

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Revisión Taxonómica de los Braquiópodos Articulados del
Cretácico Inferior de México. Implicaciones
Paleobiogeográficas.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

NAVARRO SANTILLÁN DANIEL



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.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por brindarme toda una preparación académica y humanística.

A la DGAPA de la UNAM a través del Proyecto PAPIIT IN228803-2, por el apoyo económico para llevar a cabo el trabajo de campo.

A mi Comité Tutorial:

Dr. Francisco Sour Tovar (Director de Tesis), Dra. Gloria Alencáster Ybarra y Dr. Pedro García Barrera; por seguir de cerca el desarrollo del trabajo, por sus valiosas observaciones y sugerencias.

A la Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez por la revisión del manuscrito y contribuir con su experiencia en muchos de los aspectos tratados en este trabajo.

A la Dra. Edna Naranjo García por sus importantes aportaciones que permitieron enriquecer el manuscrito.

A la Dra. María del Carmen Perilliat por su valioso tiempo en la revisión del primer manuscrito y por sus atinados comentarios.

Al personal del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM: Dra. Sara A. Quiroz Barroso, Dr. Pedro García Barrera, Dr. Francisco Sour Tovar y M. en C. Itzia E. Nieto López, por su infinita paciencia y apoyo durante la realización de este trabajo y a lo largo de toda mi formación académica.

Al Dr. Pedro García Barrera, Dra. Sara A. Quiroz Barroso, Dra. Celestina González Arreola, Dra. Ana Bertha Villaseñor Martínez, M. en C. Itzia E. Nieto López, Biól. Jorge A. Ortiz Lozano, Biól. Claudia González, Biól. Ana Laura Méndez Franco, Biól. Rosa E. Zarate Villanueva, Biól. Tomas Huitrón Rubio, y Biól. Blanca Margarita Ramírez Garza por su ayuda en la recolección del material fósil que se describe en este trabajo.

Al Biól. Héctor E. Hernández Campos por todo su tiempo y paciencia durante la obtención de las excelentes fotografías que ilustran los braquiópodos fósiles.

Al Biól. Luis Chávez García por la corrección de estilo del manuscrito.

A la M. en C. Leonora Martín Medrano por su asesoría en la realización de gran parte de las figuras que aquí se presentan.

Al Dr. Francisco Sour Tovar un agradecimiento especial por iniciarme en el estudio de los braquiópodos fósiles de México.

Al personal de la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la UNAM, por las facilidades brindadas en la consulta del acervo bibliográfico.

A la Dra. Danièle Gaspard, Dr. Sebastián Calzada, Dr. Patrick Racheboeuf, Dr. David MacKinnon, Dra. Sara Long, Dr. Attila Vörös, Dra. Natalia Motchurova-Dekova, Dra. Elena Centeno García, Dr. Francisco Sour Tovar, Dra. Celestina González Arreola, Dra. Blanca E.

Buitrón, Dr. Alberto Pérez-Huerta, Dr. Jesús Alvarado Ortega, Dr. Marcelo Aguilar Piña, M. en C. Leonora Martín Medrano, M. en C. Juan F. Sánchez Beristain, M. Sangim Lee y a la Técnica Académica María del Pilar Ladrón de Guevara Solís, quienes amablemente me hicieron llegar el material bibliográfico sobre braquiópodos cretácicos proveniente de acervos personales, universidades e institutos en el extranjero, el cual sirvió para complementar la revisión taxonómica.

Por último mis más sinceros agradecimientos a Diane Tyler, Editora en Jefe del Instituto Smithsonian en Washington, por la donación de los ejemplares originales de la revista *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, referidos en este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	11
MATERIALES Y MÉTODO	11
a. Trabajo de Campo	11
b. Trabajo de Gabinete	12
c. Análisis Taxonómico	12
LOCALIZACIÓN Y MARCO GEOLÓGICO DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	13
I. “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Localidad “El Tanque”	13
a. Localización Geográfica	13
b. Estratigrafía General	13
c. Estratigrafía Local	16
II. Formación San Lucas, Localidad “El Martillo”	19
a. Localización Geográfica	19
b. Estratigrafía General	19
c. Estratigrafía Local	21
III. Formación San Juan Raya	23
a. Localización Geográfica	23
b. Estratigrafía General	23
PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA	27
Familia Cyclothyrididae Makridin	27
Subfamilia Cyclothyridinae Makridin	27
Género <i>Proteorhynchia</i> Owen	27
<i>Proteorhynchia miquihuanensis</i> (Imlay, 1937)	27
Género <i>Cyclothyris</i> M’Coy	31
<i>Cyclothyris</i> cf. <i>Cyclothyris americana</i> Cooper, 1955	31
<i>Cyclothyris</i> sp.	34
Género <i>Lamellaerhynchia</i> Burri	36
<i>Lamellaerhynchia</i> cf. <i>Lamellaerhynchia rostriformis</i> (Roemer, 1836)	36
Género <i>Sulcirhynchia</i> Burri	40

