Rzhonsnitskaia, 1956

Familia TETRACAMERIDAE Licharew in Rzhonsnitskaia, 1956

Género ***Rotaia*** Rzhonsnitskaia, 1959

Especie tipo: *Rhynchonella subtrigona* Meek y Worthen, 1860.

Diagnosis del género. Línea externa subpentagonal a transversalmente subtrigonal y perfil biconvexo; márgenes vertical anterior y lateral truncados. Punta erecta; pliegue y surco amplios desde los umbones; comisura anterior uniplicada, bajo, dentado. Septalio, largo, profundo y amplio, parcialmente cubierto por las bisagras internas; septo dorsal medio corto; bases crurales transversalmente ovaladas (Savage *et al.*, 2002).

Rotaia subtrigona (Meek y Worthen, 1860)

Lámina 1, figuras m-p.

Rhynchonella subtrigona Meek y Worthen, 1861, p. 451.

Camarophoria subtrigona (Meek y Worthen). Meek y Worthen 1866, p. 251, lám. 18, fig. 7.

Tetracamera subtrigona (Meek y Worthen). Weller 1914, p. 218-219, lám. 29, figs. 1-13.

Welleria? subtrigona (Meek y Worthen). Yang, 1964, p.107, lám. 13, fig.

Rotaia subtrigona (Meek y Worthen). Sarytcheva *et al.*, 1963, p. 253-254, lám. 41 fig. 6.

Descripción. Concha de forma subpentagonal, biconvexa; el ejemplar mayor mide 22.78 mm de ancho y 26.98 mm de largo; punta erecta; pliegue y surco someros y amplios desde los umbones; comisura anterior uniplicada y dentada; valva ventral moderadamente convexa en la parte del umbo llegando a ser ligeramente convexa a aplanada en la parte anterior de la concha. Interior ventral con dos fosetas que divergen desde la línea cardinal. Valva dorsal fuertemente cóncava con doblamiento poco definido; la ornamentación consiste de costillas angostas y redondeadas, presenta de 15 a 17 costillas en la valva ventral.

Material examinado. Ejemplares FCMP 07/138, FCMP 08/024, FCMP 08/028, FCMP 08/035, FCMP 08/040, FCMP 08/043, FCMP 08/048, FCMP 08/075, FCMP 08/092a, FCMP 08/092b, FCMP 08/099, FCMP 08/113, FCMP 08/120, FCMP 08/124, FCMP 08/125, FCMP 08/135, FCMP 08/159, FCMP 09/45.

Ocurrencia. La Cima y Los Zapotales.

Discusión. El material de la formación Santiago se distingue de otros rinconélidos como *Tetracamera* que a diferencia de *Rotaia* presenta una forma triangular, el umbo es menos prominente y las costillas son mucho más delgadas y finas. También puede relacionarse a formas del género *Yanishewskiella* por la concha subpentagonal biconvexa, la comisura uniplicada y el pliegue y surco débiles; se desecha esta posibilidad por que *Yanishewskiella* presenta costillas muy gruesas y una punta suberecta.

Rotaia kubassi del Serpurkoviano de la Cuenca Kuznetsk, Siberia (Rotai, 1938) presenta una valva dorsal fuertemente inflada y costillas más numerosas y finas en ambas valvas en comparación con el material descrito en este trabajo; *Rotaia dowhatensis* del Viseano de Kashmir (Diener, 1915) se distingue de la especie descrita en este trabajo por presentar costillas más numerosas y más finas en el área del surco; *Rotaia hikoroichiensis* del Viseano Inferior de Japón (Tazawa, 2006), se distingue de *Rotaia subtrigona* por presentar una concha más grande, transversa y tener pliegue y surco poco definidos, así como costillas más gruesas en ambas valvas.

Distribución. *Rotaia subtrigona* (Meek y Worthen, 1861) fue originalmente descrita para el Tournasiano de Norteamérica, y también ha sido encontrada en

estratos pertenecientes al Tournasiano de Siberia (Weller, 1914); en los Montes Urales (Nalivkin, 1937) y las Montañas Tianshan (Yang y Fan, 1983).

Orden Athyrida Boucot *et al.*, 1964
 Suborden Athyrididina Boucot *et al.*, 1964
 Superfamilia Athyridoidea Davidson, 1881
 Familia Athyrididae Davidson, 1881
 Subfamilia Athyridinae Davidson, 1881

Género ***Lamellosathyris*** Jin y Fang, 1983

Especie tipo: *Spirifer lamellosus* Léveillé, 1835.

Diagnosis del género. Atírido de tamaño grande a medio, concha suboval a subpentagonal, dorsibiconvexa, con pliegue y surco conspicuos, comisura anterior parasulcada redondeada; lamelas amplias, con estrías radiales; dientes fuertes; placas dentales bien desarrolladas; placa cardinal gruesa (Chen *et al.*, 2003).

Lamellosathyris lamellosa (Léveillé, 1835)

Lámina 1, figura q.

Spirifer lamellosus Léveillé, 1835, p. 39, lám. 2, figs. 21-23.

Athyris lamellosus (Léveillé). Davidson, 1859, p. 79-80, lám. 16, figs. 1, 1a, 1b.

Actinoconchus lamellosus (Léveillé). Brunton, 1980, p. 225-226, figs. 16, 17;

Brunton, 1984, p. 49, figs. 44-51; Navarro-Santillán *et al.*, 2002, p. 330, figs. 1-5.

Lamellosathyris lamellosa (Léveillé). Jin y Fang, 1983, p. 147.

Descripción. Concha de tamaño mediano a grande; transversalmente subelíptica y convexa; línea charnelar corta, mayor anchura cerca de la línea media; el ejemplar más grande mide 47.53 mm de ancho y 33.96 mm de longitud; deltidium abierto; aurículas redondeadas, comisura anterior uniplicada; presenta un pliegue dorsal somero y surco ventral bajo; valva dorsal aplanada, valva ventral

moderadamente cóncava. La superficie de ambas valvas está marcada por cinco o seis líneas lameliformes grandes, concéntricas, paralelas y espaciadas entre sí aproximadamente 1 mm. Las fosetas dentales son amplias y profundas.

Material examinado. Ejemplares FCMP 08/013, FCMP 08/145, FCMP 08/146.

Ocurrencia. La Curva.

Discusión. *Lamellosathyris lamellosa* se reconoce fácilmente por el tamaño y forma de su concha, una línea charnelar más corta que el ancho mayor de la concha, extremidades cardinales redondeadas y por las marcas superficiales en forma de extensiones lamelares, fuertes, subparalelas y redondeadas.

Esta especie se distingue de *L. bradyensis* (Carter, 1967) quien presenta una concha más grande, pliegues y surcos profundos. *Lamellosathyris quaidamensis* (Chen *et al.*, 2003), se distingue de *L. lamellosa* por ser significativamente más grande y por carecer del surco dorsal somero.

Lamellosathyris sp. de Sierra Morena, España (Martínez-Chacón y Legrand-Blain, 1992), se distingue de *L. lamellosa* por presentar un tamaño más pequeño y tener lamelas más angostas y cercanas entre sí.

Distribución. El género *Lamellosathyris* se encuentra restringido del Fameniano Tardío al Viseano (Carbonífero temprano). Geográficamente, *Lamellosathyris* ha sido reportado España (Martínez-Chacón y Legrand-Blain, 1992); la región de Arize en Francia (Léveillé, 1835); Yorkshire en Inglaterra (Davidson, 1857; Sibly, 1906); Fermanagh en Irlanda (M'Coy, 1844); también en la Cuenca de Moscú, Rusia, Los Montes Elburz en Irán, Cuenca Qaidam en China y Missouri, Oklahoma, Texas y Nuevo México en Estados Unidos (Chen *et al.*, 2003).

La especie *Lamellosathyris lamellosa* se ha registrado para Norteamérica para rocas del Tournasiano Medio al Viseano de Kentucky, Indiana, Wyoming (Carter y Carter, 1970), Arkansas (Girty, 1915), Iowa (Weller, 1914), entre otros. En México, la especie ha sido descrita como *Actinoconchus lamellosus* para el Osageano de Oaxaca (Navarro-Santillán, 1997; Navarro-Santillán, *et al.*, 2002) y Puebla (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987). Así mismo Sour-Tovar y colaboradores (2005) reportaron la especie *Lamellosathyris lamellosa* para el Osageano (Misisípico Inferior) en el Miembro Medio de la Formación Vicente Guerrero en Tamaulipas.

Orden Spiriferida Waagen, 1883
 Suborden Spiriferidina Waagen, 1883
 Superfamilia Spiriferoidea King, 1846
 Familia Spiriferidae King, 1846
 Subfamilia Spiriferinae King, 1846
 Género ***Spirifer*** Sowerby, 1818

Especie tipo: *Conchylolithus striatus (Anomia)* Martin, 1793.

Diagnosis del género. Espiriferido con charnela de igual o menor longitud que la anchura máxima de la concha; placas dentales divergentes en la valva pedicelar; no presenta placas basales en la valva dorsal presenta costillas laterales bifurcadas (Carter, 1967).

***Spirifer* sp.**

Lámina 1, figuras r-s

Descripción. Concha de tamaño medio a grande; interárea ventral triangular de altura moderada, cóncava y apsaclina; surco somero y pliegue bien definido; la ornamentación consiste de costillas simples, amplias y redondeadas, el pliegue y el surco carecen de costillas; presenta líneas de crecimiento concéntricas y uniformes; la región umbonal ventral es amplia y bien desarrollada; presenta extremidades cardinales angulares; punta pequeña, puntiaguda, fuertemente curva y en contacto con el umbo dorsal.

Material examinado. Ejemplares FCMP 08/071, FCMP 08/091, FCMP 09/54, FCMP 09/84.

Ocurrencia. La Curva y La Cima.

Discusión. Las características descritas permiten asignar los ejemplares de la Formación Santiago al género *Spirifer*. Es posible comparar y distinguir este género de otros como *Syringothyris*, que comparten la forma de la concha, las extremidades cardinales angulosas y apsaclina, pero difieren por que el género

Syringothyris presenta un interárea muy grande, carece de costelación en el surco y pliegue y posee syrinx.

El material oaxaqueño se comparó con el género *Unispirifer* que se distingue por presentar una concha alada y fuertemente transversa, un pliegue angosto y un surco con costa media.

También se comparó con *Anthracospirifer* por la forma de la concha y ornamentación formada por numerosas costillas simples pero difiere del género *Spirifer* por presentar extremidades cardinales redondeadas o mucronadas y pliegues y surcos bifurcados. *Spirifer* se diferencia de *Neospirifer* por la ausencia de fasciculación en sus costillas.

Dada la conservación y la escasez del material, las comparaciones a nivel específico se dificultan por lo que se mantiene la interpretación sistemática abierta.

Distribución. El género *Spirifer* se ha reportado desde el Ordovícico Superior hasta el Pérmico, siendo Estados Unidos el país con mayor número de reportes para este género; también se ha encontrado en Canadá (Raasch, 1958), Norte de África, China (Chen *et al.*, 2003) y Rusia (Afanas'yeva, 1969).

Phylum Mollusca Linnaeus, 1758

Clase Cephalopoda Cuvier, 1797

Subclase Nautiloidea Agassiz, 1847

Orden Orthocerida Kuhn, 1940

Superfamilia Orthocerataceae M'Coy, 1844

Familia Pseudorthoceratidae Flower y Caster, 1935

Subfamilia Pseudorthoceratinae Sweet, 1964

Género ***Pseudorthoceras*** Girty, 1911

Especie tipo: *Orthoceras knoxense* Mc Chesney, 1859.

Diagnosis del género. Nautiloideos ortocónicos, con una ligera curvatura exogástrica en las dos últimas cámaras apicales; suturas rectas y transversales, circulares en sección transversal; septos moderados en profundidad y cóncavos;

sifúnculo central o subcentral; en formas adultas con cuellos septales subiguales y anillos conectores subcilíndricos; depósitos endosifunculares continuos en el lado ventral, si se presentan en la parte dorsal generalmente son discontinuos a subcontinuos; cámaras con fuertes depósitos murales, más pesados en la parte ventral, los depósitos también se pueden formar adyacentes a los anillos conectores del sifúnculo (Sweet, 1964).

Pseudorthoceras knoxense (McChesney, 1859)

Lámina 2, figuras b-e.

Orthoceras knoxensis McChesney, 1859, p. 69.

Orthoceras colleti Miller 1931, p. 300, lám. 54, figs. 1, 2.

Mooreoceras normale Miller *et al.*, 1933, p.87, lám. 2, figs. 5-7.

Pseudorthoceras knoxense Girty, 1911, p. 143-144; Girty, 1915, p. 227-234, lám. 27, figs. 1-6; Kröger y Mapes, 2004, p. 562-563, figs. 1.7, 4.7, 4.15, 5.9.

Diagnosis. Pseudortocerátido con concha lisa; circular o ligeramente comprimido en sección transversal; sifúnculo central a subcentral; conchas embrionarias ligeramente cirtocoaníticas y liras longitudinales débiles; cámaras con un diámetro igual al diámetro de la concha; depósitos sifunculares delgados y continuos sobre el lado ventral de la concha (Kröger y Mapes, 2005).

Descripción. Concha ortocónica que se expande gradualmente a una tasa de 1 mm por cada 9.14 mm; casi circular en sección transversal; septos simples y cóncavos separados equidistantemente; cámaras profundas con forma de tazón; anillos conectores rectos, depósitos murales delgados; sifúnculo mediano, central, ubicado a $\frac{1}{4}$ de distancia desde el centro hacia la parte ventral de la concha; suturas rectas y transversales. El ejemplar de mayor tamaño, está representado por un fragmento con una longitud de 34.1 mm y un diámetro de 23 mm.

Material examinado. Trece fragmoconos incompletos: FCMP 97/111, FCMP 00/238, FCMP 00/240, FCMP 00/241, FCMP 00/253, FCMP 00/339, FCMP

06/971, FCMP 06/982, FCMP 06/1019, FCMP 06/1026, FCMP 06/1027, FCMP 06/1028, FCMP 06/1030, FCMP 07/120 y FCMP 08/154.

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. Los ejemplares asignados a la especie *Pseudorthoceras knoxense* de la formación Santiago, en un principio se asociaron a la especie *Mooreoceras normale* de acuerdo a la diagnosis dada por Gordon (1964) para la Formación Hale de Arkansas, Miller y Garner (1953a) para el Misisípico de Michigan y comparada con las especies del género *Mooreoceras* descritas para la Formación Imo (Kröger y Mapes, 2004).

El género *Pseudorthoceras* se ha asociado mucho con la especie *Mooreoceras normale* ya que presentan características muy similares. Miller *et al.* 1933, mencionan que el género *Pseudorthoceras* y la especie *Mooreoceras normale* se distinguen principalmente por cuatro características: 1. La forma del ortocono en sección transversal, 2. La posición del sifúnculo, 3. La existencia de depósitos endosifunculares en *Pseudorthoceras* y 4. La forma del ápice de la concha. Sin embargo, algunas especies de *Pseudorthoceras* presentan un grado de variación considerable en la forma del ortocono en sección transversal y la posición del sifúnculo. Kröger y Mapes (2005) compararon e hicieron un análisis de los caracteres morfológicos de varios ejemplares asignados a las especies *Pseudorthoceras knoxense* y *Mooreoceras normale*, estos autores concluyeron que no había diferencias significativas entre ambas especies por lo cual sugieren que la especie *Mooreoceras normale* sea sinónimo de la especie *Pseudorthoceras knoxense*. Los ejemplares oaxaqueños se compararon con *P. stonense* (Gordon, 1964) de la Formación Hale de Arkansas que se distingue por presentar cámaras más largas y un ápice más puntiagudo, liso y más curvo; *P. knoxense* se distingue de las especies *P. anomalum* y *P. senecum* del Devónico Superior de Norteamérica (Flower, 1939) por que estas últimas presentan anillos conectores más planos y no presentan depósitos camerales adyacentes al sifúnculo.

Distribución. *Pseudorthoceras knoxense* se ha descrito para el Chesteriano de Arkansas y Oklahoma (Kröger y Mapes, 2005). También ha sido registrada para el

Pensilvánico de Estados Unidos (Gordon, 1964) y para el Brigantiano de Escocia y Reino Unido (Ferguson, 1962).

***Pseudorthoceras* sp.**

Lámina 2, figura a.

Descripción. Nautiloideo ortocónico con concha que se expande rápidamente 1 mm por cada 6 mm, muy ligeramente curva en el ápice, circular en sección transversal; cámaras profundas con forma de tazón de tamaño variable, presenta depósitos murales, el sifúnculo es central; por el estado de conservación es imposible observar los cuellos septales; anillos conectores subcilíndricos y depósitos endosifunculares continuos; los septos presentan ligeras curvaturas en la parte superior del fragmocono y son más rectos hacia la parte anterior.

Material examinado. Parte de un fragmocono que se expone naturalmente en sección longitudinal: FCMP 06/1120.

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. El género *Pseudorthoceras* es un nautiloideo muy común en el Carbonífero de Norteamérica. Los ejemplares de *Pseudorthoceras* de la formación Santiago fueron comparados con otros géneros de ortocerátidos depositados en la Colección de Invertebrados del Yale Peabody Museum como *Brachycycloceras* de la Formación Wewoka del Pensilvánico Medio de Texas, que se diferencia de los ejemplares de la formación Santiago por presentar una concha más pequeña, con un ensanchamiento muy abrupto en la parte posterior del fragmocono y ornamentación consistente de liras rectas muy marcadas; también se comparó con el género *Dolorthoceras* (Miller) que a diferencia de los ejemplares estudiados, presenta cuellos septales más curvos y anillos conectores más inflados. El género *Reticycloceras* (Gordon) del Carbonífero de Arkansas (Gordon, 1960) también presenta diferencias notables con los ejemplares de la formación Santiago como presentar sifúnculo subcirtocoanítico y cuellos septales abruptamente curvos. El estado de conservación del ejemplar no permite su determinación a nivel específico.

Distribución. El género *Pseudorthoceras* ha sido ampliamente reportado para diferentes localidades de Estados Unidos; se ha descrito para el Devónico Superior de Nueva York, Misisípico Superior de Arkansas y Alaska (Gordon, 1957), Pérmico y Misisípico de Texas (Miller y Youngquist, 1948, 1949), Pérmico de Nevada (Yancey y Stevens, 1981), se ha encontrado en los estratos del Misisípico de la Confusion Range en Utah (Miller *et al.*, 1952), Misisípico de Michigan (Miller y Garner, 1953a). También se ha reportado para el Misisípico de la Formación Imo (Kröger y Mapes, 2004), en el Namuriano de Reino Unido (Moseley, 1953) y Fameniano de Alemania (Jux y Krath, 1974).