<i>Sulcirhynchia</i> sp.	40
Subfamilia Kallirhynchiinae Manceñido y Owen	42
Género <i>Kallirhynchia</i> Buckman	42
<i>Kallirhynchia</i> cf. <i>Kallirhynchia concinna</i> (Sowerby, 1812)	42
Familia Terebratulidae Gray	45
Subfamilia Rectithyridinae Muir-Wood	45
Género <i>Moutonithyris</i> Middlemiss	45
<i>Moutonithyris moutoniana</i> (d'Orbigny, 1849)	45
<i>Moutonithyris dutempleana</i> (d'Orbigny, 1849)	51
Subfamilia Rombothyridinae Cooper	55
Género <i>Cyrtothyris</i> Middlemiss	55
<i>Cyrtothyris sillimani</i> (Imlay, 1937)	55
Familia Kingenidae Elliot	60
Subfamilia Kingeninae Elliot	60
Género <i>Dzirulina</i> Noutsoubidze	60
<i>Dzirulina</i> sp. 1	60
<i>Dzirulina</i> sp. 2	62
Género <i>Psilothyris</i> Cooper	64
<i>Psilothyris</i> sp.	64
Familia Laqueidae Thomson	66
Subfamilia Laqueinae Thomson	66
Género <i>Colinella</i> Owen	66
<i>Colinella muellerriedi</i> (Imlay, 1937)	66
DISCUSIÓN	72
I. Ambientes de Depósito y Paleoecología General.....	72
a. "Cuerpo Margoso de Miquihuana"	72
b. Formaciones San Juan Raya y San Lucas, Localidad "El Martillo"	74
II. Paleoecología de los Braquiópodos Mesozoicos	77
III. Cambios Ambientales Globales durante el Cretácico y su Papel en los Patrones de Distribución de los Braquiópodos	79
IV. Paleogeografía de las Especies Estudiadas	88
CONCLUSIONES	95
REFERENCIAS	97
LÁMINAS	119
ANEXOS	138
Glosario	138

Subdivisiones Geológicas del Mesozoico (Edades tomadas de la Internacional Stratigraphic Chart, 2004).	142
--	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización geográfica de las zonas de estudio. A , ubicación de la localidad “El Tanque”, en el Valle de Miquihuana, Tamaulipas; B , ubicación de la localidad “El Martillo”, Formación San Lucas, Huetamo, Michoacán; C , ubicación de la localidad San Lucas Teletetitlán, Formación San Juan Raya, Puebla, marcadas con asterisco.	15
Figura 2.- Correlación de algunas formaciones del noreste de México. ¹ Carrillo-Bravo (1971); ² Carrillo-Bravo (1961).	16
Figura 3.- Mapa donde se señala la posición geográfica de la localidad “El Tanque”, y de la sección medida (*).	17
Figura 4.- Columna estratigráfica de la localidad “El Tanque”. Ubicada inmediatamente sobre el tanque surtidor de agua.	18
Figura 5.- Esquema de correlación que muestra las columnas estratigráficas de las regiones Pachivia-Teloloapan y Huetamo (Modificada de Pantoja-Alor, 1993).	22
Figura 6.- Columna estratigráfica de la localidad “El Martillo”, en el Miembro Superior Las Fraguas de la Formación San Lucas (Basada en García-Barrera, 1997).	24
Figura 7.- Esquema de correlación que muestra las columnas estratigráficas de la región de Tehuacán (Tomada de Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).	26
Figura 8.- Catorce secciones seriadas transversales a través de un ejemplar de <i>Proteorhynchia miquihuanensis</i> (Imlay) (modificada de Owen, 1981).	29
Figura 9.- Diagramas de dispersión que muestran la relación entre la longitud, la anchura y el espesor en <i>Moutonithyris moutoniana</i> (●) y <i>M. dutempleana</i> (+) de la Formación San Juan Raya, Puebla.	47
Figura 10.- Variación morfológica en el contorno, comisura anterior y la posición y tamaño del foramen pedicelar en ejemplares identificados como <i>Moutonithyris moutoniana</i> (d’Orbigny): A . Middlemiss (1976), Aptiano; B . Gaspard (1989), Aptiano; C-D . Benest <i>et al.</i> (1996), Berriasiano; E . Gaspard en Chiodi <i>et al.</i> (1988), Albiano; F . Dieni <i>et al.</i> (1975), Aptiano; G-H , este estudio, Aptiano.	48
Figura 11.- Variación morfológica en el contorno, comisura anterior, y la posición y tamaño del foramen pedicelar en la especie <i>Moutonithyris dutempleana</i> (d’Orbigny): A-C . Sulser y Friebe (2002), Albiano; D . Dieni <i>et al.</i> , (1975), Aptiano superior; E . Gaspard (1976), Albiano; F . Owen (1988), Cenomaniano; G-H , Este trabajo, Aptiano. En el ejemplar señalado con la letra H, el foramen está cubierto parcialmente por el sedimento. Los dibujos no están a la misma escala.	53
Figura 12.- Diagramas de dispersión que muestran las relaciones longitud/anchura, longitud/espesor y anchura/espesor en <i>Cyrtothyris sillimani</i> (Imlay).	56
Figura 13.- Tres ejemplares que muestran el rango de variación en el contorno y convexidad en <i>Cyrtothyris sillimani</i> (Imlay).	57