Género ***Mitorthoceras*** Gordon, 1960

Especie tipo: *Mitorthoceras perfilosum* Gordon, 1960.

Diagnosis del género. Nautiloideos ortocónicos; la superficie de la concha presenta finas liras transversales muy sinuosas con espacios de cóncavos a planos; septos en forma de plato, moderadamente cóncavos; suturas ligeramente rectas; sifúnculo cirtocoanítico, subcentral o moderadamente excéntrico, subcilíndrico, ligeramente comprimido en los cuellos septales y con depósitos anulosisfonados (Gordon, 1964).

Mitorthoceras perfilosum Gordon, 1960

Lámina 2, figuras f-h.

Orthoceras sp. Girty, 1909. Vol. 377, p. 47.

Mooreoceras crebriliratum (Girty). Miller y Youngquist, 1948, p. 653, lám. 94, figs. 4 y 5; Miller *et al.*, 1952, p.152, lám. 25, figs. 10-16.

Mitorthoceras perfilosum Gordon, 1960, p. 136, 137, lám. 27, figs. 1-4 y 8.

Descripción. Concha ortocónica, circular en sección transversal, que se expande moderadamente 1 mm por cada 3 mm; la ornamentación de la concha consta de liras finas muy juntas entre si y dispuestas transversalmente; presenta suturas

rectas; cámaras en forma de plato, moderadamente profundas, con depósitos episeptales, hiposeptales y murales bien desarrollados que llenan por completo las cámaras; cuellos septales cirtocoaníticos cortos; anillos conectores largos, rectos, estrechos en las cámaras apicales y más anchos hacia la región anterior; sifúnculo subcentral a excéntrico; depósitos anulosisfonados.

Material examinado. Veintitrés fragmoconos incompletos: FCMP 01/139, FCMP 01/313, FCMP 01/356, FCMP 01/357, FCMP 04/797, FCMP 06/968, FCMP 06/970, FCMP 06/972, FCMP 06/973, FCMP 06/1016, FCMP 06/1022, FCMP 06/1023, FCMP 06/1033, FCMP 07/88, FCMP 07/91, FCMP 07/92, FCMP 07/94, FCMP 07/112, FCMP 07/117, FCMP07/121, FCMP 07/192, FCMP 08/175, FCMP 08/178.

Ocurrencia. La Curva y Los Zapotales.

Discusión. *Mitorthoceras crebriliratum* de la Formación Boone del Carbonífero de Arkansas (Gordon, 1964) difiere de *M. perfilosum* por presentar liras más cercanas entre si, menos simétricas y menos acentuadas y cuellos septales más curvos. *Mitorthoceras clinatum* de la Formación Perdido del Misisípico de California (Gordon, 1957) se diferencia del material oaxaqueño por presentar un sifúnculo fuertemente excéntrico y suturas moderadamente inclinadas; *M. yellvillense* del Misisípico Superior de la Fayetteville Shale de Arkansas (Gordon, 1964), presenta liras con espacios más amplios en la superficie de la concha, cámaras ligeramente más cortas, sifúnculo central y depósitos hiposeptales débiles.

Distribución. *Mitorthoceras perfilosum* ha sido descrita para el Misisípico de la Caney Shale de Oklahoma y la Barnett Shale de Texas (Gordon, 1960). Gordon en 1964 describió esta especie para el Carbonífero de la Rudell Shale en Arkansas y Confusion Range en Utah; también ha sido registrada en la Formación Nellie Bly del Misouriano de Kansas (Kröger y Mapes, 2005).

Orden Nautilida Agassiz, 1847
 Superfamilia Trigonocerataceae Hyatt, 1884
 Familia Trigonoceratidae Hyatt, 1884
 Género ***Lispoceras*** Hyatt, 1893
 Especie Tipo: *Lispoceras trivolve* (Hyatt, 1893).

Lispoceras trivolve Hyatt, 1893

Lámina 3, figuras a-e.

Lispoceras trivolve Hyatt, 1893, p.428; Schmidt, 1951, p.24; Miller y Garner 1953, p.116.

Lispoceras trivolve var. *simplum* Hyatt, 1893, p. 428.

Diagnosis del género. Concha evoluta, con sección de vuelta subelíptica, la vuelta externa es redondeada, aumentando de tamaño imperceptiblemente en los flancos; hombro umbilical subangular; pared umbilical amplia, con pendiente; primeras vueltas más redondeadas en sección transversal; ornamentación consistente de finas liras de crecimiento y líneas de crecimiento las cuales forman un prominente seno sobre el vientre; sutura con lóbulos laterales y ventrales someros, sifúnculo central (Kummel, 1964).

Descripción. Concha discoidal que se expande rápidamente, sección de vuelta ovalada, ligeramente comprimida, con un surco en la parte dorsal; flancos de la concha redondeados y con nódulos someros; testa delgada con finas liras sinuosas transversales que forman un seno linguliforme en la parte ventral de la concha; los primeros estadios de la concha presentan liras longitudinales; parte anterior de la concha con ornamentación reticulada; pared umbilical amplia y convexa; ombligo amplio y perforado; hombro umbilical redondeado; las primeras vueltas de la concha son más redondeadas en sección transversal y las vueltas externas están más comprimidas; cámaras cortas y moderadamente profundas; septos cóncavos; la sutura con lóbulos y sillas someras redondeadas y un pequeño lóbulo anular en forma de V en el centro del lóbulo dorsal; sifúnculo

pequeño en posición subcentral. El ejemplar tiene un diámetro de 124 mm y una altura de vuelta de 42 mm.

Material examinado. Dos fragmoconos incompletos FCMP 00/156 y FCMP 06/967.

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. El ejemplar de la formación Santiago fue comparado con otros géneros de la misma familia como *Thrinoceras* (Hyatt, 1893) que se distingue del ejemplar de la formación Santiago, por que tiene flancos mucho más aplanados, la sección transversal de la concha es cuadrada y presenta liras de crecimiento muy marcadas a lo largo de toda la concha. El ejemplar en estudio también se comparó con *Lispoceras rotundum* del Carbonífero de Irlanda (Kummel, 1963) que se diferencia de *Lispoceras trivolve* por que los flancos son mucho más redondeados, el abdomen está menos deprimido y la espiral es mucho más redonda, las líneas de crecimiento están menos marcadas que en *Lispoceras trivolve*.

Distribución. Hyatt (1893) describió el género *Lispoceras* para el Viséano de Bélgica e Irlanda. Gordon en 1982, identificó el género para el Misisípico de Alaska en un informe no publicado (Dover *et al.*, 2004).

Subclase Ammonoidea Zittel, 1884

Orden Goniatitida Hyatt, 1884

Suborden Goniatitina Hyatt, 1884

Súperfamilia Pericycloidea Hyatt, 1900

Familia Maxigoniattidae Korn *et al.*, 1999

Género ***Beyrichoceras*** Foord, 1903

Especie tipo: *Goniatites obtusus* Phillips, 1836

Diagnosis enmendada del género. Goniatítidos con concha subdiscoidal, involuta y flancos comprimidos; ornamentación compuesta por liras de crecimiento transversas que forman senos ventrales y laterales someros; presenta vientre y hombros ventrolaterales redondeados; sutura goniatítida, con un lóbulo externo

angosto con lados que divergen hacia la región apical, silla ventrolateral con forma de espátula, lóbulos adventicios puntiagudos, en forma de V y con lados convexos (Enmendado de Gordon, 1957).

***Beyrichoceras hornerae* Miller, 1947**

Lámina 4, figuras a-e.

Beyrichoceras hornerae Miller, 1947, p. 21, 22, lám. 10, figs. 4-7.

Diagnosis de la especie. Concha grande subdiscoidal, sin constricciones internas; la región umbilical es igual a un octavo del diámetro de la concha; sutura con primer lóbulo lateral angosto (Gordon, 1964).

Descripción. Concha discoidal pequeña, involuta; sección de vuelta débilmente deprimida y con un embrazamiento moderado; la altura de la abertura es alta; ombligo muy angosto, pared umbilical recta y hombro umbilical subangular; flancos ligeramente convexos, casi aplanados; región ventral amplia y redondeada; superficie externa de la concha con líneas de crecimiento finas muy cercanas entre si y dispuestas transversalmente. La línea de sutura presenta un lóbulo externo simétrico y moderadamente profundo en forma de “V”, con flancos pandeados en la parte media, las puntas del lóbulo externo divergen hacia fuera, silla media con alrededor de un cuarto de altura del lóbulo externo, silla ventrolateral asimétrica y ligeramente angulosa, lóbulo adventicio simétrico y moderadamente profundo seguido de una silla dorsolateral asimétrica y muy amplia (Fig. 9).



Figura 9. Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 07/87.

Material examinado. Veintiocho fragmoconos incompletos que se enlistan en la Tabla 1.

Tabla 1. Dimensiones en mm de *Beyrichoceras hornerae* Miller, 1947.

Ejemplar	dm	ww	wh	uw	ah	ww/dm	ww/wh	uw/dm
01/372	67.19	--	37.69	1.39	10.97	--	--	0.02
06/974	--	--	32.94	3.65	0.00	--	--	--
06/977	56.50	19.50	30.00	1.50	6.50	0.35	0.65	0.03
06/978	54.24	18.95	31.04	1.24	10.32	0.35	0.61	0.02
06/1012	57.99	--	38.65	1.45	22.21	--	--	0.03
06/1015	43.75	20.26	25.89	0.73	9.49	0.46	0.78	0.02
06/1029	42.61	--	21.88	3.00	7.15	0.00	0.00	0.07
07/83	65.00	13.16	33.00	5.00	11.00	0.20	0.40	0.08
07/87	31.39	13.74	15.92	2.39	5.23	0.44	0.86	0.08
07/99	39.99	19.68	19.82	4.57	8.79	0.49	0.99	0.11
07/103	53.45	20.37	28.12	3.88	10.55	0.38	0.72	0.07
07/105	59.04	15.66	31.57	1.22	6.54	0.27	0.50	0.02
07/106	36.00	16.50	23.20	2.80	16.00	0.46	0.71	0.08
07/111	45.00	11.80	22.90	2.10	5.00	0.26	0.52	0.05
07/148	69.37	19.54	37.01	2.77	10.19	0.28	0.53	0.04
07/1017	34.83	12.36	18.62	1.52	5.45	0.35	0.66	0.04
07/1021	60.22	--	29.15	5.51	9.10	--	--	0.09
07/1022	59.50	19.00	31.00	2.00	6.50	0.32	0.61	0.03
07/1023	30.00	12.00	16.50	2.00	7.00	0.40	0.73	0.07
08/151	36.16	--	--	--	6.32	--	--	--
08/152	50.42	19.64	19.62	9.88	8.58	0.39	1.00	0.20
08/174	74.99	24.28	45.10	1.31	17.83	0.32	0.54	0.02
08/177	62.25	12.45	30.24	7.30	12.83	0.20	0.41	0.12

09/70	39.69	11.59	17.24	8.85	12.49	0.29	0.67	0.22
09/81	48.75	18.16	26.28	2.48	8.77	0.37	0.69	0.05
09/90	49.68	--	25.86	3.75	9.54	--	--	0.08
09/91	80.45	25.44	42.39	4.43	13.19	0.32	0.60	0.06
12/114	75	23	49	3	19	0.31	0.47	0.04

Abreviaciones: diámetro de concha (dm), amplitud de vuelta (ww), altura de vuelta (wh), amplitud del ombligo (uw = dm1-wh1-wh2) y altura de la abertura (ah).

Ocurrencia. La Curva y Los Zapotales.

Discusión. Las características descritas permiten asignar los ejemplares de la formación Santiago a *Beyrichoceras hornerae*. Es posible distinguirlos de *B. micronotum* de la localidad Kirukagiak River del Misisípico de Alaska (Gordon, 1957) por la ausencia de constricciones o várices que caracterizan a *B. micronotum*. *Beyrichoceras parkinsoni* de la Cuenca Carbonífera de los Santos de Maimona, España (Kullman, 1992) difiere de los ejemplares oaxaqueños por presentar dos líneas rectas en dirección aboral sobre la silla media; *B. trevallynense* de la Formación Bingleburra de New South Wales, Australia (Brown *et al.*, 1964), se distingue de *B. hornerae* por presentar de cinco a seis constricciones por vuelta.

Distribución. El género *Beyrichoceras* aparece en Europa de manera abundante en las capas del Viseano Medio de Inglaterra (Bisat, 1952) y en el Viseano Superior de Bélgica, Alemania, sur de Francia y norte de España (Gordon, 1957). En el norte de África, el género ha sido reportado en Marruecos y Argelia (Delépine, 1941). En Norteamérica sólo se han descrito tres especies del género: *B. allei* Winchell, en la Arenisca Marshall en el norte de Michigan; *B. hornerae*, en la Formación Boone del Merameciano de Missouri (Miller, 1947) y *B. micronotum* en la Caliza Alapaf al norte de Alaska (Gordon, 1964). Brown y colaboradores en 1964, reportaron el género para el Viseano de New South Wales en Australia.

Superfamilia Goniatitaceae De Hann, 1825

Familia Goniatitidae De Haan, 1825

Subfamilia Goniatitinae De Haan, 1825

Género **Goniatites** De Haan, 1825

Especie tipo: *Conchilolithus nautilites (sphaerichus)* Martin, 1809.

Ammonites Koninck, 1844, p. 554-556

Glyphioceras Foord, 1903, pt 5, p. 218.

Goniatites Miller, 1934, p. 20.

Diagnosis del género. Concha de forma subglobosa a globosa, ombligo angosto; comúnmente presenta liras longitudinales y en ocasiones estrías transversales lo cual produce un patrón reticulado o crenistriado. Lóbulo externo con lados más o menos rectos; la altura de la silla media es cercana o menor que la mitad de la altura del lóbulo externo; lóbulo adventicio con lados casi rectos (Diagnosis enmendada de Kullman, 2009).

Goniatites crenistria Phillips, 1836

Lámina 4, figuras i-n

Goniatites crenistria Phillips, 1836 p. 234, lám. 19, figs 7–9.

Glyphioceras crenistria Schmidt, 1925 p. 565, lám. 21, figs 1–3, lám. 23, figs 13-14.

Glyphioceras crenistria var. *globoides* Schmidt, 1925 p. 566, lám. 21, fig. 1.

Goniatites crenistria dinckleyense Bisat, 1928 p. 132, lám. 6A, fig. 1.

Diagnosis. Goniatítido con concha subglobosa en los primeros estadios, llegando a ser discoidal en estadios más avanzados, subelíptica en sección transversal; flancos y vientre ornamentados por más de doscientas liras longitudinales; ombligo angosto; sutura con ocho lóbulos puntiagudos y sus respectivas sillas, el lóbulo ventral está dividido por una silla media, lóbulo ventral de la sutura angosto con

lados pandeados, el primer lóbulo lateral con lados sigmoidales, la primera silla lateral es puntiaguda o ligeramente redondeada; en las conchas jóvenes la primera silla lateral es redondeada o espatulada (Gordon, 1964).

Descripción. Concha pequeña, paucicónica involuta, sección de vuelta débilmente deprimida con un embrazamiento fuerte; la abertura de la vuelta es baja; ombligo angosto y profundo, margen umbilical subangular, la pared umbilical presenta cordones que se forman por las vueltas anteriores de la concha, margen del ombligo redondeado; flancos y región ventral redondeados; presenta constricciones transversales muy débiles; el lóbulo externo de la sutura es largo y angosto; con los lados pandeados y dividido por una silla media, la silla ventrolateral es ligeramente redondeada y el lóbulo adventicio es puntiagudo, la silla dorsolateral termina justo en el hombro umbilical (Fig. 10).



Figura 10. Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 06/976.

Material examinado. Nueve moldes de fragmoconos incompletos que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. Dimensiones en mm de *Goniatites crenistria* Phillips, 1836.

Ejemplar	dm	ww	wh	uw	ah	ww/dm	ww/wh	uw/dm
06/976	32.41	13.92	13.19	13.03	10.55	0.33	1.06	0.31
06/1041	57.30	22.40	27.31	5.67	8.66	0.39	0.82	0.10
06/1043	28.56	--	12.47	5.53	7.44	--	--	0.19
07/86	44.08	--	26.34	1.67	8.26	--	--	0.04
07/145	75	--	52	5	11	--	--	0.07
07/1015	28.92	1.38	12.98	9.49	16.02	0.05	0.11	0.33
07/1016	27.20	9.96	14.42	1.15	3.94	0.37	0.69	0.04

08/155	23.6	7.73	7.11	7.49	5.6	0.33	1.09	0.32
09/56	62.15	22.28	26.34	8.46	7.45	0.36	0.85	0.14

Abreviaciones: diámetro de concha (dm), amplitud de vuelta (ww), altura de vuelta (wh), amplitud del ombligo (uw = dm1-wh1-wh2) y altura de la abertura (ah).

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. La mayoría de las especies del género *Goniatites* han sido definidas por la ornamentación de la concha, caracter que se ha sobrevalorado ya que en diferentes especies del género la ornamentación suele ser muy parecida. Ello implica que los criterios suturales deben ser utilizados con mayor peso para definir especies de *Goniatites*. La especie africana *Goniatites lazarus* (Korn *et al.*, 2005) tiene un ombligo mucho más angosto, un lóbulo externo con flancos más sinuosos y una silla ventrolateral más angosta y redondeada. *G. globostratus*, del Misisípico de Marruecos (Korn y Ebbighausen, 2008) a diferencia de *G. crenistria* presenta un ombligo muy angosto, sillas ventrolaterales más puntiagudas y cuatro constricciones en la concha. *Goniatites choctawensis* de la Formación Caney Shale de Oklahoma (Gordon, 1957) se distingue de *G. crenistria* principalmente por que presenta una silla dorsolateral más amplia.

Distribución. *Goniatites crenistria* se ha descrito para las rocas misisípicas de Brooks Range en el norte de Alaska (Gordon, 1957) y en la Formación Moorefield del Misisípico de Arkansas (Gordon, 1964). El género *Goniatites* aparece dentro de varias regiones geográficas del Viséano Tardío de Europa. (Korn *et al.*, 2005).

***Goniatites* sp.**

Lámina 4, figuras f-h.

Descripción. Concha de tamaño pequeño involuta y subglobosa; las vueltas están comprimidas, la última vuelta es ligeramente más alta que las anteriores; presenta de cinco a seis vueltas por ejemplar; no se observan suturas, hombros umbilicales ni ornamentación.

Material examinado. FCMP 00/247, FCMP 00/254, FCMP 00/255, FCMP 00/260, FCMP 05/456, FCMP 07/1018 FCMP 07/1019.

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. Por las características de enrollamiento, el número de vueltas y cámaras, se permite asignar el material descrito al género *Goniatites* (De Haan, 1825).

Goniatites es un género muy diverso con cerca de cuarenta especies con una distribución global que presentan una geometría de concha, ontogenia y línea de sutura muy similares y que se distinguen principalmente por la ornamentación de la concha y la forma de la sutura (Korn y Titus, 2011). La mala conservación y escasez del material en Oaxaca no permiten comparaciones a nivel específico por lo que se mantiene abierta la interpretación sistemática.

Distribución. Las diferentes especies de *Goniatites* aparecen en varias regiones geográficas del Viseano Tardío; este género ha sido reportado en el norte de Europa e Inglaterra (Wolfenden, 1958; Hodson y Moore, 1959), en Portugal (Korn, 1997), Marruecos (Delépine, 1941; Korn y Ebbighausen, 2008), la Cordillera Cantábrica (Kullman, 1961), Xinjiang (Liang y Wang, 1991), Alaska (Gordon, 1957) y el Midcontinent de Estados Unidos (Gordon, 1962, 1965).

Orden Prolecanitida Miller y Furnish, 1954

Superfamilia Prolecanitoidea Hyatt, 1884

Familia Prolecanitidae Hyatt, 1884

Subfamilia Prolecanitinae Hyatt, 1884

Género ***Prolecanites*** Mojsisovics, 1882

Especie tipo: *Prolecanites mojsisovicsi*, Miller, 1938.

Diagnosis del género. Concha discoidal con ombligo grande; línea de sutura con doce lóbulos. Lóbulo ventral con lados paralelos y cuatro lóbulos en los flancos (Furnish *et al.*, 2009).

***Prolecanites americanus* Miller y Garner, 1953b**

Lámina 4, figuras o-p.

Prolecanites americanus Miller y Garner, 1953b p. 814-816

Diagnosis. Concha grande, discoidal y ampliamente evoluta, con vueltas comprimidas, vientre y hombros umbilicales redondeados. Suturas maduras externas caracterizadas por el lóbulo ventral en forma de V y cuatro lóbulos de cada lado (Miller y Garner, 1953b).

Descripción. Concha moderadamente grande, extremadamente discoidal y evoluta; flancos aplanados; sección de vuelta subcuadrada y débilmente comprimida; ombligo amplio, hombro umbilical redondeado y pared umbilical ligeramente inclinada; la anchura de las vueltas se incrementa hacia las evoluciones externas. La línea de sutura presenta un lóbulo externo en forma de “V” con flancos paralelos casi rectos seguido de una silla ventrolateral simétrica, angosta y pequeña, lóbulo adventicio somero y tres lóbulos laterales adicionales linguliformes y puntiagudos presentes en los flancos de la concha y la pared umbilical, estos lóbulos están separados por sillitas bien redondeadas (Fig. 11).



Figura 11. Representación de la línea de sutura del ejemplar FCMP 06/1020.

Material examinado. Dos moldes internos de fragmoconos enlistados en la Tabla 3.

Tabla 3. Dimensiones en mm de *Prolecanites americanus* Miller y Garner, 1953.

Ejemplar	dm	ww	wh	uw	ah	ww/dm	ww/wh	uw/dm
06/1020	50.36	11.6	18.21	25.18	16.78	0.13	--	0.37

12/113	57.26	--	19.34	27.23	10.34	--	--	0.22
--------	-------	----	-------	-------	-------	----	----	------

Abreviaciones: diámetro de concha (dm), amplitud de vuelta (ww), altura de vuelta (wh), amplitud del ombligo (uw = dm1-wh1-wh2) y altura de la abertura (ah).

Ocurrencia. Los Zapotales.

Discusión. Otras especies del género comparten características similares, como una concha subdiscoidal, ombligo amplio y sutura con cuatro lóbulos puntiagudos, un lóbulo adventicio pequeño y cinco sillas redondeadas. De ellas, el ejemplar de *Prolecanites americanus* de Oaxaca se puede distinguir de *P. hesteri* de las rocas del norte de Devon, Inglaterra (Prentice y Thomas, 1965) por que los lóbulos laterales son menos puntiagudos; de *P. monroensis* descrito por Collinson (1955) para las rocas calcáreas de Ste. Genevieve, se distingue de *P. americanus* por presentar una suturas con tres lóbulos laterales casi iguales en forma de lanceta, un cuarto lóbulo lateral menos puntiagudo, por la presencia de vueltas subelípticas y una última vuelta que es más ancha que alta.

Distribución. *Prolecanites americanus* sólo ha sido referida para la Caliza Salem del Misisípico de Indiana (Miller y Garner, 1953b). El género *Prolecanites* ha sido registrado en rocas calcáreas del Misisípico de Panamint Range en California (Gordon, 1964); para la Formación Bingleburra en South Wales, Australia (Brown, *et al.*, 1964); también se ha encontrado en el Viseano de Alemania, Inglaterra, Argelia, ex-Yugoslavia y Kazajistán (Miller y Garner, 1953b).

Phylum Echinodermata Klein, 1754

Clase Crinoidea Miller, 1821

Subclase y Orden Inciertos

Grupo Cyclici Moore y Jeffords, 1968

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Género ***Cylindrocauliscus*** Moore y Jeffords, 1968

Especie tipo. *Cylindrocauliscus fiski* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis. Tallo heteromórfico, de tamaño medio; noditaxis de 4 columnales; perfil longitudinal ligeramente convexo, faceta articular circular, lumen circular grande, rodeado por un delgado perilumen y un crenulario amplio; crénulas ligeramente gruesas, rectas, aunque algunas bifurcadas (Moore y Jeffords, 1968).

***Cylindrocauliscus fiski* Moore y Jeffords, 1968**

Lámina 5, figuras a-b.

Cylindrocauliscus fiski Moore y Jeffords, 1968, p. 62, lám. 14, fig. 5 a, b.

Descripción. Lados de las columnales lisos y rectos a ligeramente convexos, algunos nodales presentan cicatriz cirral; faceta articular circular; lumen circular de mediano a chico; perilumen angosto; crenulario de tamaño grande, con un promedio de 30 crénulas, rectas y gruesas, algunos cúlmenes son ligeramente más anchos que las crenelas. Suturas crenuladas. Medidas (en mm) e índices del ejemplar FCMP 778: diámetro de la faceta (F), 4.05; diámetro del lumen (L), 0.98; índice diámetro del lumen/diámetro de la faceta X 100 (Li), 25.3; diámetro del perilumen (P), 0.34; índice diámetro del perilumen/diámetro de la faceta (Pi) X 100, 9.9; diámetro del crenulario (C), 3.02; índice diámetro del crenulario/diámetro de la faceta X 100 (Ci), 64.8.

Material examinado. Ejemplares FCMP 778, FCMP 779, FCMP 780, FCMP 781, FCMP 782.

Ocurrencia. La Cima y La Curva.

Discusión. El ejemplar oaxaqueño se diferencia de formas del género *Heterosteichus* del Pensilvánico Superior - Pérmico Inferior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), por que tienen una areola cóncava y de mayor diámetro y presentan una progradación hacia un tracto elevado alrededor del lumen; difiere de *Cycloscapus laevis* del Pensilvánico Medio de Texas (Moore y Jeffords, 1968) que posee una areola cóncava y en forma de tazón; de *Preptopremnum* del Pensilvánico Medio – Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), que en su areola tiene irregularidades granuladas o vermiculadas; de *Cyclocaudex*

insaturatus del Pensilvánico Medio de Kansas (Moore y Jeffords, 1968), que presenta una noditaxis de dos columnales y crénulas muy delgadas y casi todas bifurcadas. También fue comparado con *Cyclocaudiculus regularis* del Pensilvánico de Texas (Moore y Jeffords, 1968), del que se diferencia por que este último presenta un lumen más grande y areola rugosa. Se determina como *Cylindrocauliscus fiski* del Pensilvánico Medio de Texas (Moore y Jeffords, 1968) por presentar las características principales del taxón, excepto que los ejemplares de Oaxaca se caracterizan por la presencia de crénulas rectas, los lados de los columnales rectos y el lumen es más bien de tamaño medio a chico. La presencia de perilumen, crenulario grande con crénulas gruesas y rectas, permite asignar los ejemplares de la formación Santiago a la especie *Cylindrocauliscus fiski*.

Distribución. *Cylindrocauliscus fiski* se ha reportado en la Lutita Mingus, Grupo Strawn, del Desmoinesiano (Pensilvánico Medio) de Texas (Moore y Jeffords, 1968). Además, se ha reportado su presencia en los estados de Kansas, Ohio y Colorado (Simon y Geizer, 1976; Buitrón-Sánchez *et al.*, 2008). En México, *C. fiski* se reportó para la Formación Del Monte en Calnali, Hidalgo (Buitrón-Sánchez, *et al.*, 1987), en la Formación Del Monte en el Cañón de La Peregrina, Tamaulipas (Buitrón-Sánchez *et al.*, 1998), en Pemuxco, Hidalgo (López-Lara, 2002; Buitrón-Sánchez *et al.*, 2008) y en Cerros Las Mestañas, Sonora (Buitrón-Sánchez *et al.*, 2008). Buitrón-Sánchez (1977) asignó con cierta duda los crinoides encontrados en la Formación Santa Rosa Inferior, Chiapas a esta especie.

Género ***Cyclocaudex*** Moore y Jeffords, 1968

Especie tipo. *Cyclocaudex typicus* Moore y Jeffords, 1968.

Diagnosis. Tallo heteromórfico; lados rectos a ligeramente convexos; nodales comúnmente con cicatrices cirrales, no más anchos que las internodales pero ligeramente más altos; faceta articular con un lumen pequeño a grande y de circular a subpentagonal; areola con un índice aproximadamente igual; crenulario amplio con crénulas rectas y largas (Moore y Jeffords, 1968).

***Cyclocaudex typicus* Moore y Jeffords, 1968**

Lámina 5, figuras c-e.

Cyclocaudex typicus Moore y Jeffords, 1968, p. 65, lám. 17, figs. 1-5.

Descripción. Perfil longitudinal de recto a convexo, tallo heteromorfo con internodales hasta de tercer orden; nodales con cicatrices cirrales e igual de anchos que los internodales; faceta articular circular; lumen de tamaño medio a moderadamente grande, de forma circular a pentagonal; areola estrecha, lisa y en algunos casos ligeramente granulada; crenulario ancho, con crénulas de tamaño medio, gruesas, rectas y en ocasiones bifurcadas; cúlmenes igual de anchos que las crenelas; suturas crenuladas. Medidas (en mm) e índices del ejemplar FCMP 792: diámetro de la faceta (F), 7.61; diámetro del lumen (L), 2.82; índice diámetro del lumen/diámetro de la faceta X 100 (Li), 37; diámetro de la areola (A), 1.15; índice diámetro de la areola/diámetro de la faceta X 100 (Ai), 15.1; diámetro del crenulario (C), 3.64; índice diámetro del crenulario/diámetro de la faceta X 100 (Ci), 47.8.

Material examinado. Ejemplares FCMP 791 y FCMP 792.

Ocurrencia. La Cima y Los Zapotales.

Discusión. *Cyclocaudex plenus* del Grupo Cisco del Pensilvánico Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), se diferencia de *C. typicus* por que en el primero se observa un lumen muy pequeño y suturas no crenuladas. *Cyclocaudex insaturatus* de la Formación Cabaniss del Pensilvánico Medio de Kansas (Moore y Jeffords, 1968) se distingue del material estudiado, principalmente por carecer de areola, presentar un mayor número de crénulas, cúlmenes más largos y un solo internodal en su noditaxis. *Cyclocaudex jucundus* del Pensilvánico Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), a diferencia de *C. typicus*, tiene una areola más ancha y deprimida. La especie *Cyclocaudex costatus* de la Formación Graham del Pensilvánico de Texas (Moore y Jeffords, 1968) posee un lumen bordeado de un perilumen y un menor número de crénulas. Los ejemplares analizados se asignan a *Cyclocaudex typicus* lumen grande de forma pentagonal, areola estrecha y crenulario ancho.

Distribución. El género *Cyclocaudex* ha sido reportado para la Formación Minturn del Pensilvánico Medio, en Colorado (Webster y Houck, 1998). Moore y Jeffords (1968) describieron varias especies de este género para el Pensilvánico Superior de Texas. En México el género *Cyclocaudex* ha sido encontrado en el Pensilvánico de Hidalgo (Buitrón-Sánchez *et al.*, 1987) y Sonora (Buitrón-Sánchez *et al.*, 2007a, b).

La especie *Cyclocaudex typicus* se ha registrado para la Caliza Belknap del Pensilvánico Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), también para la Formación Patlanoaya del Pensilvánico Superior de Puebla, México (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987; Esquivel-Macías, 1996) y para el Wordiano Temprano – Medio de la Formación La Cruz en Ihualtepec, Oaxaca (Vachard *et al.*, 1997).

***Cyclocaudex insaturatus* Moore y Jeffords, 1968**

Lámina 5, figuras f-g.

Cyclocaudex insaturatus Moore y Jeffords, 1968, p.66, lám.17, figs. 11 a,b.

Diagnosis. Tallos pequeños y lumen circular grande, carente de areola; crénulas moderadamente finas y rectas (Moore y Jeffords, 1968).

Descripción. Perfil longitudinal convexo; algunos nodales presentan cicatrices cirrales; faceta articular de circular a ligeramente ovalada, con diámetro de tamaño medio; el lumen es de tamaño medio, circular y carente de areola; el crenulario es amplio con un promedio de 37 crénulas; los cúlmenes son finos y rectos, algunos bifurcados en la proximidad del contorno de la placa; las crenelas son más anchas que los cúlmenes; suturas crenuladas. Medidas (en mm) e índices del ejemplar FCMP 795a: diámetro de la faceta (F), 6.28; diámetro del lumen (L), 3.01; índice diámetro del lumen/diámetro de la faceta X 100 (Li), 37.1; diámetro del crenulario (C), 3.36; índice diámetro del crenulario/diámetro de la faceta X 100 (Ci), 62.8.

Material examinado. Dos placas inarticuladas, ejemplares: FCMP 795a y FCMP 796.

Ocurrencia. La Cima.

Discusión. Aún cuando en la diagnosis elaborada por Moore y Jeffords (1968) se

menciona que en la especie *Cyclocaudex insaturatus* el lumen es grande, el material ilustrado por los mismos autores presenta lúmenes de tamaño medio a grande y en las mismas proporciones que poseen los ejemplares oaxaqueños. *Cyclocaudex medius* del Tournasiano de Polonia (Gluchowski y Racki, 2005) se distingue del material de la formación Santiago por presentar un lumen muy pequeño y de forma de circular a subpentagonal y una areola muy angosta. *Cyclocaudex jucundus* del Pensilvánico Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968), es diferente a los ejemplares estudiados por presentar una areola amplia, un perilumen prominente y un crenulario formado por cúlmenes y crenelas angostas. El material de la formación Santiago también fue comparado con la especie *Cyclocaudex aptus* del Borden Group del Misisípico de Kentucky (Moore y Jeffords, 1968), del que se diferencia por que este último posee una faceta articular con crénulas muy finas y carece de suturas crenuladas. *Cyclocaudex paranaensis* del Devónico de Brasil (Scheffler y Sequeira, 2007) es distinta de *C. insaturatus* ya que presenta un lumen pequeño y una areola muy amplia y deprimida, y crénulas simples. Los ejemplares estudiados se asignaron a la especie *Cyclocaudex aptus* por presentar faceta ovalada, lumen carente de areola y crenelas más anchas que los cúlmenes.

Distribución. *Cyclocaudex insaturatus* se ha descrito para el Pensilvánico Medio de Kansas (Moore y Jeffords, 1968). En México ha sido registrada para el Pensilvánico de Sierra Agua Verde, Cerro Las Mesteñas y Cerro El Tule en Sonora, la Formación Del Monte en Calnali, Hidalgo, San Salvador Patlanoaya, Puebla y para la Formación Ixtaltepec del Pensilvánico de Oaxaca (Buitrón-Sánchez *et al.*, 2008).

Familia Floricyclidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Floricyclus* Moore y Jeffords, 1968

Especie tipo. *Floricyclus hebes* Moore y Jeffords, 1968.

***Floricyclus welleri* Moore y Jeffords, 1968**

Lámina 5, figura h.

Floricyclus welleri Moore y Jeffords, 1968, p. 77, lám. 24, figs. 8 a, b.

Diagnosis. Lumen grande de forma petaloide con las extremidades de los rayos redondeados, areola lisa a ligeramente granulada, crénulas gruesas (Moore y Jeffords, 1968).

Descripción. Perfil longitudinal convexo y liso; placas columnares de forma circular; lumen pentalobulado de tamaño medio, la parte exterior de los rayos es redondeada; perilumen ligeramente elevado; areola granulada y estrecha. Crenulario amplio compuesto por 53 crénulas en promedio; cúlmenes rectos, de tamaño grande, gruesos y en algunos casos bifurcados, del mismo grosor que las crenelas. Medidas (en mm) e índices del ejemplar FCMP 795b: diámetro de la faceta (F), 9.23; diámetro del lumen (L), 4.14; índice diámetro del lumen/diámetro de la faceta X 100 (Li), 44.9; diámetro de la areola (A), 1.32; índice diámetro de la areola/diámetro de la faceta X 100 (Ai), 14.3; diámetro del crenulario (C), 3.77; índice diámetro del crenulario/diámetro de la faceta X 100 (Ci), 40.8.

Material examinado. Dos placas desarticuladas: FCMP 795b y FCMP 798.

Ocurrencia. La Curva y La Cima.

Discusión. El ejemplar de la morfoespecie *Floricyclus welleri* procedente de la formación Santiago, tiene características similares a *Cyclocion distinctus* de la Formación Paint Creek del Misisípico de Illinois (Moore y Jeffords, 1968), tales como el lumen de tamaño medio de pentalobulado a floriforme y perilumen elevado, sin embargo, el ejemplar estudiado de *Floricyclus welleri* posee crénulas mas largas y una areola mas angosta. *Lamprosterigma erathense* del Pensilvánico Medio de Texas (Moore y Jeffords, 1968), también presenta lumen pentalobulado,

pero difiere de la morfoespecie de Oaxaca por su mayor tamaño y por poseer un perilumen circular que no sigue el contorno petaloide del lumen; *Lamprosterigma erathense* también se distingue por su faceta articular más amplia. *Floricyclus welleri* de la formación Santiago también se distingue de otras especies del género, como *F. granulosus* de la Formación Thrifty del Pensilvánico Superior de Texas (Moore y Jeffords, 1968) que presenta una areola lisa y crénulas cortas y gruesas; y de *F. hebes* que, a diferencia de *F. welleri*, presenta un crenulario angosto y deprimido y una areola muy lisa. Los ejemplares de la formación Santiago se asignan a la especie *Floricyclus welleri* por presentar lumen pentalobulado, areola crenulada, crenulas largas y perilumen elevado.