Figura 14.- Secciones seriadas transversales a través de <i>Cyrtothyris sillimani</i> (Imlay). En las secciones 3.3 y 3.6 se observan las placas cardinales cóncavas que pasan a ser virgadas (secciones 4.0 a 4.9). En la sección 5.7 se observa la máxima altura de los procesos crurales, y en la sección 13.2 se observa la banda transversal ancha, casi trapezoidal (Modificada de Imlay, 1937a).	58
Figura 15.- Dallinidos del Miembro Superior Las Fraguas de la Formación San Lucas, en la localidad "El Martillo".	63
Figura 16.- Diagramas de dispersión que muestran la relación entre la longitud, la anchura y el espesor de 50 ejemplares de <i>Colinella muellerriedi</i>	69
Figura 17.- Variación intraespecífica en el contorno y la comisura anterior en <i>Colinella muellerriedi</i> . Escalas a= 5.5 mm, b-e = 15 mm.	70
Figura 18.- Treinta secciones seriadas a través de un ejemplar de <i>Colinella muellerriedi</i> (Imlay) (Modificada de Owen, 1981).	71
Figura 19.- Localización de las áreas de estudio durante el Valanginiano-Aptiano. A. "Cuerpo Margoso de Miquihuana", Tamaulipas; B. Formación San Lucas, Michoacán; C. Formación San Juan Raya, Puebla (Mapa basado en Alencáster, 1995).	74
Figura 20.- Ambientes sedimentarios de los braquiópodos mesozoicos (Modificado de Ager, 1965 y Sandy, 1997a).	78
Figura 21.- Tendencias ambientales globales a largo plazo durante el Cretácico. A. Tasa de producción de la corteza oceánica con base en el volcanismo del Pacífico medio (Larson, 1991a). La historia tectónica del atolón en el sitio 462 del Deep Sea Drilling Project es un ejemplo del ritmo de origen y subsidencia (Schlanger <i>et al.</i> , 1981) B. Cambios en el nivel del mar a largo plazo (Haq <i>et al.</i> , 1988) y ritmo de los acontecimientos transgresivos (flechas hacia arriba) y regresivos (flechas hacia abajo) registrados por inconformidades (Scott <i>et al.</i> , 1988; Hancock y Kauffman, 1979). C. Cambios en los isótopos de oxígeno de acuerdo al volumen de carbonatos pelágicos (Renard, 1986); tendencias en la temperatura de la superficie del mar (línea punteada) (Douglas y Savin, 1975), intervalo aproximado de la presencia de hielo de latitud alta (Frakes y Francis, 1988); y paleotemperaturas basadas en el análisis de isótopos de oxígeno de los rudistas de la ex-Yugoslavia (Polsak y Leskovsek-Sefman, 1973). D. Cambios en los isótopos de carbono de acuerdo al volumen de carbonatos pelágicos (Renard, 1986) y los acontecimientos anóxicos oceánicos (AAO) (Arthur y Schlanger, 1979) (Modificada de Scott, 1995).	82
Figura 22.- Distribución mundial durante el Valanginiano-Aptiano de los géneros de braquiópodos analizados en este estudio. Co = <i>Colinella</i> , Cs = <i>Cyrtothyris</i> , Cy = <i>Cyclothyris</i> , Dz = <i>Dzirulina</i> , La = <i>Lamellaerhynchia</i> , Mo = <i>Moutonithyris</i> , Pr = <i>Proteorhynchia</i> , Ps = <i>Psilothyris</i> , Su = <i>Sulcirhynchia</i> (Mapa basado en Scotese <i>et al.</i> , 1997).	91
Cuadro 1.- Distribución geográfica y alcances estratigráficos de los géneros y especies descritos en este estudio. China (CH); Dominio Boreal del Norte de Europa (BE) y Groenlandia (BG); Estados Unidos (EU); Dominio Jura de Europa (JE) y Marruecos (JM); Madagascar (MD); México (MX); Dominio del Tethys Europeo (TE) y del Norte de África (TA); Tierra del Fuego (TF), y Zululand, Sudáfrica.	92

RESUMEN

Se llevó a cabo una revisión taxonómica en la que se actualizaron las descripciones de las especies *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay), *Colinella muellerriedi* (Imlay) y *Cyrtothyris sillimani* (Imlay) descritas originalmente por Imlay, del Valanginiano del Valle de Miquihuana, Tamaulipas; que fueron revisadas más tarde por Owen.

También se describen dos faunas aptianas de rinconeliformes (Clase Rhynchonellata): *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* (Roemer), *Cyclothyris* cf. *C. americana* Cooper, *Cyclothyris* sp., *Moutonithyris moutoniana* (d'Orbigny) y *M. dutempleana* (d'Orbigny) de la Formación San Juan Raya, en el estado de Puebla; y *Sulcirhynchia* sp., *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* (Sowerby), *Psilothyris* sp., *Dzirulina* sp. 1 y *Dzirulina* sp. 2 de la Formación San Lucas, en el Estado de Michoacán. Los géneros *Sulcirhynchia*, *Kallirhynchia* y *Dzirulina* se registran por primera vez para México. La presencia de la especie *Kallirhynchia* cf. *K. concinna*, en estratos aptianos, podría representar un nuevo ejemplo de taxón Lázaro entre los braquiópodos mesozoicos.

En cuanto a las relaciones paleobiogeográficas, los géneros *Cyrtothyris* y *Lamellaerhynchia* presentan vínculos con el Dominio Boreal de Groenlandia y Europa, mientras que el resto presenta vínculos genéricos con faunas características de los Dominios del Tethys-Jura de Europa y el Norte de Africa. Durante el Cretácico, los géneros *Cyclothyris*, *Cyrtothyris*, *Dzirulina* y *Psilothyris* alcanzaron una amplia distribución mundial llegando incluso a estar bien representados en el hemisferio sur. El género *Proteorhynchia*, permanece como un género endémico de México.

En cuanto a los ambientes de depósito, con base en sus litologías y asociaciones faunísticas, para las tres localidades se ha propuesto un paleoambiente arrecifal-lagunar. En general las características externas de las conchas de los braquiópodos coinciden con lo expuesto por Ager para este tipo de ambiente: formas grandes, de concha gruesa, forámenes pedicelares grandes y reforzados, terebratúlidos generalmente marcadamente plicados, y rinconélidos asimétricos o con costillas gruesas.

ABSTRACT

A taxonomic review of the species *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay), *Colinella muellerriedi* (Imlay) and *Cyrtothyris sillimani* (Imlay) originally described by Imlay from Valanginian strata of Miquihuana Valley, Tamaulipas and reviewed later by Owen, was carried out. Indeed, such descriptions were updated.

In addition, two Aptian faunas of rhynchonelliformeans (Class Rhynchonellata) were described: *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* (Roemer), *Cyclothyris* cf. *C. americana* Cooper, *Cyclothyris* sp., *Moutonithyris moutoniana* (d'Orbigny) and *M. dutempleana* (d'Orbigny) from San Juan Raya Formation, State of Puebla; and *Sulcirhynchia* sp., *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* (Sowerby), *Psilothyris* sp., *Dzirulina* sp.1 and *Dzirulina* sp. 2 from San Lucas Formation, State of Michoacan. *Sulcirhynchia*, *Kallirhynchia* and *Dzirulina* genera are recorded for the first time in Mexico. The occurrence of the species *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* in Aptian beds, could represent a new example of Lazarus taxa among Mesozoic Brachiopoda.