Distribución. *Floricyclus welleri* ha sido descrita para la Formación Brodhead del Grupo Borden del Osageano de Kentucky (Moore y Jeffords, 1968) y para el Misisípico y Pensilvánico de la Formación Patlanoaya en Puebla (Esquivel-Macías *et al.*, 2000; Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987).

DISCUSIÓN

Consideraciones sistemáticas

La importancia de este trabajo radica en que los ejemplares descritos y determinados representan la primera asociación faunística reportada para el Viséano Medio-Tardío de México. El estudio de esta fauna permite conocer con más detalle los patrones de distribución espacial y temporal de los taxones aquí descritos, así como las relaciones paleobiogeográficas con faunas de otras regiones del Mundo. Contribuye además al conocimiento de la diversidad de las comunidades marinas del Paleozoico de México. De los veinte taxones estudiados uno se determinó a nivel de familia: Echinoconchidae; cinco a nivel generico: *Orbiculoidea* sp., *Spirifer* sp., *Aseptella* sp., *Pseudorthoceras* sp. y *Goniatites* sp.; 13 a nivel específico: *Pleuropugnoides pleurodon*, *Lamellosathyris lamellosa*, *Rotaia subtrigona*, *Pseudorthoceras knoxense*, *Mitorthoceras perfilosum*, *Lispoceras trivolve*, *Goniatites crenistria*, *Beyrichoceras hornerae*, *Prolecanites americanus*, los taxones *Cylindrocauliscus fiski*, *Cyclocaudex typicus*, *Cyclocaudex insaturatus* y *Florycyclus welleri*. Además se reporta la presencia de braquiópodos asignados sin certeza al género *Neochonetes* sp.

Consideraciones bioestratigráficas

Como ya se mencionó anteriormente, las rocas paleozoicas de la formación Santiago fueron descritas originalmente por Pantoja-Alor (1970), quien les asignó una edad misisípica señalando que estas pasan transicionalmente hacia las rocas pensilvánicas de la Formación Ixtaltepec. Posteriormente, Navarro-Santillán y colaboradores (2002) señalaron que el miembro superior de la formación Santiago contenía fósiles del Pensilvánico y que la presencia de la asociación de los braquiópodos *Lamellosathyris lamellosa-Torynifer pseudolineatus* permitía asignar una edad Osageana a las rocas del miembro inferior, edad que también se confirma por la presencia en la misma unidad del rostroconcho del género *Pseudomulceodens* (Quiroz-Barroso *et al.*, 2000).

En este trabajo se registraron los braquiópodos *Orbiculoidea* sp., *Neochonetes* sp., *Aseptella* sp., *Pleuropugnoides pleurodon*, *Rotaia subtrigona*, *Lamellosathyris lamellosa*, *Spirifer* sp. así como una forma de la familia Echinoconchidae. Los alcances estratigráficos que se han reconocido para estos taxones se señalan en la figura 12; de ellos, es posible inferir solamente que las rocas en que se encuentran son de edades que abarcan desde la base del Carbonífero hasta el Pérmico; la excepción es el caso de *Rotaia subtrigona* cuyo alcance conocido previamente podría indicar una edad viseana (Osageano-Merameciano medio).

Con respecto a los cefalópodos, las especies de amonoideos *Beyrichoceras horneare*, *Goniatites crenistria* y *Prolecanites americanus*, son especies características del Viseano Medio (Merameciano); los nautiloideos *Pseudothoceras knoxense*, y *Lispoceras trivolve* tienen un alcance estratigráfico más amplio y se conocen desde el Misisípico Medio hasta el Pensilvánico. En particular, la especie *Mitorthoceras perfilosum* ha sido descrita principalmente para localidades del Pensilvánico de Estados Unidos; una excepción es el reporte de Gordon (1964) que registró a *Mitorthoceras* cf. *perfilosum* para la Formación Perdido del Misisípico Temprano en California.

En el caso de los crinoideos, sólo el taxón *Floricyclus welleri* ha sido reportado para el Misisípico y el resto, *Cyclocaudex typicus*, *Cyclocaudex insaturatus* y *Cylindrocauliscus fiski*, solo se han referido previamente para el Pensilvánico de Norteamérica.

Analizando esta información se puede establecer que los niveles portadores de la fauna estudiada pertenecen al Viseano Medio (Merameciano), inferencia que se basa principalmente en la información que brindan los amonoideos que es la más confiable debido a sus características por ejemplo, ser organismos nectónicos, que evolucionaron rápidamente con sucesivas radiaciones morfológicas y su potencial de amplia distribución post-mortem. La información bioestratigráfica que brinda el resto de los taxones descritos es coherente con la edad que se establece; la excepción, que es el caso de los taxones representados por placas columnares de crinoideos, se puede explicar por el hecho de que existen pocos trabajos sobre este tipo de fósiles, la escasez de registros de crinoideos del

Carbonífero en el mundo y en consecuencia que la distribución geográfica y temporal del grupo sea poco conocida. Ello implica que en este trabajo se amplía el alcance estratigráfico de *Cyclocaudex typicus*, *Cyclocaudex insaturatus* y *Cylindrocauliscus fiski* hacia el Viseano Medio. Con respecto a *Mitorthoceras perfilosum*, su presencia en la asociación descrita en este trabajo, permite aseverar su presencia para el Misisípico confirmando la referencia hecha por Gordon (1964).

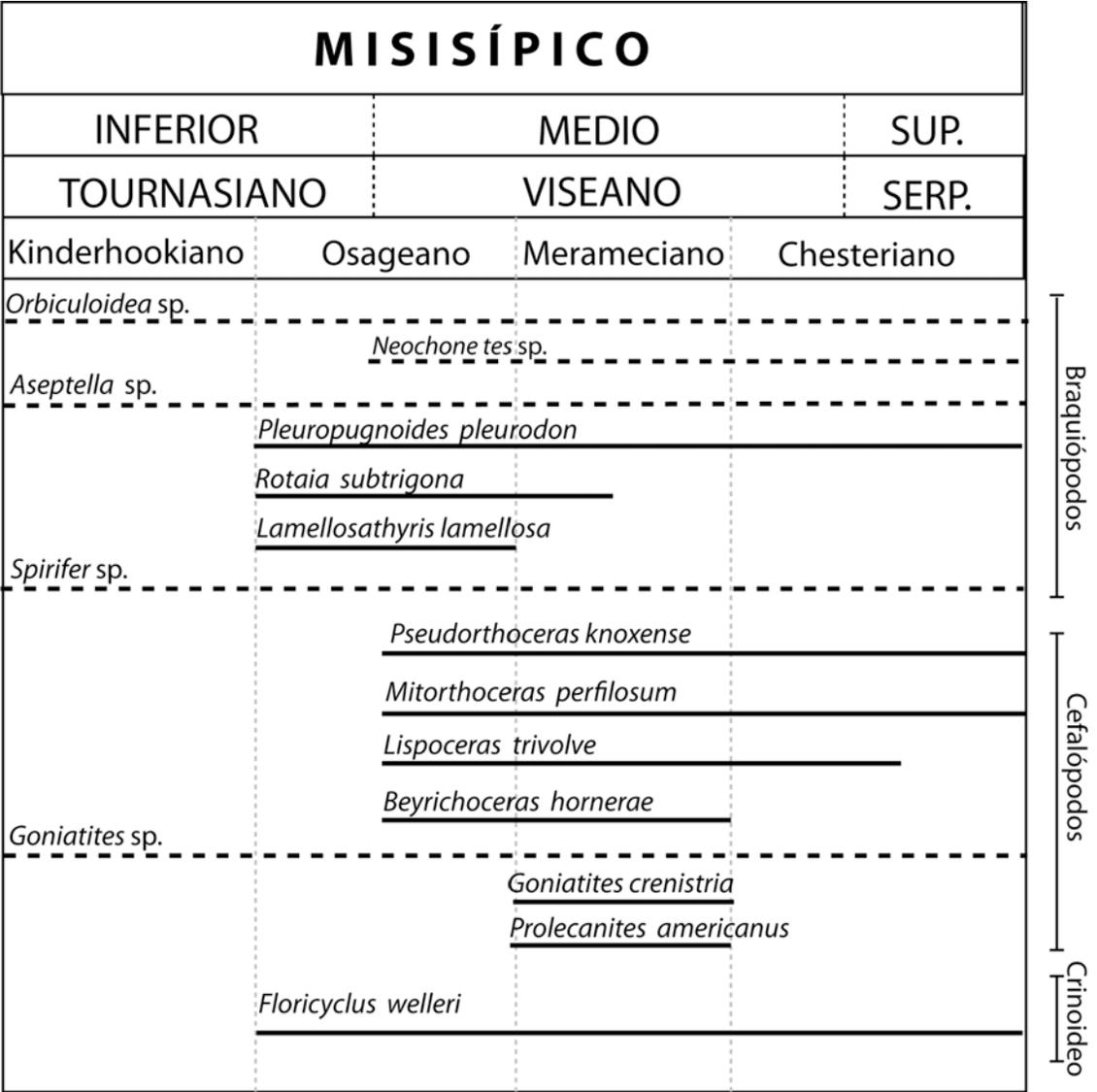


Figura 12. Alcances estratigráficos de los taxones descritos para la formación Santiago. Las líneas sólidas representan los ejemplares determinados a nivel específico y las líneas punteadas representan ejemplares determinados a nivel genérico. Los taxones *Cylindrocauliscus fiski*, *Cyclocaudex typicus* y *Cyclocaudex insaturatus* no están representados en este esquema dado que previamente a este trabajo sólo se habían reportado para localidades del Pensilvánico de México y Estados Unidos.

Consideraciones paleobiogeográficas

Todos los taxones de cefalópodos de la formación Santiago que se describen en este trabajo fueron reportados anteriormente para localidades carboníferas de Norteamérica; en cuanto a los nautiloideos, el género *Pseudorthoceras* además se ha reportado para Inglaterra (Moseley, 1953) y Alemania (Jux y Krath, 1974); la especie *Lispoceras trivolve* también se registró en Bélgica e Irlanda (Hyatt, 1893), así como en Canadá (Dover *et al.*, 2004). Con respecto a los amonoideos, el género *Goniatites* fue uno de los primeros géneros de este grupo ubicados para el Carbonífero con un alcance cronoestratigráfico amplio que va desde el Devónico hasta el Pérmico y una amplia distribución global; la especie *Goniatites crenistria* además de los reportes para Norteamérica, también se ha registrado ampliamente en Europa (Korn *et al.*, 2005); el género *Beyrichoceras* presenta una distribución que abarca Inglaterra (Bisat, 1952), Bélgica, Alemania, Francia y España (Gordon, 1957) y África (Délepine, 1941), sin embargo la especie *Beyrichoceras hornerae* sólo se ha encontrado en el Merameciano de Missouri. *Prolecanites* también es un género con una distribución amplia: Alemania, Inglaterra, Argelia, Kazajistán (Miller y Garner, 1953b) y la especie *Prolecanites americanus* sólo ha sido referida para el Merameciano de Indiana.

La fauna de braquiópodos descrita también presenta gran afinidad con faunas de diversos afloramientos de Nebraska, Oklahoma, Kansas y Texas; entre los taxones descritos *Orbiculoidea* y *Neochonetes* son formas cosmopolitas y algunos de los taxones estudiados de la formación Santiago también han sido reportados para Asia [*Rotaia subtrigona* (Yang y Fan, 1983)] y los taxones *Spirifer* (Chen *et al.*, 2003), *Pleuropugnoides pleurodon* (Smith y Xu, 1988) y *Aseptella* (Wongwanich *et al.*, 2004); *Aseptella* también se ha hallado en España (Martínez-Chacón y Winkler-Prins, 2005) y Argentina (Cisterna y Simanauskas, 2000).

En el caso de los crinoideos, los taxones descritos también son formas principalmente referidas previamente para Estados Unidos, en particular para localidades de Kansas, Texas, Colorado y Kentucky (Moore y Jeffords, 1968); *Cylindrocauliscus fiski*, además ha sido reportado en localidades del Paleozoico Superior de México como Hidalgo, Sonora y Tamaulipas (Buitrón-Sánchez *et al.*,

1998) y Chiapas (Buitrón-Sánchez, 1977); *Cyclocaudex typicus*, *Cyclocaudex insaturatus* y *Floricyclus welleri* han sido mencionados en localidades de Puebla (Villaseñor-Martínez *et al.*, 1987; Esquivel-Macías, 1996) e Hidalgo (Buitrón-Sánchez *et al.*, 1987).

Entre las configuraciones geográficas más aceptadas para el Misisípico (hace 358 ma.), se encuentra la propuesta de Bambach *et al.*, (1980); en ella se puede observar la existencia de dos bloques continentales principales: Gondwana ubicada hacia el Polo en el hemisferio sur conservando cuerpos glaciares sobre su superficie y Laurasia en posición más ecuatorial. Además de estos dos continentes, existían bloques más pequeños como Siberia, Kazajistán y China. En ese tiempo también había dos grandes océanos: Panthalassa, el océano global y Paleo-Tethys, un océano central rodeado por la mayoría de los continentes.

En 1995, Ortega y colaboradores agruparon las regiones de Ciudad Victoria, Molango y Oaxaca en un solo microcontinente al que denominaron Oaxaquia y postularon la fusión de este microcontinente a América del norte como un evento que ocurrió en el Misisípico temprano. En este esquema, la afinidad que existe entre las faunas de la formación Santiago con las encontradas en el centro-oeste de Estados Unidos es coherente y apoya la idea de la existencia de una continuidad entre los mares epicontinentales que cubrieron la región del Midcontinent y la parte sur de México (Sour-Tovar, 1994, Quiroz-Barroso *et al.*, 2000, Navarro-Santillán *et al.*, 2002). Como ya se mencionó anteriormente la presencia de algunos de los taxones reportados para el Misisípico del área de Nochixtlán, Oaxaca, muestra ciertas afinidades con faunas reportadas para Asia, Europa y Sudamérica. Esto puede explicarse por la existencia del mar Paleo-Tethys durante el Devónico-Misisípico y que sirvió como vía de dispersión entre las biotas que se encuentran en Europa, Asia, Norteamérica (Midcontinent) y México. En el caso de los braquiópodos que son organismos epifaunales, las larvas y formas juveniles de estas especies llegan a ser planctónicas e incluso los adultos de tamaño pequeño, pudieron haberse desplazado sujetos a material flotante, como fragmentos de algas, lo que facilitaría su transporte a grandes distancias. Los géneros que han sido encontrados en Asia, Europa y Sudamérica,

debieron ser capaces de cruzar el Paleo-Tethys, llegando al extremo noroccidental de Gondwana (Cisterna y Simanaukas, 1999) precediendo el cierre del Océano Rheico. De esta manera si consideramos la existencia de una vía de comunicación a través del Paleo-Tethys por el borde norte de Gondwana, podríamos explicar la presencia de géneros como *Neochonetes*, *Rotaia*, *Pleuropugnoides*, *Aseptella*, *Spirifer* y *Prolecanites* en México y Sudamérica.

Consideraciones paleoambientales

Como ya se mencionó anteriormente en la sección en que se describe la estratigrafía de la formación Santiago, esta unidad consiste en su base de un paquete de aproximadamente 64 m de rocas carbonatadas con una fauna que comprende braquiópodos, esponjas, corales y briozoarios. La asociación en su conjunto, su grado de conservación y las características sedimentológicas de la roca portadora, ha sido interpretado como el registro de una comunidad que se desarrolló en un ambiente con características arrecifales o periarrecifales, (Quiroz-Barroso, 1995). Para realizar la interpretación paleoambiental de la parte media de la formación Santiago, que es donde se encontró la fauna estudiada, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Dado que los cefalópodos se han documentado con hábitos nectónicos y que al morir, las conchas pueden quedar a la deriva, es difícil establecer el grado de transporte que sufrieron antes de formar una asociación fósil y en consecuencia no es posible inferir paleoambientes de manera directa por la sola presencia de este tipo de fósiles. En el caso de los cefalópodos presentes en la formación Santiago resalta el que se han encontrado, en su mayoría como moldes o material permineralizado dentro de concreciones ricas en hierro y con presencia de pirita; en este tipo de concreciones brinda información paleoambiental y diagénética. Las concreciones con presencia de hierro se han asociado a ambientes diagenéticos en los que existe al menos un 80% de agua, la cual es necesaria para que el óxido de hierro se encuentre en solución, impregne los sedimentos que envuelven los restos orgánicos y cementarlos antes de la compactación del sedimento (Selden y Nudds, 2004).

Este proceso puede darse de dos formas: en la primera las condiciones son oxidantes y las reacciones con el hierro se manifiestan en el desarrollo de siderita principalmente. En el segundo caso, son necesarias concentraciones bajas de oxígeno y la actividad metabólica de bacterias anaerobias, las cuales, al descomponer la materia orgánica, desarrollan un medio relativamente rico en azufre, que sumado a las reacciones químicas con el hierro presente en los sedimentos, forma pirita (Selden y Nudds, 2004). Un modelo que corresponde a este proceso se ilustra en la figura 14. El análisis mineralógico presentado por Escalante-Ruíz (2011), muestra que las concreciones donde se encuentra la fauna estudiada presentan una gran cantidad de limonita (Fe_2O_3) y pirita, por lo que las concreciones de la formación Santiago se pueden considerar de este tipo y permiten inferir un ambiente con altas tasas de sedimentación y pobre en oxígeno.

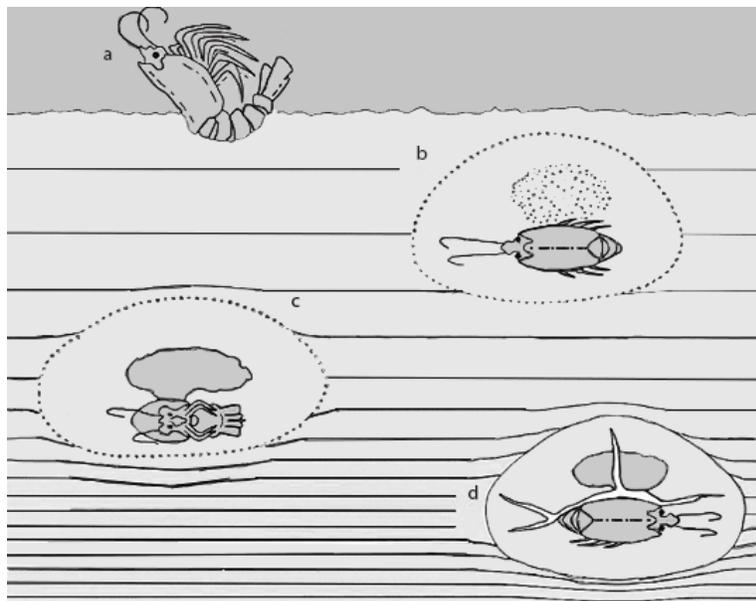


Figura 13. Diagrama que muestra la rápida formación de un nódulo de pirita alrededor de un camarón muerto. a, el camarón muerto cae en el fondo del mar; b, se liberan gases producidos por la descomposición por bacterias; c, comienza la precipitación de pirita o siderita, mientras los sedimentos se compactan; d, se forma la concreción y en el interior sólo queda el molde o la impresión del organismo (Modificado de Selden y Nudds, 2004).

Los braquiópodos se caracterizan por ser invertebrados epifaunales con hábitos de alimentación por filtración; la mayoría se encuentran generalmente fijos de manera permanente al piso marino o a objetos en el y solamente durante un breve periodo larval son formas planctónicas o nectónicas con muy baja capacidad de nado y pueden ser arrastrados por corrientes hacia nuevas áreas. Su morfología les permite vivir en una gran diversidad de ambientes, desde la línea de costa hasta planicies abisales, desde regiones polares hasta los trópicos y en distintos tipos de sustrato marino, que van desde rocosos hasta lodosos (Álvarez y Martínez-Chacón, 2009). La fauna de braquiópodos recolectada en los estratos fosilíferos de la formación Santiago se encuentra preservada principalmente en forma de impresiones de moldes internos, moldes externos y en menor proporción en formas permineralizadas. Su grado de preservación y diversidad de formas y tamaños se puede interpretar como un rasgo de autoctonía y como indicadores de un ambiente marino con una tasa de depositación elevada de terrígenos finos.

En el caso de los crinoideos, al ser organismos pedunculados, casi siempre se mantienen fijos al sustrato y generalmente viven en zonas de aguas someras bien oxigenadas (Kammer y Ausich, 2006). Sin embargo, dada su naturaleza, los crinoideos resultan ser un indicador tafonómico muy sensible debido a que su endoesqueleto está formado por placas calcáreas débilmente unidas que tienden a disociarse pocos días después de su muerte; este rasgo implica la necesidad de tasas de sedimentación altas para la preservación de organismos completos y articulados. Los restos de crinoideos hallados en la formación Santiago consisten de placas columnares individuales y fragmentos de tallos de hasta ocho placas unidas, la mayoría como moldes y en otros casos como ejemplares permineralizados; en comparación con los cefalópodos y los braquiópodos, los crinoideos de la formación Santiago son escasos pero también permiten inferir un ambiente de plataforma externa con una fuerte afluencia de terrígenos.

Con los datos anteriores, dadas las características sedimentológicas y el tipo de fauna que se encontró en la parte terrígena de la formación se puede inferir que el miembro superior de dicha unidad, portador de la fauna que se describió en este trabajo, consiste de sedimentos finos y oscuros en donde se

presenta baja riqueza y baja diversidad, muchas veces dentro de concreciones arcillosas que intemperizan a colores rojizos con rastros de pirita, ligada a eventos rápidos de sedimentación. Estos rasgos aunados a la ausencia de organismos infaunales, permiten postular que el depósito final de los invertebrados descritos ocurrió en un ambiente nerítico externo donde la concentración de oxígeno era baja (Fig. 14). También se observan cambios de facies laterales, estos cambios se producen a través del tiempo y el espacio, esto último representado en la localidad Los Zapotales en donde predominan los cefalópodos.

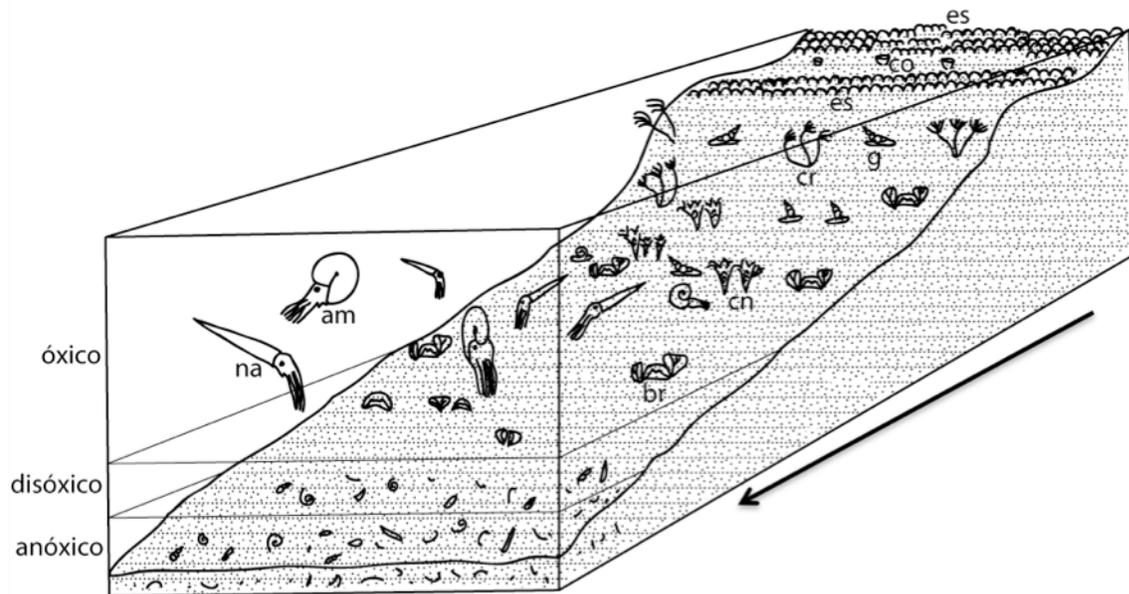


Figura 14. Propuesta de conformación ambiental para los miembros de la formación Santiago; **es.** esponjas, **co.** corales, **g.** gasterópodos, **cr.** crinoideos, **cn.** conuláridos, **am.** amonites, **na.** nautiloideos, **br.** braquiópodos. Los cambios ambientales se suceden a través del tiempo en la columna (Modificado de Jagt-Yazykova *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

- La asociación faunística de la formación Santiago de la región Nochixtlán, Oaxaca representa el primer registro del Viseano Medio (Merameciano) para México.
- Se reporta por primera vez para México a las especies *Pseudorthoceras knoxense*, *Mitorthoceras perfilosum*, *Lispoceras trivolve*, *Goniatites crenistria*, *Beyrichoceras hornerae* y *Prolecanites americanus*, así como el género *Aseptella* y la especie *Pleuropugnoides pleurodon* para Norteamérica.
- Debido a las características que presentan los amonoideos como sus altas tasas de especiación y amplia distribución post-mortem, las especies *Goniatites crenistria*, *Beyrichoceras hornerae* y *Prolecanites americanus* confirman la edad de las rocas portadoras de los ejemplares revisados que es Merameciano (Viseano Medio).
- La comparación de los ejemplares estudiados con holotipos y paratipos de la colección de Invertebrados del Peabody Museum de la Universidad de Yale, permitió confirmar las determinaciones de los cefalópodos y braquiópodos de la formación Santiago.
- Los patrones de distribución que muestran los taxones presentados en este estudio, donde se puede ver una afinidad con faunas de Asia, Europa y Sudamérica, se puede explicar por la configuración geográfica del Carbonífero donde el mar Paleo-Tethys servía como vía de dispersión desde Asia hacia lo que hoy es el Continente Americano.
- Todos los géneros y especies reportados en este trabajo (con excepción del género *Aseptella*), son parecidas a las faunas previamente reportadas para el centro-este de Estados Unidos lo cual apoya la idea previa de una continuidad del mar epicontinental que cubrió la región del Midcontinent hacia la parte sur de México.
- De acuerdo a las características litológicas que presenta la formación Santiago, donde el miembro inferior es de naturaleza calcárea con

presencia de una fauna constituida por abundantes corales, braquiópodos, esponjas, bivalvos y crinoideos, indican un ambiente de depósito asociado a una zona de aguas someras y cálidas, seguramente un ambiente arrecifal o peri-arrecifal; por otro lado en el miembro superior predominan cefalópodos, conuláridos, braquiópodos, gasterópodos y placas disociadas de crinoideos incluidos en lutita oscura con concreciones que presentan una gran cantidad de materia orgánica y pirita, lo que señala que el ambiente de depósito fue en una zona de plataforma externa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanas'yeva, G. A. 1969. Carboniferous brachiopods from eastern Transbaykalia: *Paleontological Journal* 3(2): 200-206.
- Agassiz, L. 1847. An introduction to the study of Natural History *In: A series of lectures delivered in the Hall of the College of Physicians and Surgeons*. New York. 58 pp.
- Aguilera, J. G. 1897. Sinopsis de Geología mexicana: *Boletín del Instituto de Geología* 4-6: 187-250.
- Alvarez, F. y Jia-Yu, R. 2002. Athyridida, p. 1475-1544, *In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Volume 4: Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, The Geological Society of America and The University of Kansas*.
- Álvarez, F. y Martínez-Chacón, M. L. 2009. Braquiópodos, p. 377-418, *In: Martínez-Chacón, M.L. y Rivas, P. (Eds.). Paleontología de Invertebrados. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, Granada 524 p.*
- Arellano-Gil, J., Vachard, D., Yussin, S. y Flores de Dios-González, A. 1998. Aspectos estratigráficos, estructurales y paleogeográficos del Pérmico Inferior al Jurásico Inferior en Pemuxco, Estado de Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 15:9-13.
- Armella, C. y Cabaleri, N. G. 1984. Microfacies y paleoecología en la transgresión tremadociana de la Formación Tiñú, Oaxaca, México: *Memorias del III Congreso Latinoamericano de Paleontología*, México, p. 42-51.
- Bambach, R. K., Scotese, C. R. y Ziegler, A. M. 1980. Before Pangea: the geographies of the Paleozoic World: *American Scientist* 68(1):26–38.
- Barnés, R. D. y Ruppert, E. E. 1996. Zoología de los invertebrados. McGraw-Hill Interamericana, México. 1114 p.
- Bisat, W. S. 1928. The Carboniferous goniatite zones of England and their continental equivalents: *Compte Rendue Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère (Heerlen 1927)*, 117–133.

- Bisat, W. S. 1952. The goniatite succession at Cowdale Clough, Barnoldswick, Yorkshire: *Transactions of the Leeds Geologists Association* 6:155-181.
- Boardman, R. S., Cheetham, A. H. y Rowell, A. J. (eds.) 1987. *Fossil Invertebrates*. Blackwell Scientific, London. 713 p.
- Boucot, A. J., Johnson J. G. y Staton, R. D. 1964. On some atrypoid, retzioid, and athyridoid Brachiopoda: *Journal of Paleontology* 38: 125-128.
- Bridges, L. W. 1964. Geology of mina Plomosas-Placer de Guadalupe area, Chihuahua, Mexico: *West Texas Geological Society*, 50(64): 50-54.
- Bronn, H. G. 1862. *Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa) wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild*. C. F. Winter'sche Verlagshandlung. Leipzig und Heidelberg. Deutschland. 518 pp.
- Brown, D. A., Campbell, K. S. W. y Roberts, J. 1964. A Visean cephalopod fauna from New South Wales: *Paleontology* 7(4): 682-694.
- Brunton, C. H. C. 1980. Type specimens of some Upper Palaeozoic Athyridide brachiopods: *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 34(4): 219-234.
- Brunton, C. H. C. 1984. Silicified brachiopods from the Visean of County Fermanagh, Ireland (III). Rhynchonellids, spiriferids and terebratulids: *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 38(2): 27-130.
- Brunton, C. H. C, Lazarev, S. S., Grant, R. E., Yu-Gan, J. 2000. Productidina p. 424-609, *In*: Kaesler, R.L. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Volume 3: Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas*, The Geological Society of America and The University of Kansas.
- Buitrón-Sánchez, B. E. 1977. Invertebrados (Crinoidea y Bivalvia) del Pensilvánico de Chiapas: *Revista del Instituto de Geología* 1(2): 144-150.
- Buitrón-Sánchez, B. E., Almazán-Vázquez, E. y Vachard, D. 2007(b). Middle Permian crinoids (Echinodermata, Crinoidea) from Cerros Los Monos, Caborca, Sonora, Mexico and paleogeographic considerations: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 24(3): 344-353.
- Buitrón-Sánchez, B. E., Arellano-Gil, J. y Flores de Dios, L. A. 1998. Crinoideos del Pensilvánico del Cañón de la Peregrina, Estado de Tamaulipas, México

- (resumen). In: Alanis Ferrari, S. L. y Nieto, A. F. (eds.). *Memorias de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra*: Facultad de Ciencias UNAM, México DF, México, 55 pp.
- Buitrón-Sánchez, B. E., Gómez-Espinosa, C., Almazán-Vázquez E., Vachard D., Laguarda-Figueras, A. y Solís-Marín, F. 2008. A review of the crinoid columnals (Echinodermata-Crinoidea) from the Carboniferous of Mexico: *Revista de Biología Tropical* 56(3): 1-12.
- Buitrón-Sánchez, B. E., Gómez-Espinosa C., Almazán-Vázquez, E. y Vachard, D. 2007(a). A late Atokan regional encrinite (early Moscovian, Middle Pennsylvanian) in the Sierra Agua Verde, Sonora state, NW Mexico: *Paleozoic Reefs and Bioaccumulations: Climatic and Evolutionary Controls*. Geological Society of London, Special Publications 275: 201-209.
- Buitrón-Sánchez, B. E. y Rivera, E. 1984. Los lingúlidos (Brachiopoda-Inarticulata) del Ordovícico de Oaxaca. In: *Memorias del II Congreso Latinoamericano de Paleontología*. 51-54.
- Buitrón-Sánchez, B. E., Patiño, J. y Moreno, A. 1987. Crinoides del Paleozoico Tardío de Calnali, Hidalgo: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 1: 125-136.
- Campi, M. J. y Shi, G. R. 2005. New Lopingian (Late Permian) rugosochonetid species from Sichuan, South China: *Alcheringa: An Australasian Journal of Paleontology* 29(2): 275-285.
- Carter, J. L. 1967. Mississippian brachiopods from the Chappel Limestone of Central Texas: *Bulletin of American Paleontology* 53(238): 251-450.
- Carter, J. L. y Carter, R. C. 1970. *Bibliography and Index of North American Carboniferous brachiopods (1898-1968)*. Geological Society of America. USA. 382 pp.
- Carter, J. L., Johnson, J. G., Gourvenec, L. y Hong F. 2006 Spiriferida, p. 1689-1870, In: William, C.H. (ed) *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Revised Volume 5*, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, The Geological Society of America and The University of Kansas.

- Caster, K. E. y Flower, R. H. 1935. The stratigraphy and paleontology of Northwestern Pennsylvania, Pt. II: Paleontology, Sec. A: The cephalopod fauna of the Conewango Series of the Upper Devonian in New York and Pennsylvania: *Bulletins of American Paleontology* 22(75): 1-57.
- Castillo-Espinoza, K. M. 2008. Cefalópodos de la Formación Santiago, Misisípico de la región de Nochixtlán, Oaxaca: Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 54 pp.
- Centeno-García, E. y Keppie, J. D. 1999. Latest Paleozoic-Early Mesozoic structures in the central Oaxaca terrane of Southern Mexico: deformation near a triple junction: *Tectonophysics*, 301: 231-242.
- Chen, Z. Q., Shi, G. R. y Zhan, L. P. 2003. Early Carboniferous Athyridid brachiopods from the Qaidam Basin, Northwest China: *Journal of Paleontology* 77(5): 844-862.
- Cisterna, G. A y Simanaukas, T. 1999. *Aseptella* (Brachiopoda) en el Paleozoico Tardío de Argentina: *Revista Española de Paleontología* 14(1): 117-122.
- Cisterna, G. A. y Simanaukas, T. 2000. Brachiopods from the Río del Peñón Formation, Río Blanco basin, Upper Palaeozoic of Argentina: *Revista Española de Paleontología*, 15:129-151.
- Cloud, P. E. 1944. Permian brachiopods, Pt. 3 of Geology and Paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, Southwestern Coahuila: *Geological Society of America Special Papers* 52: 1-49.
- Collinson, C. W. 1955. Mississippian prolecanitid goniatites from Illinois and adjacent areas: *Journal of Paleontology* 29: 433-438.
- Cooper, G. A., Arellano, A. R. V., Johnson, J. H., Okulitch, V. J., Stoyanow, A. y Lochman, C. H. 1954. Geología y paleontología de la región de Caborca, norponiente de Sonora, Parte 1, Paleontología y Estratigrafía del Cámbrico de Caborca: *Boletín del Instituto de Geología UNAM* 58: 1-259.
- Cooper, G. A., Dunbar, C. O., Duncan, H., Miller, A. K. y Knight, J. B. 1965. Fauna Pérmica de El Antimonio, oeste de Sonora: *Boletín del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México* 58: 1-22.

- Cuvier, G. 1797. Tableau elementaire de l'histoire naturelle des animaux. Paris 710 pp.
- D'Orbigny, A. 1847. Considérations zoologiques et géologiques sur les Brachiopodes ou Palliobranches: *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 25:193-195.
- Davidson, T. 1848. Mémoire sur les Brachiopodes du Système Silurien supérieur de l'Angleterre: *Société Géologique de France, Bulletin* (series 2) 5: 309-338.
- Davidson, T. 1857. Notes sur les genres *Athyris* (=Spirigera), *Camarophoria*, *Orthisina* et *Straphalosia* des terrains permien d'Angleterre: *Bulletin of Societe Linnéenne de Normandie* 2: 11-24.
- Davidson, T. 1859. British fossil Brachiopoda, vol. 2 Permian and Carboniferous species, part. 5 no. 2. *Palaentogr. Soc. Monogr.* London p. 49-80.
- Davidson, T. 1861. British fossil Brachiopoda, vol. 2 Permian and Carboniferous species, part. 5 no. 3: *Palaentogr. Soc. Monogr.* London p. 81-120
- Davidson, T. 1881. On genera and species of spiral-bearing Brachiopoda, from specimens developed by the Rev. Norman Glass: *Geological Magazine* 8: 1–13.
- Delépine, G. 1941. Les goniatites du Carbonifère du Maroc et des confins Algéro-Marocains du Sud (Dinantien-Westphalien): *Notes et mémoires, Service Géologique, Protectorat de la République Française au Maroc, Direction de la Production Industrielle et des Mines, Division des Mines et de la Géologie* 56: 1–111.
- Diener, C. 1915. The Anthracolithic fauna of Kashmir, Kanaur and Spiti: *Geological Survey of India. Memoirs, Palaeontologia Indica* 5(2): 1-135.
- Dover, J. H., Tailleur, I. L. y Dumoulin, J. A. 2004. Geologic and fossil locality maps of the West-Central part of the Howard Pass Quadrangle and part of the adjacent Misheguk Mountain Quadrangle, Western Brooks Range, Alaska: *United States Geological Survey, Miscellaneous Field Studies Map MF-2413.*
- Duméril, A. M. C. 1806. *Zoologie analytique ou méthode naturelle de classification des animaux.* Allais. Paris. 344 pp.