According to the paleobiogeographic relationships, both genera, *Cyrtothyris* and *Lamellaerhynchia* show evidence that link them with the Boreal Domain of Greenland and Europe, while the remaining species show generic links with characteristic faunas from the Tethys and Jura Domains of Europe and North Africa. During Cretaceous *Cyclothyris*, *Cyrtothyris*, *Dzirulina* and *Psilothyris* genera, were well widespread, and represented in the southern hemisphere. *Proteorhynchia* remains as endemic genus from Mexico.

In relation to the depositional settings, and on the basis of their lithological features and faunistic assemblages, it is proposed a reef-lagoon paleoenvironment for the three localities. Moreover, the external features of brachiopod shells agree with Ager's ideas for this type of environment: large size, thick-shelled forms; large reinforced pedicle openings; broadly plicate terebratulids, and either asymmetrical or coarsely ribbed rhynchonellids.

INTRODUCCIÓN

Registro Fósil de los Braquiópodos Articulados del Mesozoico de México

En contraste con las abundantes y diversas faunas de braquiópodos articulados del Paleozoico de América y del Mesozoico de Europa y Asia, los estudios sistemáticos, paleobiogeográficos y paleoecológicos de los braquiópodos mesozoicos de Norte América muestran que son más escasos, especialmente para el Triásico. Esto no es sorprendente, dada la escasez de estos fósiles en el campo y en las colecciones de los museos. No obstante, durante el Mesozoico en Norte América hubo épocas en donde las condiciones del ambiente eran adecuadas y los braquiópodos estaban bien representados en ambientes marinos, generalmente de aguas someras (Sandy, 1997a, b).

Para México los estudios y registros previos sobre los braquiópodos articulados incluyen a cada uno de los periodos de la Era Mesozoica, de la siguiente manera:

Triásico Superior

Sonora

Para este estado, Sandy (en Stanley *et al.*, 1994), describió dos especies, el espiriférido *Spondylospira lewesensis* y el terebratúlido *Pseudorhaetina antimoniensis*, esta última endémica de México. Estas fueron recolectadas en el Miembro Inferior (Noriano tardío) de la Formación Antimonio. Poco más tarde, Sandy (1998) llevó a cabo un estudio ontogénético de la especie *P. antimoniensis*, la cual por sus características fue incluida dentro de una nueva subfamilia, aún no determinada. Aunque constituida por sólo dos especies, esta fauna de braquiópodos es un ejemplo claro de las faunas del Triásico Superior de otras localidades a nivel mundial, es decir una mezcla de formas paleozoicas (espiriféridos) y de formas más típicas del Mesozoico (terebratúlidos).

Zacatecas

Maldonado-Koerdell (1948a) describe una fauna de invertebrados del Triásico, colectada a 60 m al noroeste del Puente del Ahogado, Municipio de Morelos, entre los que se encuentra una valva dorsal muy comprimida (Maldonado-Koerdell, 1948a, p. 301, figs. 12-14), la cual identificó como *Rhynchonella* (*¿Halobrella* Bittner?) sp.

Jurásico

Sonora

En el noroeste de este estado, autores como Jaworski (1929) y González-León (Sandy, 1997a), han recolectado algunos braquiópodos del Jurásico Temprano de la Sierra de Santa Rosa. Sin embargo, estos aún no han sido determinados.

Oaxaca

En la región de Tlaxiaco-Mixtepec, se han llevado a cabo diversos estudios estratigráficos, en los cuales se ha citado el hallazgo de diversos invertebrados fósiles, entre los que se incluyen braquiópodos (Felix, 1891; Felix y Lenk, 1891; Flores, 1908; Burckhardt, 1930; Salas, 1949). Felix (1891) erige a la especie *Terebratula dorenbergi* de Tlaxiaco. De esta misma región Ochoterena (1960), describió tres subespecies del terebratúlido *Parathyridina mexicana*, considerada previamente por otros autores como perteneciente al género *Rhynchonella* (Hisazumi, 1933 en Ochoterena, 1960, p. 2). Éstas pertenecen a la unidad "Calizas con *Cidaris*" del Oxfordiano, descrita provisionalmente por Erben (1956, p. 53, 104). Más tarde Cooper (1983) eligiría a las especies *Terebratula dorenbergi* y *Parathyridina mexicana* como las especies tipo de los géneros *Animonithyrus* y *Mexicaria*, respectivamente; además de mencionar la homeomorfía en las características internas entre ambos géneros. De la Barranca de El Consuelo, en Tezoatlán, Burckhardt (1930, p. 98) cita ejemplares de *Rhynchonella* que seguramente pertenecen a la especie *Mexicaria mexicana* (Ochoterena).

Puebla

Alencáster y Buitrón (1965), erigen una nueva especie del género *Rhynchonella*, *R. arellanoi* de la Barranca del Mapache y Arroyo Agua Escondida de la Formación Mapache, de edad kimmeridgiana-portlandiana, en la región de Petlalcingo.

San Luis Potosí

Castillo y Aguilera (1895) dieron a conocer por primera vez la fauna fósil del Tithoniano de Sierra de Catorce, incluida más tarde dentro de la Formación La Caja propuesta por Imlay (1938). Entre esta fauna, los autores describen y discuten brevemente a los braquiópodos *Rhynchonella lacunosa* var. *arolica*, *Terebratula* cf. *T. zieteni*, *T. sp.*, y *Waldheimia catorcensis*. Casi un siglo después Rivera-Carranco *et al.* (1984), llevan a cabo la revisión de

un buen número de ejemplares de *Rhynchonella lacunosa* var. *arolica* reasignándola como una nueva especie del género *Septaliphoria*, *S. potosina*. No obstante, al comparar las secciones seriadas de *Septaliphoria potosina* ilustradas por estos autores (Rivera-Carranco et al., 1984, fig. 4), y las de la especie tipo del género *Septaliphoria*, *Rhynchonella arduennensis* (Childs, 1969, figs. 31, 32), es posible observar algunas diferencias: en *S. potosina* no se observan las placas del septalio, y el septo medio es más alto. Además, externamente las especies del género *Septaliphoria* tienden a ser globosas. Por otro lado, en el caso de *Terebratula zietenii*, cuando Cooper (1983) erigió el género *Colosia* seleccionó a ésta como especie tipo.