- Easton, W. H., Sanders, J.E., Knigh, J.B. y Miller, A.K. 1958. Mississippian Fauna in Northwestern Sonora Mexico: *Smithsonian Micellaneous Collections* 119: 1-87.
- Escalante-Ruíz, A. R. 2011. Conuláridos y gasterópodos del Carbonífero de Nochixtlán, Oaxaca. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), 86 pp.
- Esquivel-Macías, C. 1996. Invertebrados del Paleozoico Tardío de las regiones de Olinalá, Gro. y Patlanoaya, Pue. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Tesis de Maestría en Ciencias (Biología), 82 pp.
- Esquivel-Macías, C. 2000. Braquiópodos y crinoides del Paleozoico tardío de las Formaciones Olinalá, Gro.; Patlanoaya y Cuxtepeque, Puebla México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Tesis de Maestría en Ciencias (Biología) 155 pp.
- Esquivel-Macías, C., Ausich, W. I., Buitrón-Sánchez, B. E. y de Dios, A. 2000. Pennsylvanian and Mississippian pluricolumnal assemblages (Class Crinoidea) from southern Mexico and a new occurrence of a column with a tetralobate lumen: *Journal of Paleontology* 74(6): 1187-1190.
- Ferguson, L. 1962. The paleoecology of a Lower Carboniferous marine transgression: *Journal of Paleontology* 36: 1090-1107.
- Ferguson, J. 1966. Variation in two species of the Carboniferous brachiopod *Pleuropugnoides*: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 35(15): 353-374.
- Flores de Dios-González, A., Vachard, D. y Buitrón-Sánchez, B. E. 2000. La cubierta sedimentaria Pérmica Superior (Formaciones Olinalá, Ihualtepec y Yododeñe) de los terrenos Mixteco y Zapoteco: *Geos* 20(3): 324-325.
- Foord, A. H. 1903. *Monograph of the Carboniferous Cephalopoda of Ireland*. Paleontographical Society. London. 234 pp.
- Flower, R. H. 1939. Study of the Pseudorthoceratidae: *Paleontographica Americana*, 2 (10): 199-214.
- Flower, R. H. 1968. Cephalopods from the Tiñu Formation, Oaxaca state, Mexico: *Journal of Paleontology* 42(3): 804-810.

- Flower, R. H. y Caster, K. E. 1935. The stratigraphy and paleontology of northwestern Pennsylvania, Pt. 2, Paleontology Sec. A: The cephalopod fauna of the Conewango Series of the Upper Devonian in New York and Pennsylvania: *American Paleontology Bulletin*, 22(75):49-57.
- Furnish, W. M., Glenister, B., Kullman, J. y Zuren, Z. 2009. Carboniferous y Permian Ammonoidea (Goniatitida and Prolecanitida): Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca Revised, Volume 2: Lawrence, Kansas, The Geological Society of America and The University of Kansas, 258 p.
- Girty, G. H. 1909. The fauna of the Caney Shale of Oklahoma: *U. S. Geological Survey Bulletin* 377: 1-106.
- Girty, G. H. 1911. On some new genera and species of Pennsylvanian fossils from the Wewoka Formation of Oklahoma: *Annals of the New York Academy of Sciences*, 21:119–156.
- Girty, G. H. 1915. *Faunas of the Boone Limestone at St. Joe, Arkansas*. Government Printing Office. Washington. 50 pp.
- Gluchowski, E. y Racki, G. 2005. Disarticulated crinoids items from the Devonian and Carboniferous of north Devon, England: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 55(3): 161-172.
- González-Arreola, C., Villaseñor-Martínez, A. B., y Corona-Esquivel, R. 1994. Permian fauna of the Los Arcos Formation, Municipality of Olinala, State of Guerrero, Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 11: 214-221.
- González-León, C. 1986. Estratigrafía del Paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora: *Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México* 6: 117-135.
- Gordon, M. Jr. 1957. Mississippian Cephalopods of Northern and Eastern Alaska: *Professional Papers of the United States Geological Survey* 283: 1–61.
- Gordon, M. Jr. 1960. Some American Midcontinent Carboniferous cephalopods: *Journal of Paleontology* 34: 133–151.
- Gordon, M. Jr. 1962. Species of *Goniatites* in the Caney Shale of Oklahoma: *Journal of Paleontology* 36: 355–357.

- Gordon, M. Jr. 1964. *California Carboniferous cephalopods* (Professional Papers of the United States Geological Survey 483-A). Government Printing Office. Washington. USA. 25 pp.
- Gordon, M. Jr. 1965. Carboniferous Cephalopods of Arkansas: *Professional Papers of the United States Geological Survey* 460: 1–322.
- Gorjansky, V. y Popov, L. E. 1985. Morfologiya, systematicheskoe polozhenie i proikhozhdenie bezzamkovykh brakhiopods karbonatnoi rakovinoi (Morphology systematic position and origin of inarticulate brachiopods with calcareous shells): *Paleontologicheskii Zhurnal* 1985(3): 3-14.
- Gray, J. E. 1840. *Synopsis of the contents of the British Museum*. 42nd Edition. British Museum. London. 370 pp.
- Gutierrez-Gil, R. 1956. Bosquejo Geológico del Estado de Chiapas, *In: Maldonado-Koerdell, M. (Ed.). Geología del Mesozoico y estratigrafía pérmica del estado de Chiapas (XX Congreso Geológico Internacional, México, Excursión C-15)*. 9-32 pp.
- Hann de G. 1825. Monographie amoniteorum et goniatiteorum: *Leyden*, 168 p.
- Heim, N. A. 2009. Stability of regional brachiopod diversity structure across the Mississippian/Pennsylvanian boundary: *Paleobiology* 35(3):393.
- Hodson F. y Moore E. W. J. 1959. *Goniatites striatus* and related forms from the Viséan of Ireland: *Palaeontology* 1(4): 384-396.
- Holmer, L. E. y Popov, L. E. 2000. Lingulata. *In: Williams, A., Brunton, C.H.C. y Carlson, S.J. (eds.) Treatise on Invertebrate Paleontology, part H, Brachiopoda, Revised, Vol. 2*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder & Lawrence. 30-146.
- Hyatt, A. 1884. Genera of fossil cephalopods: *Boston of Society Natural History Proceedings* 22: 253-338.
- Hyatt, A. 1893. Carboniferous cephalopods, second paper: *Texas Geological Survey Annual Report* 4: 377-474.
- Hyatt, A. 1900. Tetrabranchiate Cephalopoda. *In: Zittel, K. A. Von. Text-book of palaeontology. Volume 1, 1st edition*. Macmillan and Co. London. 502-604 pp.

- Jagt-Yazykova, E., Krawczynski W. y Rakocinski, M. 2006. Molluscs from the Early Frasnian Goniatic Level at Kostomloty in the Holy Cross Mountains, Poland: *Acta Palaeontologica Polonica* 51(4):707-718.
- Jin, Y. y Fang, R. 1983. Early Carboniferous brachiopods from Shidian, Yunnan: *Acta Palaeontologica Sinica* 22(2): 139-151.
- Jux, U. y Krath, J. 1974. Die Fauna aus dem mittleren Oberdevon (Nehden-Stufe) des suedwestlichen Bergischen Landes (Rheinisches Schiefergebirge); The lower Famennian fauna (Nehden-substage) of the southwestern region of the Bergisches Land (Rhenish Schiefergebirge): *Palaeontographica Abteilung A* 147(4-6): 115-168.
- Kammer, T. W. y Ausich, W. L. 2006. The "Age of crinoids": a Mississippian biodiversity Spike coincident with widespread carbonate ramps: *Palaios* 21: 238-248.
- King, R. H. 1938. New Chonetidae and Productidae from Pennsylvanian and Permian strata of north central Texas: *Journal of Paleontology* 12(3): 257-279.
- King, W. 1846. Remarks on certain genera belonging to the Class Palliobranchiata: *Annals and Magazine of Natural History, Series 1*, 18: 26-42.
- Klein, T. 1754. Ordre naturel des oursins de mer et fossiles, avec des observations sur les piquants des oursins de mer et quelques remarques sur les belemnites: *C.J.B. Bauche, Paris*, p.1-235
- Koninck, L. G. 1844. *Description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain Carbonifère de la Belgique*. Desain. Bonn. 716 pp.
- Kora, M. 1995. Carboniferous macrofauna from Sinai, Egypt: biostratigraphy and palaeogeography. *Journal of African Earth Sciences* 20(1): 37-51.
- Korn, D. 1997. Evolution of the Goniaticaceae and Viséan–Namurian biogeography. *Acta Palaeontologica Polonica* 42(2): 177–199.
- Korn, D. 2010. A Key for the description of Paleozoic ammonoids: *Fossil Record* 13(1): 5-12.
- Korn, D. y Ebbighausen, V. 2008. The Early Carboniferous (Mississippian) ammonoids from the Chebket el Hamra (Jerada Basin, Morocco): *Fossil Record* 11(2): 83–156.

- Korn, D. y Klug, C. 2003. Morphological pathways in the evolution of Early and Middle Devonian ammonoids: *Paleobiology* 29:329-348.
- Korn, D., Klug, C. y Mapes, R. H. 1999. Viséan and Early Namurian Ammonoids from the Tafilalt (Eastern Anti-Atlas, Morocco). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt* 54: 345–375.
- Korn, D., Klug, C. y Mapes, R. H. 2005. The Lazarus ammonoid family Goniatitidae, the tetragonally coiled Entogonitidae, and Mississippian biogeography: *Journal of Paleontology* 79(2): 356–365.
- Korn, D. y Titus, A. L. 2011. *Goniatites* Zone (middle Mississippian) ammonoids of the Antler Foreland Basin (Nevada, Utah): *Bulletin of Geosciences* 86(1): 107–196.
- Kröger, B. y Mapes R. H. 2004. Lower Carboniferous (Chesterian) embryonic orthoceratid nautiloids: *Journal of Paleontology* 78(3): 560-573.
- Kröger, B. y Mapes R. H. 2005. Revision of some common Carboniferous genera of North American orthoceratid nautiloids: *Journal of Paleontology* 79(5): 1002-1011.
- Kuhn, O. 1940. Paläozoologie in Tabellen. Fischer-Verlag. Jena. 50 pp.
- Kuhn, O. 1949. *Lehrbuch der Paläozoologie*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 326 pp.
- Kullmann, J. 1961. Die Goniatiten des Unterkarbons im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien). I. Stratigraphie. Paläontologie der U.O. Goniatitina Hyatt. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 113(3): 219–326.
- Kullman, J. 1992. Note on *Beyrichoceras* from Los Santos de Maimona, España: *Coloquios de Paleontología* 44: 245-247.
- Kullman, J. 2009. Goniatitoidea. In Furnish, W. M. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Pt. L, Mollusca 4 Revised, Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence. 52-60.
- Kummel, B. 1963. Miscellaneous Nautilid type species of Alpheus Hyatt: *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 128(6): 329-350.

- Kummel, B. 1964. Nautiloidea-Nautilida. *In* Moore, R. C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Pt. K, Mollusca 3. Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence. K383–K465.
- Lane, N. G., Matthews, J. L., Driscoll, E. G. y Yochelson, E. L. 1973. Paleontology and paleoecology of the Crawfordsville fossil site (Upper Osagian: Indiana): *University of California Publications in Geological Sciences*, 99:1-141
- Leighton, L. R. y Maples C. G. 2002. Evaluating internal versus external characters: phylogenetic analysis of the Echinoconchidae, Buxtonninae y Juresaniinae (Phylum Brachiopoda): *Journal of Paleontology* 76(4): 659-671.
- Léveillé, C. 1835. Aperçu géologique de quelques localités très riches en coquilles sur les frontières de France et en Belgique: *Société géologique de France, [1e série] T 2 Mémoire 2*: 29–49.
- Liang X. y Wang M. 1991. Carboniferous cephalopods of Xinjiang: *Palaeontologia Sinica, Series B* 180: 1–171.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. Tomus I. Laurentii Salvii. Holmiae. Stockholm. 823 pp.
- López-Lara, O. 2002, Crinoides (Echinodermata-Crinoidea) del Paleozoico Tardío de la región de Pemuxco, Hidalgo: Consideraciones estratigráficas y paleogeográficas: México, D. F., México. Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis Profesional, 80 pp.
- M'Coy, F. 1844. *A synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone fossils of Ireland*. Williams y Norgate. London. 207 pp.
- Martin, W. 1793. *Figures and descriptions of petrifications collected in Derbyshire*. Wigan. London. 29 pp.
- Martin, W. 1809. *Petrefacta derbiensia; or figures and descriptions collected in Derbyshire*. Wigan. London. 28 pp.
- Martínez-Chacón, M. L., y Winkler-Prins, C. F. 1977. A Namurian brachiopod fauna from Meré (Province of Oviedo, Spain): *Scripta Geologica* 39: 1–67.
- Martínez-Chacón, M. L. y Legrand-Blain, M. 1992 Braquiópodos: *Coloquios de Paleontología*. (Madrid) 44: 91-144.

- Martínez-Chacón, M. L. y Winkler Prins, C. F. 2000. New Rugosochonetidae (Brachiopoda) from the upper Bashkirian and Moscovian of the Cantabrian Mountains (N Spain): *Revista Española de Paleontología* 15(2):219-232.
- Martínez Chacón, M. L. y Winkler-Prins, C. F. 2005. Rugosochonetidae (Brachiopoda, Chonetidina) from the Carboniferous of the Cantabrian Mountains (N Spain): *Geobios* 38: 637-651.
- Martín-Medrano, L. y García-Barrera, P. 2006. Fossil Ophiuroids of Mexico *In*: Vega, F. J., Nyborg T. G., Perrilliat, M. C. (Eds.), *Studies on Mexican Paleontology*, Springer, Netherlands. 115-129.
- McChesney, J. H. 1859. Descriptions of new species of fossils from the Palaeozoic rocks of the western states, with illustrations: *Transactions of the Chicago Academy of Sciences* 1: 1-76.
- Meek, F. B. y Worthen, A. H., 1860. Descriptions of new Carboniferous fossils from Illinois and other western states: *Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Proceedings* 12(2): 447-472.
- Meek, L. B. y Worthen, A. H. 1861. Remarks on the age of the Goniatite Limestone at Rockford Indiana, and its relations to the "Black Slate" of the western States, and to some of the succeeding rocks above the latter: *American Journal of Science & Arts* 32: 167-177.
- Meek, F. B. y Worthen, A. H. 1866. Descriptions of invertebrates from the Carboniferous System: *Geological Survey of Illinois* 2: 143-411.
- Menn J. L. 2009. Crinoideos *In*: Martínez-Chacón, M. L. y Rivas, P.(Eds.), *Paleontología de Invertebrados*, Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, 524 pp.
- Mergl, M. y Massa, D. 1992. Devonian and Lower Devonian brachiopods and bivalves from Western Libya: *Biostratigraphie du Paleozoique* 12: 1-115.
- Miller, A. K. 1931. Two genera of Late Paleozoic cephalopods from Central Asia: *American Journal of Science*, 5th series, 22: 417-425.
- Miller, A. K. 1934. The cephalopod fauna of the Pennsylvanian Nellie Bly formation of Oklahoma: *Journal of Paleontology* 8(2): 171-185.

- Miller, A. K. 1938. Devonian ammonoids of America: *Geological Society of America Special Paper* 14: 1-62.
- Miller, A. K. 1944. Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southeastern Coahuila, Mexico, part. 4: Permian cephalopods: *Geological Society American Special Paper* 52: 71-127.
- Miller, A. K. 1947. A goniatite from the Mississippian Boone Formation of Missouri: *Journal of Paleontology* 21(1): 19-22.
- Miller, A. K. y Garner, H. F. 1953a. Lower Mississippian cephalopods of Michigan, part. I, Orthoconic nautiloids: *Contributions of the Museum of Paleontology, University of Michigan* 10(7): 159-192.
- Miller, A. K. y Garner, H. F. 1953b. The goniatite genus *Prolecanites* in America: *Journal of Paleontology* 27(6): 814-816.
- Miller, A. K., Dunbar, C. O. y Condra, G. E. 1933. The nautiloid cephalopods of the Pennsylvanian System in the Mid-Continent region. Lincoln. Nebraska. 240 p.
- Miller, A. K. y Furnish, W. M. 1954. The classification of the Paleozoic ammonoids: *Journal of Paleontology* 28(5): 685-692.
- Miller, A. K., y Youngquist, W. 1948. The cephalopod fauna of the Mississippian Barnett Formation of central Texas: *Journal of Paleontology* 22: 649-671.
- Miller, A. K. y Youngquist, W. 1949. American Permian nautiloids: *Geological Society America Memories* 41: 218.
- Miller, A. K., Youngquist W., y Nielsen, M. L. 1952. Mississippian cephalopods from western Utah: *Journal of Paleontology* 26: 148-161.
- Miller, J. S. 1821. A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals, with observation on the genera *Asteria*, *Euryale*, *Comatula* and *Marsupites*:. Bryan and Co, Brystol, 150 p.
- Mojsisovics, E. 1882. Die Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz: *Kaiserlichen y Königlichen Geologischen Reichsanstalt* 10: 1-322.
- Moore, R. C. y Jeffords, R. M. 1968. Classification and nomenclature of fossil crinoids based on studies of dissociated parts of their columns. In The Paleontological Institut (Pub.). *Echinodermata*. University of Kansas Paleontological Contributions. Article 9, 1-86.

- Moore, R. C., Lalicker, C. G y Fischer, A. G. 1952. *Invertebrate Fossils*. New York: MacGraw-Hill, 166 pp.
- Moore, R. C. 1964 (ed). *Nautiloidea: Treatise on Invertebrate Paleontology*, part. K, Mollusca 3, Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, 520 p.
- Morales-Soto, S. 1984. Estudio paleoecológico del Paleozoico Superior (Pensilvánico) de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca: *Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*, 53 pp.
- Moreno-Cano, A. y Patiño-Ruíz, J. 1981. Estudio del Paleozoico en la región de Calnali, Hidalgo (en la Sierra Madre Oriental): *Tesis Profesional, Instituto Politécnico Nacional*, 30 pp.
- Moseley, F. 1953. The Namurian of the Lancaster Fells: *The Quarterly Journal of the Geological Society of London* 109(1-4): 423-454.
- Muir-Wood, H. M. 1955. *A history of the classification of the Phylum Brachiopoda*. British Museum (Natural History). London. 124 pp.
- Muir-Wood, H. M. 1962. *On the morphology and classification of the Brachiopod suborder Chonetoidea*. British Museum (Natural History). London. 132 pp.
- Muir-Wood, H. y Cooper, G. A. 1960. *Morphology, classification and life habits of the Productoidea (Brachiopoda)*. Geological Society of America. New York 447 pp.
- Müllerried, F. K. G., Miller, A. K. y Furnish, W. M. 1941. The Middle Permian of Chiapas, southernmost Mexico and its fauna: *American Journal of Science* 239: 397-406.
- Mundy, D. J. C. 1994. Microbialite-sponge-bryozoan-coral framestones in Lower Carboniferous (Late Visean) buildups of northern England (UK). In: *Embry, A.F., Beauchamp, B., Glass, D.J. (Eds.). Pangea: Global Environments and Resources*. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 713-729 pp.
- Nalivkin, D. 1937. *Brakhiopody verkhnego i crednegodevona i nizhnego karbona severo-vostochnogo Kazakhstana*. (Brachiopoda of the Upper and Middle Devonian and Lower Carboniferous of northeastern Kazakhstan). Trudy

- Tsentral' nogo Nauchno-Issledovatel'skogo Geologo-Razvedochnogo Instituta (TSNIGRI). Leningrad. 200 pp.
- Navarro-Santillán, D. 1997. Braquiópodos espiriféridos de la Formación Santiago, Misisípico Inferior, en el Municipio de Nochixtlán, Oaxaca: Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 41 pp.
- Navarro-Santillán, D., Sour-Tovar, F. y Centeno-García, E. 2002. Lower Mississippian (Osagean) brachiopods from the Santiago Formation, Oaxaca, Mexico: Stratigraphic and tectonic implications: *Journal of South American Earth Sciences* 15: 327-336.
- Ortega-Gutierrez, F. Ruíz, J. Centeno-García, E. 1995. Oaxaquia a Proterozoic microcontinent accreted to North America during the late Paleozoic: *Geology*, 23:1127-1130.
- Ortíz-Lozano, J. A. 1996. Consideraciones paleoambientales y morfológicas de las colonias de briozoarios pensilvánicos de la Formación Ixtaltepec en la región de Nochixtlán, Oaxaca: *Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*, 40 pp.
- Pantoja-Alor, J. 1970. Rocas sedimentarias paleozoicas de la región centro-septentrional de Oaxaca: *Sociedad Geológica Mexicana, Libro Guía de la Excursión México, Oaxaca*: 67-84.
- Pérez-Huerta, A. 2007. First record of post middle Desmoesian (Late Carboniferous) brachiopods in the Great Basin (USA): Implications for faunal migration in response to Late Paleozoic paleogeography: *Journal of Paleontology* 81(2): 312-330.
- Phillips, J. 1836. *Illustrations of the Geology Yorkshire*, pt .2. The Mountain Limestone District XX. London, 259 pp.
- Prentice, J. E. y Thomas J. M 1965. Prolecanitina from the Carboniferous rocks of North Devon: *Proceedings of the Yorkshire Geological Society* 35: 33-46
- Quiroz-Barroso, S. A. 1995. Bivalvos del Carbonífero de Nochixtlán, Oaxaca: *Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*, 86 p.

- Quiroz-Barroso, S. A. y Perrilliat, M. C. 1997. Pennsylvanian nuculoids (Bivalvia) from the Ixtaltepec Formation, Oaxaca, Mexico: *Journal of Paleontology* 71(3): 400-407.
- Quiroz-Barroso y Perrilliat, M. C. 1998. Pennsylvanian bivalves from the Ixtaltepec Formation, Mexico: *Journal of Paleontology*, 72(6):1011-1024.
- Quiroz-Barroso, S. A. y Sour-Tovar, F. 1995. Nuevo registro de ofiuroides (Ophiuridae) para el Pensilvánico de América del Norte, proveniente de la Formación Ixtaltepec, Oaxaca: *V Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología*, Resúmenes, p. 31.
- Quiroz-Barroso, S. A., Pojeta, J. Jr., Sour-Tovar, F. y Morales-Soto, S. 2000. *Pseudomulceodens*: A Mississippian rostroconch from Mexico: *Journal of Paleontology* 74(6): 1184-1186.
- Raasch, G. O. 1958. Upper Paleozoic sections at Highwood Pass Alberta: Carboniferous. In: Goodman, A. J. *Jurassic and Carboniferous of Western Canada*. Petroleum Geologists Assn. 190-215 pp.
- Racheboeuf, P. R. 2000. Suborden Chonetidina. In: Kaesler, R. (Ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda Revised Vol. 2*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder and Lawrence. 362-423.
- Roberts, J. 1971. Devonian and Carboniferous Brachiopods from the Bonaparte Gulf Basin, Northwestern Australia: *Bulletin - Australia Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics* 122: 1-319.
- Robison, R. A. y Pantoja-Alor, J. 1968. Tremadocian trilobites from the Nochixtlan region, Oaxaca, Mexico: *Journal of Paleontology* 42: 767-800.
- Rodríguez-Benitez, J. L. 1983. Estudio palinoestratigráfico de las formaciones paleozoicas Tiñú, Santiago e Ixtaltepec de la región de Nochixtlán, Oaxaca: *Tesis profesional, EISA, Instituto Politécnico Nacional*. 117 pp.
- Rotai, A. P. 1938. Stratigrafiia nizhnekamennougol'nykh otlozhenii Kuznetskogo basseina: *Tsentral'nyi Nauchno-Issledovatel'skii Geologo-Razvedochnyi Institut, Trudy* 102: 1-90.

- Rzhonsnitkaia, M. A. 1956. Systematization of Rhynchonellida. *In* Thalman H. E. (Ed.). *Resumenes de los trabajos presentados. International Geological Congress*. Mexico. 125-126 pp.
- Rzhonsnitkaia M. A. 1959. K sistematice rinkhonellid (On the systematics of the rhynchonellids): *Paleontologicheskii Zhurnal* 1959(1):25-36.
- Sadlick, W. 1963. Quadranetes, a new Carboniferous chonetid: *Journal of Paleontology* 37: 721-723.
- Sánchez-Zavala, J. L, Centeno-García, E. y Ortega-Gutierrez, F. 1999. Review of paleozoic stratigraphy of Mexico and its role in the Gondwana-Laurentia connections, *In: Laurentia-Gondwana connections before Pangea* (Ramos, V.A. y Duncan, K.J., eds.): *Geological Society American Special Paper*, 336: 211-226.
- Sarytcheva, T. G. y Sokolskaja, A. N. 1959. O klassifikatsin loznoporistykh brakhiopod (On the classification of pseudopunctate brachiopods): *Akademiia Nauk SSSR, Doklady* (Moscow) 125(1): 181-184.
- Sarytcheva, T.G., Sokolskaya, A. N., Beznosova, G.A. y Maksimova, S. V. 1963. Brakhiopody i paleogeografiya karbona Kuznetskoy kotloviny. *Akademiya Nauk SSSR, Trudy Paleontologicheskogo Instituta*, 95: 1–547.
- Savage, N. M. 1996. Classification of Paleozoic rhynchonellid brachiopods. *In* Cooper, P. y Jin, J., eds. *Brachiopods*. A. A. Balkema. Rotterdam. 249-260 pp.
- Savage, N. M., Manceñido, M. O., Owen, E. E., Carlson, S. J., R. E. Grant, R. E., Dagens, A. S. y Dong-Li, S. 2002. Rhynchonellida. *In* : Kaesler, R. L. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. H, Brachiopoda, Revised Vol. 4*, Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence. 1027–1376.
- Scheffler, S. M. y Sequeira, F. A. C. 2007. Crinoidea da Formação Ponta Grossa (Devoniano, Bacia do Paraná), Brasil: *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 65(1): 83-98.
- Schmidt, H. 1925. Die carbonischen Goniatiten Deutschlands: *Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landesanstalt* 45: 489–609.

- Schmidt, H. 1951. Nautiliden aus deutschem Unterkarbon: *Paläontologische Zeitschrift*, 24: 23-57.
- Schuchert, Ch., LeVene, C. M. 1929. Brachiopoda: *Berlin, Generun et genotyporum index et bibliographia, Fossilium Catalogus 1, Animalia*, Part 42, 140 p.
- Selden, P. y Nudds, J. 2004. *Evolution of fossils ecosystems*. The University of Chicago Press, Chicago, 160 p.
- Sepkoski, J. J. Jr. 1998. Rates of speciation in the fossil record: *Philosophical Transaction of the Royal Society Biological Sciences* 353(1366):315-326.
- Sibly, T. F. 1906. On the Carboniferous Limestone (Avonian) of the Mendip Area (Somerset), with special reference to the paleontological sequence: *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 62: 324-380.
- Simanaukas, T. 1996. Un supuesto Chonetoidea del Pérmico de Patagonia reasignado a un género de Productoidea (Brachiopoda). *Ameghiniana* 33(3): 349-351.
- Simon, P. R. y Geizar, H. N. 1976. A pluricolumnal assemblage from the Ames Limestone in eastern Ohio: *The Compass of Sigma Gamma Epsilon* 53:85-106.
- Smith, A. B. y Xu, J. 1988. Palaeontology of the 1985 Geotraverse, Lhasa to Golmud: *Philosophical Transactions of the Royal Society London. A*, 327:53-105.
- Sour-Tovar, F. 1990. Comunidades Cámbrico-Ordovícicas de la formación Tiñú en el área de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca. Implicaciones paleoambientales y paleogeográficas: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 3(1): 7-23.
- Sour-Tovar, F. 1994. Braquiópodos Pensilvánicos del área de Santiago Ixtaltepec, Municipio de Nochixtlán, Oaxaca: *Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*, 55 pp.
- Sour-Tovar, F. 1999. Braquiópodos del Misisípico Inferior (Osageano) de la Formación Vicente guerrero en el Anticlinorio Huizachal-Peregrina, norte de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México: *Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*. 77 pp.

- Sour-Tovar, F. y Buitrón-Sánchez, B. E. 1987. Los graptolitos del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca. Consideraciones sobre el límite Cámbrico-Ordovícico de la región: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 1: 380-395.
- Sour-Tovar, F. y Martínez-Chacón, M. L. 2004. Braquiópodos chonetoides del Carbonífero de México: *Revista Española de Paleontología* 19: 125-138.
- Sour-Tovar, F. y Quiroz-Barroso, S. A. 1989. Braquiópodos pensilvánicos (Strophomenida) de la Formación Ixtaltepec, Santiago Ixtaltepec, Oaxaca: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 2: 5-11.
- Sour-Tovar, F. y Quiroz-Barroso, S. A. 1991. Icnofósiles paleozoicos de Nochixtlán, Oaxaca: *Memorias del III Congreso Nacional de Paleontología, Resúmenes, Sociedad Mexicana de Paleontología*. 131 pp.
- Sour-Tovar, F., Alvarez, M. F. y Martínez-Chacón, 2005. Lower Mississippian (Osagean) spire bearing brachiopods from Cañon de la Peregrina, north of Ciudad Victoria, Tamaulipas, Northeastern Mexico: *Journal of Paleontology* 79: 475-491.
- Sour-Tovar, F., Barradas, B. M. y Durán, G. C. 1982. Descripción de la primera fauna de graptolitos (Dendroidea) reportada para México, Formación Tiñú (Santiago Ixtaltepec, Oaxaca: *IV Congreso Nacional de Zoología, Mazatlán, Sinaloa, Libro de resúmenes* sin número de páginas.
- Sowerby, J. 1818. *The mineral conchology of Great Britain; or colored figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the Earth*, Vol. III. Longman and Co. London. 194 pp.
- Stehli, F. G. 1954. Lower Leonardian Brachiopoda of the Sierra Diablo: *Bulletin of the American Museum of Natural History* 105(3): 257-358.
- Streng, M., Mellbin, B. B., Landing, E., y Keppie, D. 2011. Linguliform brachiopods from the terminal Cambrian and lowest Ordovician of the Oaxaquia microcontinent (southern Mexico): *Journal of Paleontology* 85: 122-155.
- Strimple, H. L. 1971. A Permian Crinoid from Coahuila, Mexico: *Journal of Paleontology* 45: 1040-1042.

- Sweet, W. C. 1964. Nautiloidea-Orthocerida. In Moore, R. C. (Ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Pt. K, Mollusca 3. Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence. K216–K261.
- Taylor P. D. y Lewis, D. N. 2005. Fossil Invertebrates. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 208 p.
- Tazawa, J. 2006. The *Marginatia-Syringothyris-Rotaia* brachiopod assemblage from the lower Carboniferous of the South Kitakami Belt, northeast Japan, and its palaeobiogeographical implications: *Paleontological Research* 10(2): 127-139.
- Thompson, M. L. 1956. Rocas paleozoicas del Sur de México, In: Maldonado-Koerdell, M. (Ed.). *Geología del Mesozoico y estratigrafía Pérmica del estado de Chiapas. XX Congreso Geológico Internacional, México*, Excursión C-15, 82 p.
- Torres-Martínez, M. A. 2005. Braquiópodos de la familia Neospiriferinae (Spiriferida, Trigonotretidae) de la Formación Ixtaltepec, Pensilvánico de la región de Nochixtlán, Oaxaca: *Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*, 40 p.
- Torres-Martínez, M. A., Sour-Tovar, F. 2012. Nuevos braquiópodos productidos (Rhynchonelliformea, Strophomenata) del Carbonífero de la región de Nochixtlán, Oaxaca: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29(3):696-712.
- Torres-Martínez, M. A., Sour-Tovar, F. y Pérez-Huerta, A. 2008. Neospiriferinid brachiopods (Spiriferida, Trigonotretidae) from Ixtaltepec Formation, Pennsylvanian of Oaxaca State, Southern Mexico: *Fossil and Strata* 54: 157-166.
- Vachard, D., Flores de Dios, A. y Buitrón-Sánchez, B. E. 1997. Sur une nouvelle localité à fusulines du Wordien (Permien Supérieur) du Mexique: Conséquences paléogéographiques: *Geobios* 30(3): 361-370.
- Velasco de León, P. y Buitrón-Sánchez, B. E. 1992. Algunos crinoides (Echinodermata-Crinoidea) del Misisípico-Pensilvánico de San Salvador Patlanoaya, Estado de Puebla: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 5: 71-81.

- Villanueva-Olea, R., Castillo-Espinoza, K. M., Sour-Tovar, F., Quiroz-Barroso, S. A. y Buitrón-Sánchez, B. E. 2011. Placas columnares de crinoides del Carbonífero de la región de Santiago Ixtaltepec, Municipio de Nochixtlán, Oaxaca; consideraciones estratigráficas y paleogeográficas: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 63(3): 429-443.
- Villaseñor-Martínez, A. B., Martínez, C. A. y Contreras, M. B. 1987. Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, México: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología* 1: 390-417.
- Waagen, W. 1883. Salt Range fossils, vol. 1, pt 4. *Productus* Limestone fossils, Brachiopoda: *Memoirs of the Geological Survey of India*, Paleontologia Indica (series 13), 2, 5:391-546.
- Waagen, W. H., 1885. Salt Range fossils, vol. 1, pt. 4. *Productus* Limestone fossils, Brachiopoda: *Memoirs of the Geological Survey of India*, Paleontologia Indica (series 13), 5:729-770.
- Ward, P. D. y Saunders, W. B. 1997. *Allonautilus*: a new genus of living nautiloid cephalopod and its bearing on phylogeny of the Nautilida: *Journal of Paleontology* 71(6): 1054-1064.
- Wardlaw, B.R., Furnish, W.M. y Nestell, M.K., 1979. Geology and Paleontology of the Permian beds near Las Delicias, Coahuila, Mexico: *Geological Society of American Bulletin*, 90:111-116.
- Webster, G. D. y Houck, K. J. 1998. Middle Pennsylvanian, Late Atokan-Early Desmoinesian echinoderms from an intermontane basin, the Central Colorado trough: *Journal of Paleontology* 72: 1054–1072.
- Wedekind, R. 1918. Die Genera der Palaeoammonoidea (Goniatiten). Mit Ausschluss der Mimoceratidae, Glyphioceratidae und Prolecanitidae: *Palaeontographica* 62: 85–184.
- Weller, S. 1914. *The Mississippian Brachiopoda of the Mississippi Valley Basin*. Geological Survey of Illinois. Urbana. 508 pp.

- Williams, A. J., Rowell, H. M., Muir-Wood, C. W., Pitrat, H., Schmidt, F. G., Stehli, D. V., Ager, A. D., Wrigth, G. F., Elliott, T. W., Amsden, M.J., Rudwick, K., Hatai, G., Biernat, D. J. y McLaren, A. J. 1965. Brachiopoda, vol. 1, *In*: Moore, R.C. (ed), *Treatise on invertebrate paleontology*, Pt. H Brachiopoda Revised. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas Press, USA. 521 p.
- Williams, A., Carlson, S. J., Brunton, C. H. C., Holmer, L. E. y L. E. Popov. 1996. A supra-ordinal classification of the Brachiopoda: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (series B) 351: 1171-1193.
- Williams, A. Carlson, S. J., Howard, C. y Brunton, C. 2000. Linguliformea p. 30-98 *In*: Kaesler, R.L. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda Revised 2. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence*.
- Winkler-Prins, C. F., y M. L. Martínez-Chacón. 1998. A New Species of Productid Brachiopod *Aseptella* from the Lower Carboniferous of the Cantabrian Mountains (Spain). *Revista Española De Paleontología* 13: 243–249.
- Wofelden, E. B. 1958. Paleoecology of the Carboniferous reef complex and shelf limestones in the northwest Derbyshire, England: *Bulletin of the Geological Society of America* 69: 871-898.
- Wongwanich, T., Boucot, A. J., Brunton, C. H. C., House, M. R. y Racheboeuf, P. R. 2004. Namurian Fossils (Brachiopods, Goniatites) from Satun Province, Southern Thailand. *Journal of Paleontology* 78(6): 1072-1085.
- Yancey, T. E. y Stevens, C. H. 1981. Early Permian fossil communities in northeastern Nevada and northwestern Utah. *In*: Gray, J., Boucot, A. J. y William, B. N. (Eds.) *Communitites of the Past*. Hutchinson & Ross. 243-269.
- Yang, S. P. 1964. *Lower and Middle Carboniferous brachiopod faunas from northern Boroehoro, Xinjiang and their stratigraphic significance*. Science Press. Beijing, 179 pp.
- Yang, S. P. y Fan, Y. N. 1983. Carboniferous brachiopods from Xizang (Tibet) and their faunal provinces: *Contributions to the Geology of Qinghai-Xizang Plateau* 11: 265-289.