Para el Oxfordiano, Heim (1926) reportó la presencia de la especie *Rhynchonella* cf. *R. arolica* de las capas Tamán, a las cuales él les asigna una edad kimmeridgiana. Para las mismas capas, Navarro-Santillán y Villaseñor-Martínez (2000) asignaron tentativamente a un número bastante escaso de braquiópodos rinconélidos a las especies *Fortunella monsalvensis* y *Rhynchonella* sp.

Tamaulipas

Para el Portlandiano de la Sierra de Cruillas, Maldonado-Koerdell (1948b) registra la impresión de una valva dorsal asignándola a la especie *Rhynchonella* cf. *R. arolica*, por comparación con los ejemplares encontrados en la Sierra de Catorce.

Chiapas

En uno de los trabajos sobre la estratigrafía preterciaria de Chiapas, Mülleried (1936) menciona, sin señalar la localidad, el hallazgo de una fauna proveniente del occidente de este estado, cerca de Cintalapa. Esta fauna incluye 49 especies de invertebrados entre los que incluye al terebratúlido *Terebratula subsella* (Mülleried, 1936, p. 36), la cual va a ser descrita y reasignada por Alencáster (1977) a la especie *Sellithyris subsella*, de la Formación San Ricardo del Jurásico Superior (Kimmeridgiano). Posteriormente Boullier y Michaud (1987) analizan las secciones seriadas de algunos ejemplares de esta especie y mencionan que los caracteres internos corresponden al género *Xestosina*; asignan a estos ejemplares a la especie *Xestosina patula*, ubicando en sinonimia a la especie *Sellithyris subsella* descrita por Alencáster. Estos autores describen también a las especies, *Xestosina nigra* y *Terebratula gloriae*.

Hidalgo

En una secuencia calcárea en Tenango, Villaseñor-Martínez *et al.*, (com. pers.), han recolectado diversos ejemplares pertenecientes a varias especies de rinconélidos, de edad Oxfordiana.

Existen trabajos en donde se señala la presencia de braquiópodos de edad jurásica, pero en los que no se señala su ubicación precisa p. ej. Ager (1967a), y Ager y Walley (1977) reportan para México la presencia del terebratúlido *Flabellothyris antidichotoma*; sin embargo, más tarde el mismo Ager (1986) afirma que este registro puede pertenecer al género *Parathyridina*, refiriéndose posiblemente al género de Tlaxiaco establecido previamente por Ochoterena (1960).

Cretácico

Baja California

Allison (1955) reporta la presencia de foraminíferos, corales solitarios, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, ostrácodos, crinoideos y equinoideos en el miembro superior de la Formación Alisitos del Aptiano-Albiano, en Punta China. Más tarde para esta misma formación, Almazán y Buitrón (1984) reportan a los géneros *Cyclothyris* y *Orbirhynchia* en las Secciones de La Bocana y El Cuervito, respectivamente. Para la Formación Rosario (Cretácico Tardío), Lescinsky *et al.* (1991), llevan a cabo un estudio de dinámica en dos depósitos sedimentarios de costas rocosas, en el que registran rinconélidos indeterminados en la localidad Las Minas, y las especies *Cyclothyris dubitanda* y *C. cooperella* en la localidad de Valle El Morro. Sandy (1990a, p. 371) reporta la presencia del género *Psilothyris* para este estado y Arizona, posiblemente refiriéndose al trabajo de Cooper (1955). Si este es el caso, Cooper (1955, p. 14) lo refirió al estado de Sonora, y no a Baja California.

Sonora

Cooper (1955) señala la presencia de las especies *Gemmarcula arizonensis* y *Psilothyris occidentalis* en Rancho Nuevo. González-León y Jacques Ayala (1988), reportan la presencia de los géneros *Gemmarcula* y *Waconella* sp., los cuales fueron identificados por Owen, para la parte media de la Formación Cerro de Oro, del Barremiano-Aptiano Temprano.

Coahuila

Para la Formación La Peña, Imlay (1937b) reporta la presencia de braquiópodos, a los cuales les asigna una posible edad aptiana superior; éstos van a ser descritos por Sandy (1990b), asignados a la especie *Ptilorhynchia (Proteorhynchia) imlayi*. Imlay (1940) describe originalmente a las especies *Antiptychina? formosa*, “*Terebratula*” *coahuilensis* y “*T.*” *kanei* de la Lutita Barril Viejo; las dos primeras especies son referidas más tarde a los géneros *Colinella* (Sandy, 1990b) y *Sellithyris* (Middlemiss, 1980) respectivamente. Autores como Perkins (1960) y, Kellum y Robinson (1962) han identificadó a la especie *Kingena wacoensis* del Miembro Superior de la Caliza Aurora, de la Sierra de Tlahualilo en el suroeste del estado. Más tarde esta especie fue reasignada por Owen (1970) al género *Waconella*. Jones (1938) reportó de manera provisional a los terebratúlidos, *Concinnithyris* (?) sp. y *Ornithothyris* (?) *ehlersi* de las formaciones Aurora, Sierra de la Peña (Albiano Medio) e Indidura, Sierra de Santa Ana (Cenomaniano-Turoniano), respectivamente.

Chihuahua

Böse (1910, p. 151) describe a la especie *Terebratula* sp., del Cenomaniano inferior del Cerro de Muleros.

San Luis Potosí

En diversos trabajos se señala la presencia de la especie *Kingena* cf. *K. wacoensis* de las facies arrecifales (Albiano-Cenomaniano) de la Formación El Abra (Böse, 1906; Carrillo-Bravo, 1971; Aguayo-Camargo, 1998). Esta misma especie es reportada por Myers (1968) de la Formación Cárdenas en este estado.

Durango

Imlay (1940) describe al rinconélido “*Rhynchonella*” *durangensis*, de la Formación La Carbonera, reportado originalmente por Kellum (1936), como *Rhynchonella lacunosa*. Finalmente Sandy (1990b), refiere a este rinconélido al subgénero *Ptilorhynchia (Proteorhynchia)*.

Tamaulipas

Imlay (1937a) describe varios braquiópodos articulados del Valanginiano del Valle de Miquihuana, asignándolos tentativamente a las especies *Cyclothyris? subtrigonalis*, “*Rhynchonella*” *miquihuanensis*, *Antiptychina? muellerriedi*, *A.? lata*, “*Terebratula*”

tamaulipana, y “*T. sillimani*”. Owen, compara las secciones seriadas de la especie tipo de *Cyclothyris*, *C. latissima* (Owen, 1962, fig. 4) con las presentadas por Imlay (1937a, fig. 7), manifestando que no corresponden a este género. Más tarde, el mismo Owen (1981), erige al género *Proteorhynchia*, seleccionando como especie tipo a *Cyclothyris? subtrigonalis*. Lo mismo ocurre con la especie *Antipthychina? müllerriedi* referida al género *Colinella*. En este mismo trabajo, Owen también incluye a *Terebratula sillimani* dentro del género *Cyrtothyris*, descrito originalmente por Middlemiss (1959).

Nuevo León

Méndez-Franco (2003) reporta la presencia de braquiópodos terebratúlidos mal preservados para la Formación La Peña, Aptiano.

Zacatecas

Böse (1923) describe la especie *Waldheimia neohispanica* del Valanginiano.

Colima

Maldonado-Koerdell (1950) identifica algunos braquiópodos terebratúlidos asignándolos a la especie *Kingena wacoensis*, actualmente *Waconella wacoensis*, del Albiano-Cenomaniano, de varias localidades en el Municipio de Tecomán.

Guanajuato

Gaspard (en Chiodi *et al.*, 1988) describe un terebratúlido del género *Moutonithyris*, de la caliza “La Perlita”, Albiano Tardío. De esta misma caliza, Ortiz-Hernández y Martínez Reyes (1993) reportan la presencia de material retrabajado del Hauteriviano inferior-Aptiano, que incluye al género *Peregrinella* y la especie *Psilothyris occidentalis* (reportada por estos autores como un bivalvo).

Querétaro

Gómez-Espinosa (2003) reporta la presencia de *Kingena wacoensis* en la localidad “El Madroño”, en la región de Jalpan (Plataforma Valles-San Luis Potosí), Aptiano-Albiano.

Puebla

Para este periodo Felix y Lenk (1891) reportan a las especies *Rhynchonella* af. *orbignyana* y *R. sanlucasensis* de la Formación San Juan Raya. Hernández-Láscares y

Galván-Mendoza (1990) asignan siete ejemplares al rinconélido *Lamellaerhynchia* cf. *L. renauxiana* para la región de San Lucas Teletetitlán, sin embargo estos podrían pertenecer al género *Cyclothyris*.

Michoacán

Sour-Tovar y García-Barrera (1995) reportan para el Aptiano de la Formación San Lucas, Michoacán a las especies *Ptilorhynchia* (*Proteorhynchia*) *durangensis* y *Sellithyris* cf. *kanei*, está última posiblemente perteneciente al género *Psilothyris*. De esta misma formación, Sandy y Pantoja-Alor (1998) reportan la especie *Burrirhynchia* cf. *B. parvirostris*, así como el género "*Septaliphoria*".

Guerrero

Aguilera-Franco *et al.* (1998), señalan restos de braquiópodos no determinados para el límite Cenomaniano-Turoniano de las Formaciones Morelos y Mexcala de la parte centro-oriental del estado.

Chiapas

Navarro-Santillán y García-Barrera (2000) reportan tentativamente al género *Carneithyris* para el Maastrichtiano de la Formación Ocozocoautla. De esta misma formación también se han recolectado un número muy escaso de terebratúlidos mal conservados, posiblemente pertenecientes al género *Terebratulina*.

Otros registros

Owen (1981) también señala la presencia del género *Terebratulina* para México, sin indicar su ubicación precisa.

A pesar de que en nuestro país los braquiópodos mesozoicos (principalmente jurásicos y cretácicos) están bien distribuidos y en algunas localidades son bastante abundantes, su situación taxonómica está lejos de ser precisa, por varias razones: 1) En muchos estudios de carácter estrictamente bioestratigráfico sólo se mencionan los registros, y no se ilustran, ni se describen las especies; 2) Gran parte de los trabajos no se han revisado ni actualizado en cuanto a los aspectos taxonómicos se refiere, en particular los trabajos más antiguos; y 3) algunas descripciones y sus discusiones son incompletas, por una parte dada la escasez de

material para elaborar secciones seriadas o analizar la variación intraespecífica, y por otra, por la falta de comparación entre las formas homeomórficas.

En cuanto a los aspectos paleobiogeográficos, la gran abundancia y diversidad de las faunas de braquiópodos mesozoicos de Europa y la Ex-Unión Soviética ha propiciado el desarrollo de algunas ideas sobre la paleobiogeografía, como son el establecimiento de tres Dominios o Reinos (Boreal, Jura y del Tethys), las rutas de dispersión de las especies o grupos de especies entre las diferentes regiones, así como las condiciones ambientales y del sustrato que permitieron dicha dispersión (Ager, 1960, 1967a, 1971, 1973, 1995; Ager y Walley, 1977; Ager y Sun, 1989; Middlemiss, 1973, 1979, 1981; Owen, 1973; Sandy, 1991a, c; Gaspard, 1989, 1999).