- Yochelson, E.L. 1968. Tremadocian mollusks from the Nochixtlan region, Oaxaca, Mexico: *Journal of Paleontology* 42(3): 801-803.
- Zittel, K.A. von 1884. *Handbuch der Paläontologie* 1, abteilung 2, Lieferung 3, Cephalopoda. R. Oldenburg; Munich and Leipzig.329-522 pp.

LÁMINAS

LÁMINA 1

En todas las figuras la barra de escala equivale a 5 mm.

- (a) *Orbiculoidea* sp. Ejemplar FCMP 08/063. Valva ventral.
- (b-e) ? *Neochonetes* sp. b. Ejemplar FCMP 08/162, valva ventral; c. Ejemplar FCMP 08/62, valva ventral, d y e Ejemplar FCMP 09/72, valva dorsal.
- (f-j) *Aseptella* sp.
- (f) Ejemplar FCMP 08/051, valva dorsal, molde externo.
 - (g). Ejemplar FCMP 08/029, valva dorsal, molde externo.
 - (h) Ejemplar FCMP 09/62, valva dorsal, molde interno.
 - (i) Ejemplar FCMP 08/031, exterior de valva ventral;
 - (j) Ejemplar FCMP 07/165a, interior de valva ventral.
- (k) Familia Echinoconchidae, Ejemplar FCMP 09/67, interior de valva dorsal.
- (l) *Pleuropugnoides pleurodon* (Ferguson). Ejemplar FCMP 08/117, valva ventral, molde interno.
- (m-p) *Rotaia subtrigona* (Meek y Worthen).
- (m) Ejemplar FCMP 07/138, valva ventral, molde externo.
 - (n-o) Ejemplar FCMP 09/45, n. valva dorsal, molde externo de caucho-silicón; o. vista de la comisura.
 - (p) Ejemplares FCMP 08/092a, FCMP 08/092b, Moldes externos de caucho-silicón.
- (q) *Lamellosathyris lamellosa* (Léveillé). Ejemplar FCMP 08/114, valva dorsal, molde externo.
- (r-s) *Spirifer* sp. Ejemplar FCMP 09/84, r. valva ventral, molde externo; s. vista anterior.

Lámina 1

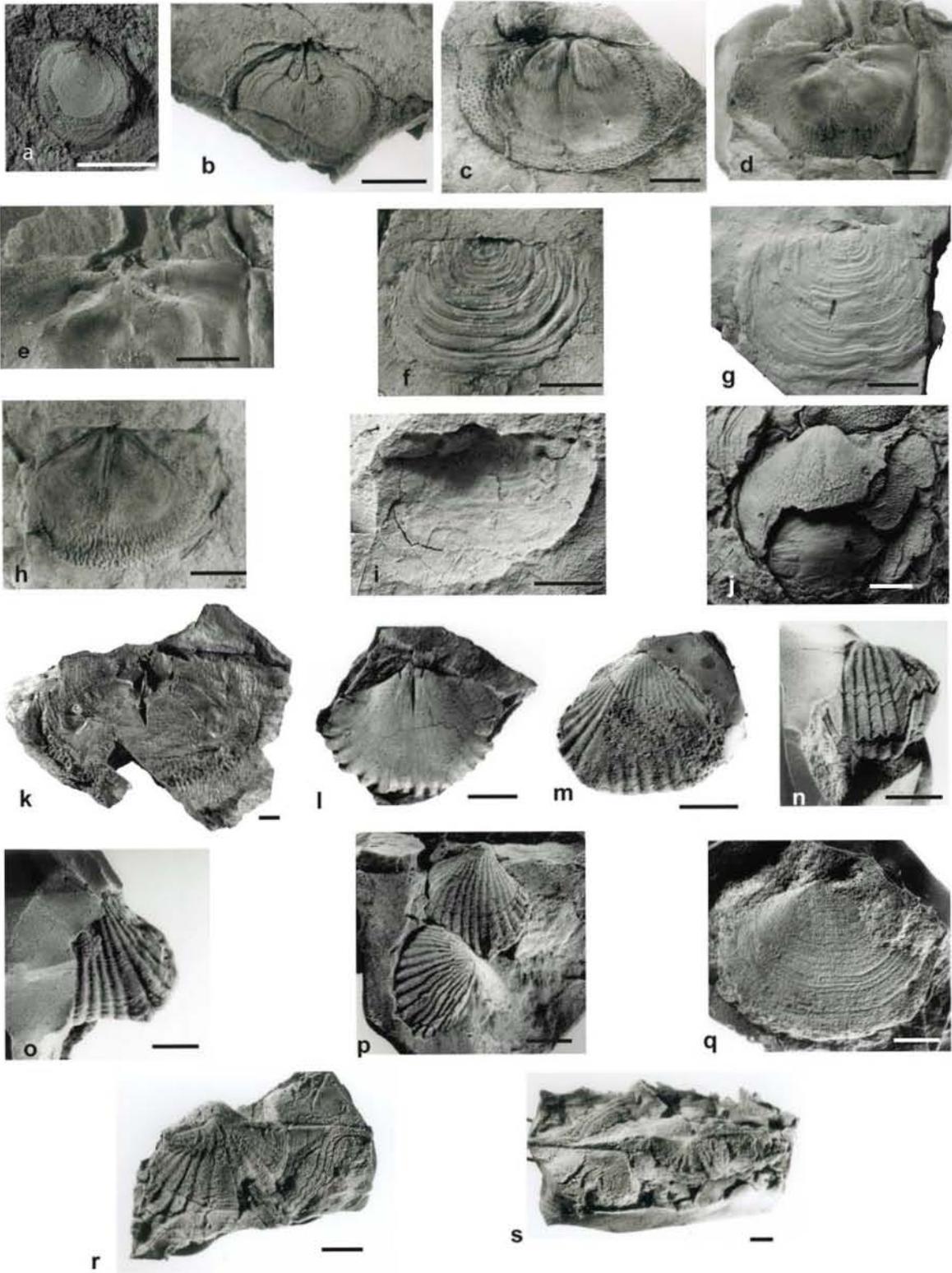


LÁMINA 2

En todas las figuras la escala equivale a 1 cm

(a) *Pseudorthoceras* sp. Ejemplar FCMP 06/1120 Sección longitudinal de una porción del fragmocono.

(b-e) *Pseudorthoceras knoxense* (McChesney).

(b) Ejemplar 00/253, molde externo de una porción del fragmocono, ejemplar original.

(c) Ejemplar 06/1019, molde externo de una porción del fragmocono, ejemplar original.

(d-e) Ejemplar FCMP 97/111, d. detalle de las cámaras y sifúnculo, ejemplar original; e. sección longitudinal del fragmocono;

(f-h) *Mitorthoceras perfilosum* (Gordon).

(f) Ejemplar FCMP 01/313, sección longitudinal de un fragmocono mostrando la forma de las cámaras y detalle del sifúnculo.

(g-h). Ejemplar FCMP 06/1016, g. sección transversal mostrando la posición del sifúnculo; h. vista lateral del molde externo de una porción del fragmocono.

Lámina 2

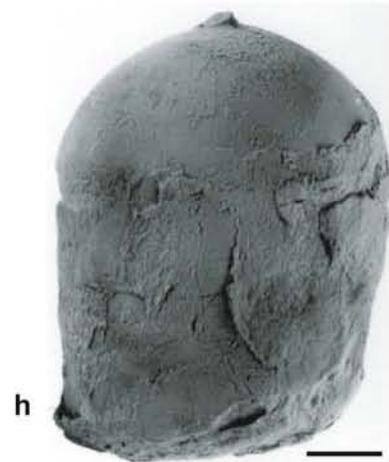
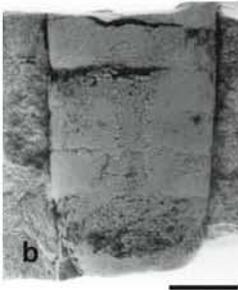
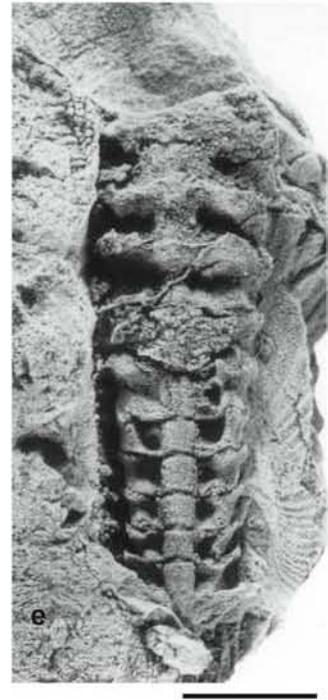


LÁMINA 3

En todas las figuras la barra de escala equivale a 1 cm.

(a-e) *Lispoceras trivolve* (Hyatt). Ejemplar FCMP 00/256; la barra de escala equivale a 5 mm.

- a. Vista lateral del molde interno, ejemplar original.
- b. Vista lateral del molde externo, ejemplar original.
- c. Vista lateral del molde externo, positivo en caucho silicón.
- d. Vista lateral de una porción del fragmocono, ejemplar original.
- e. Vista dorsal de una porción del fragmocono, ejemplar original.

Lámina 3

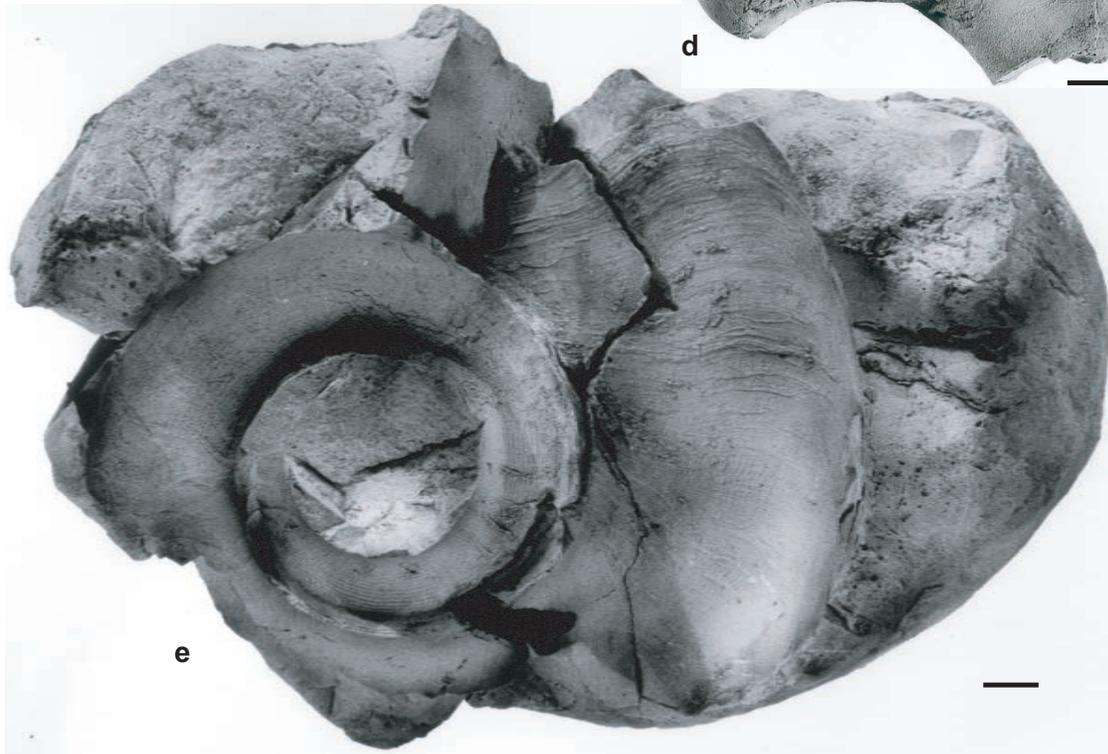
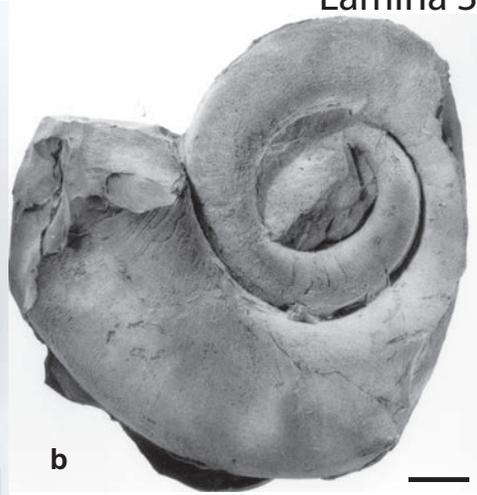


LÁMINA 4

En todas las figuras la escala equivale a 1 cm.

(a-e) *Beyrichoceras hornerae* (Miller).

(a) Ejemplar FCMP 07/1022, vista lateral, positivo en caucho-silicón.

(b-c) Ejemplar FCMP 07/1021 , b. vista lateral; c. sección de vuelta, positivo en caucho-silicón.

(d-e) Ejemplar FCMP 06/978, d. vista lateral; e. sección de vuelta, positivo en caucho-silicón.

(f-h) *Goniatites* sp.

(f) Ejemplar FCMP 00/255, sección longitudinal de un fragmocono, ejemplar original.

(g) Ejemplar FCMP 00/254, corte longitudinal de una porción del fragmocono, ejemplar original.

(h) Ejemplar FCMP 07/1019, sección longitudinal de una porción de fragmocono, ejemplar original.

(i-n) *Goniatites crenistria* (Phillips).

(i-j) Ejemplar FCMP 07/1021, i. corte longitudinal de una porción del fragmocono; j. molde interno de una porción del fragmocono, ejemplar original.

(k-l) Ejemplar FCMP 07/1016, k. vista lateral de un ejemplar juvenil; l. sección de vuelta, ejemplar original.

(m-n) Ejemplar FCMP 06/976, m. vista lateral; n. sección de vuelta, positivo en caucho-silicón.

(o-p) *Prolecanites americanus* (Miller y Garner) .Ejemplar FCMP 06/1020, positivo en caucho-silicón, O. vista lateral de una porción del fragmocono; p. vista de la sección de vuelta.

Lámina 4

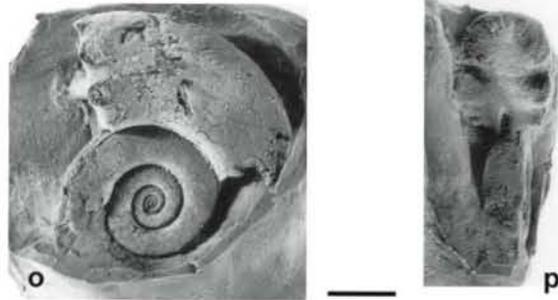
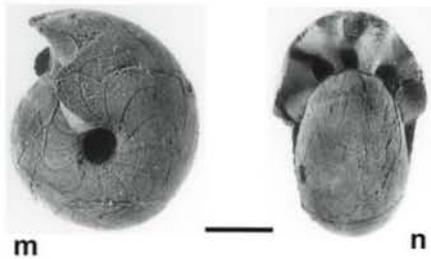
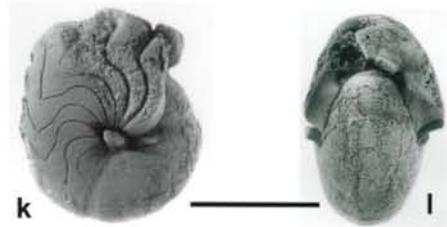
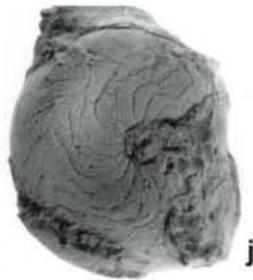
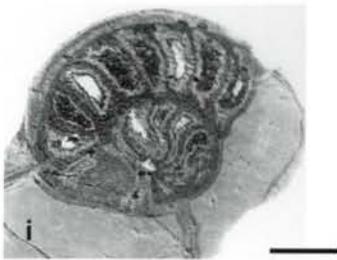
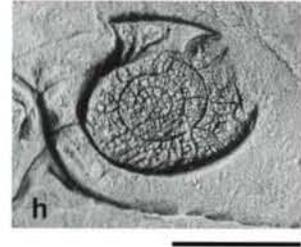
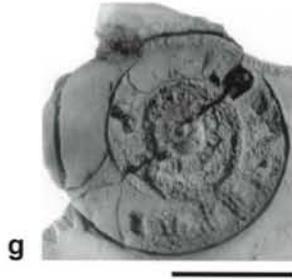
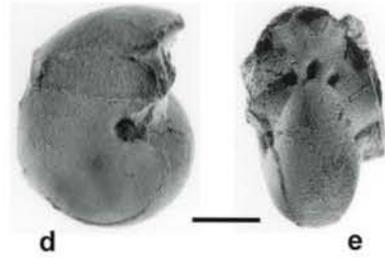
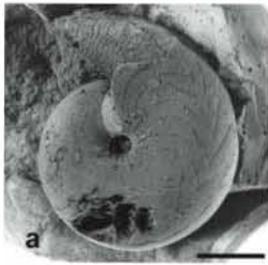


LÁMINA 5

Todas las barras de escala equivalen a 5 mm

(a-b) *Cylindrocauliscus fiski* (Moore y Jeffords). Ejemplar FCMP 782, a. vista frontal de una placa; b. vista lateral del tallo con siete placas articuladas.

(c-e) *Cyclocaudex typicus* (Moore y Jeffords).

(c-d) Ejemplar FCMP 791, c. vista frontal de una placa; d. vista lateral del tallo con cuatro placas articuladas.

(e) Ejemplar FCMP 792, vista frontal de una placa.

(f-g) *Cyclocaudex insaturarus* (Moore y Jeffords). Ejemplar FCMP 795a. f. vista frontal de una placa; g. vista lateral del tallo con seis placas articuladas.

(h) *Floricyclus welleri* (Moore y Jeffords). Ejemplar FCMP 795b. Vista frontal de una placa

Lámina 5