En este sentido, los trabajos de carácter estrictamente paleobiogeográfico de las faunas de braquiópodos mesozoicos de México son sumamente escasos. Destacan los siguientes estudios: Owen (1981), llevó a cabo una revisión de los estudios realizados hasta ese momento sobre las faunas de braquiópodos mesozoicos en Norte América, esta incluyó la reasignación taxonómica de las especies "*Rhynchonella*" *miquihuanensis*, *Cyclothyris*? *subtrigonalis* y *Antipthychina* *müllerriedi*, descritas originalmente por Imlay (1937a), del Valanginiano de Tamaulipas, en la que este autor menciona que la morfología interna de estas especies no corresponde a los géneros mencionados por Imlay (1937a), erigiendo así dos géneros nuevos, *Proteorhynchia* para "*Rhynchonella*" *miquihuanensis* y *C.?* *subtrigonalis* y *Colinella* para *Antipthychina* *muellerriedi*. Ager y Sun (1989), comparan la distribución de las faunas de braquiópodos de las costas del norte y sur del Tethys, donde se discute la distribución de algunas especies mexicanas. Sandy (1990b, 1991a, c, 2001), estudia las afinidades biogeográficas de algunas faunas de braquiópodos jurásicos y cretácicos de América con las faunas de braquiópodos de Europa. Este mismo autor (Sandy, 1997a, b), realiza una revisión y hace algunos comentarios sobre las afinidades paleobiogeográficas y paleoecológicas de los braquiópodos del Mesozoico de México; sin embargo, éste no incluye algunos registros mencionados previamente para algunos estados.

En resumen, aunque generalmente escasos, en algunas localidades del Mesozoico de México, el registro de braquiópodos articulados es bastante abundante, y han sido reportados para cada una de los periodos del Mesozoico, principalmente para el Cretácico. Sin embargo, debido al fenómeno de homeomorfía y la gran variabilidad intraespecífica común entre los braquiópodos mesozoicos, las asignaciones taxonómicas de este grupo han sido bastante inestables y en ocasiones imprecisas, siendo necesarias múltiples y

constantes revisiones. Es por ello que el presente estudio tiene como finalidad cumplir los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

- Llevar a cabo la revisión taxonómica de los géneros de braquiópodos rinconélidos y terebratúlidos de tres localidades del Cretácico Inferior de México: 1) “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, del Valanginiano de Tamaulipas; 2) Formación San Lucas, del Aptiano de Michoacán, y 3) Formación San Juan Raya, del Aptiano de Puebla.
- Discutir las implicaciones paleoambientales y paleoecológicas de los braquiópodos rinconélidos y terebratúlidos de estas localidades y la fauna acompañante.
- Discutir las implicaciones paleogeográficas de los registros del material estudiado.

MATERIALES Y MÉTODO

A. Trabajo de Campo

Se llevaron a cabo varias salidas de campo a las diferentes localidades estudiadas en este trabajo, su número dependió del material recolectado en salidas de campo previas realizadas por el personal del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias: tres salidas a las localidades de San Lucas Teletitlán y alrededores, Tehuacán, Puebla; una a la localidad “El Martillo”, Huetamo, Michoacán y una a la localidad “El Tanque”, Miquihuana, Tamaulipas. En estas dos últimas localidades la cantidad de material recolectado fue suficiente para permitir un buen análisis de la variabilidad intraespecífica de las especies, por lo que no fue necesario realizar más salidas.

En cuanto a los aspectos estratigráficos se refiere, en la localidad “El Tanque” se elaboró una columna estratigráfica utilizando una brújula tipo Brunton y cinta métrica. En esta se describieron las características litológicas y fosilíferas de cada una de las capas. En el caso de la localidad “El Martillo” se trabajó con base en la columna hecha previamente por García-Barrera (1997), en donde se ubicaron de manera más precisa a los braquiópodos. En el caso de las localidades de San Lucas Teletitlán, los ejemplares de braquiópodos en las visitas realizadas no pudieron hallarse dentro de las capas, por lo que no fue posible llevar a cabo el levantamiento de las columnas estratigráficas locales correspondientes, sin embargo por su presencia y abundancia se ubicaron dentro de la parte superior de la Formación San Juan Raya, cerca del contacto con la Formación Cipiapa.

La preservación de los braquiópodos mesozoicos permite que estos sean fácilmente liberados de manera individual directamente de los estratos. En el caso de los ejemplares de Miquihuana, Tamaulipas se recolectaron algunas muestras con ejemplares incluidos en su matriz calcárea.

B. Trabajo de Gabinete

Algunos de los ejemplares de Miquihuana, Tamaulipas se liberaron de su matriz calcárea mediante el uso de un lápiz neumático Patco Modelo PAS361. El resto fue limpiado con cepillo y agua corriente; y por último se utilizó un limpiador ultrasónico Branson Modelo 2510.

Se tomaron las siguientes medidas de cada uno los ejemplares: longitud, anchura y espesor, y además en el caso de los terebratúlidos se obtuvieron las relaciones longitud/anchura, anchura/espesor, longitud/espesor y longitud posterior/longitud anterior.

Los diagramas de dispersión que aparecen en las figuras 9, 12 y 16 se obtuvieron mediante el programa Microsoft Excel (versión XP).

C. Análisis Taxonómico

El análisis taxonómico consistió en una intensa búsqueda y recopilación bibliográfica de trabajos sobre sistemática, paleoecología y paleobiogeografía de las diferentes especies y géneros analizados en este trabajo. Una gran parte de esta literatura se obtuvo directamente en las bibliotecas de otras universidades o institutos del extranjero con la ayuda del personal y estudiantes del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, investigadores del Instituto de Geología o a través de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias. También por medio de la comunicación directa con investigadores y estudiantes extranjeros, quienes amablemente me enviaron sus publicaciones o de otros investigadores.

La revisión taxonómica permitió identificar a las diferentes especies y definir cuales eran las principales características utilizadas en la descripción de cada una de las especies revisadas en este trabajo; así como observar la gran variabilidad intraespecífica en la morfología externa a partir de comparar los diferentes ejemplares descritos e ilustrados. Esto fue importante, por que existen pocos trabajos en donde se mencione dicha variabilidad.

Debido al fenómeno de homeomorfía frecuente entre los braquiópodos mesozoicos, en algunos casos fue necesario comparar cada una de las especies descritas con las pertenecientes a otros géneros; para así establecer tanto diferencias como semejanzas.

LOCALIZACIÓN Y MARCO GEOLÓGICO DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

I. “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Localidad “El Tanque”

a. Localización Geográfica

El Municipio de Miquihuana (Fig. 1) se ubica en el extremo suroeste del estado de Tamaulipas; colinda al norte y al oeste con el estado de Nuevo León; al sur con el Municipio de Bustamante, y al este con el Municipio de Jaumave. La Villa de Miquihuana se ubica entre los 23°33' y 23°36' de latitud norte y entre los 99°44' y 99°48' de longitud oeste, a una altitud de 1, 892 metros sobre el nivel del mar. Forma parte de la Provincia Geológica Plataforma Valles-San Luis Potosí, ubicada esta última en la porción centro-oriental del Altiplano Mexicano y que además abarca una parte de la Sierra Madre Oriental (Carrillo-Bravo, 1971).

b. Estratigrafía General

Como “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Heim (1926) designó a una sección arcilloso-calcrea que se halla expuesta en las montañas que rodean al Valle de Miquihuana, Tamaulipas, asignándole una edad Valanginiana. Aflora en la porción central del Arco de Miquihuana y fue cartografiado en las montañas que rodean al Valle de Miquihuana, en los cañones de las Tranquitas, Tinaja del Becerro, etc. (Carrillo-Bravo, 1971). Esta sección no ha sido incluida formalmente dentro de alguna formación.

En la vecindad de Miquihuana la sección del Cretácico Inferior tiene aproximadamente un espesor de 1, 280 m. Consiste principalmente de calizas, pero cerca de la base contiene estratos de arenisca y lutita, y localmente un conglomerado basal. Éste subyace en discordancia angular a capas rojas de aproximadamente 250 m de espesor, que a su vez subyacen también en discordancia angular a estratos de talco esquistoso. Cerca de San Lázaro, aproximadamente a 26 km al noroeste de Miquihuana, los estratos marinos del Cretácico Inferior descansan concordantemente sobre los estratos marinos del Jurásico, pero los fósiles encontrados en los límites de los estratos indican que el Jurásico más superior y el Cretácico más inferior no se registraron (Imlay, 1937a). Carrillo-Bravo (1971) señala que este cuerpo margoso aflora en diferentes depósitos locales, observados únicamente en el Arco de Miquihuana, y por lo tanto no se puede correlacionar con alguna otra unidad litoestratigráfica conocida. Sin embargo, Imlay (1937a) menciona que capas litológica y estratigráficamente similares a las cercanas a Miquihuana aparecen en partes vecinas de la Sierra Madre Oriental (Fig. 2). Por ejemplo, el equivalente probable del

esquisto talcoso basal aparece cerca de la Peregrina (Muir, 1936) y Catorce (Burckhardt, 1930). Las capas rojas aparecen cerca de la Peregrina, en el Rancho Huizachal, Mezquital y Catorce (Burckhardt, 1930). Capas del Jurásico Superior de origen marino somero, similares a las cercanas a San Lázaro, han sido encontradas cerca de la Peregrina, del Rancho Huizachal y en el Mezquital. En Miquihuana, los sedimentos del Cretácico Inferior descansan directamente sobre las capas rojas. La gruesa sección de caliza cerca de Miquihuana, consta en su parte superior de un arrecife calcáreo con rudistas y miliólidos (Imlay, 1937a). Muir (1936) afirmó que la caliza Tamaulipas (facies de aguas profundas) subsiste en la cordillera frontal de la Sierra Madre Oriental desde Monterrey hasta Ciudad Victoria. Burckhardt (1930) ha demostrado la presencia de facies de aguas profundas al oeste de Miquihuana. La presencia de facies arrecifales del Cretácico Medio, en Miquihuana, sugiere que una facies arrecifal yacía entre las dos facies batiales y podría ser bastante continua a lo largo de la Sierra Madre, desde Saltillo hacia el sur. Imlay (1937a) señala la posibilidad de que el Cretácico basal de la región de Miquihuana sea equivalente a alguna parte del Miembro Inferior de la Formación Taraises (Fig. 2).

El “Cuerpo Margoso de Miquihuana” sobreyace en discordancia angular a la Formación Huizachal o a rocas metamórficas antiguas y subyace concordantemente a calizas cretácicas sin fauna diagnóstica (posiblemente Barremiano-Aptiano) (Carrillo-Bravo, 1971).

En partes de Coahuila, como en Miquihuana, los arrecifes del Cretácico Medio fueron construidos en áreas que en el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano eran masas continentales (Imlay, 1936). Estas relaciones se asemejan a las de otras áreas, como cerca de Mazapil, Zacatecas, en donde al parecer la depositación también fue continua del Jurásico al Cretácico y en las cuales no se formaron arrecifes (Villaseñor-Martínez, 1991).

Gran parte del norte de México está incluida dentro de la Formación Taraises, que comprende a un Miembro Inferior de caliza compacta de edad berriasiense a valanginiense y un Miembro Superior de caliza margosa de edad hauteriviense. La Formación Taraises ha sido reconocida en el este de Durango, sur de Coahuila, norte de Zacatecas, oeste de Nuevo León, y norte de San Luis Potosí. Las delgadas calizas lutíticas del Neocomiano Inferior en el área entre Miquihuana, en el suroeste de Tamaulipas y Galeana, en el sur-centro de Nuevo León, son lo suficientemente parecidas a la Formación Taraises para ser reconocidas por el mismo nombre, aunque algunas capas son arenosas, o localmente conglomeráticas (Imlay, 1937a, 1944).

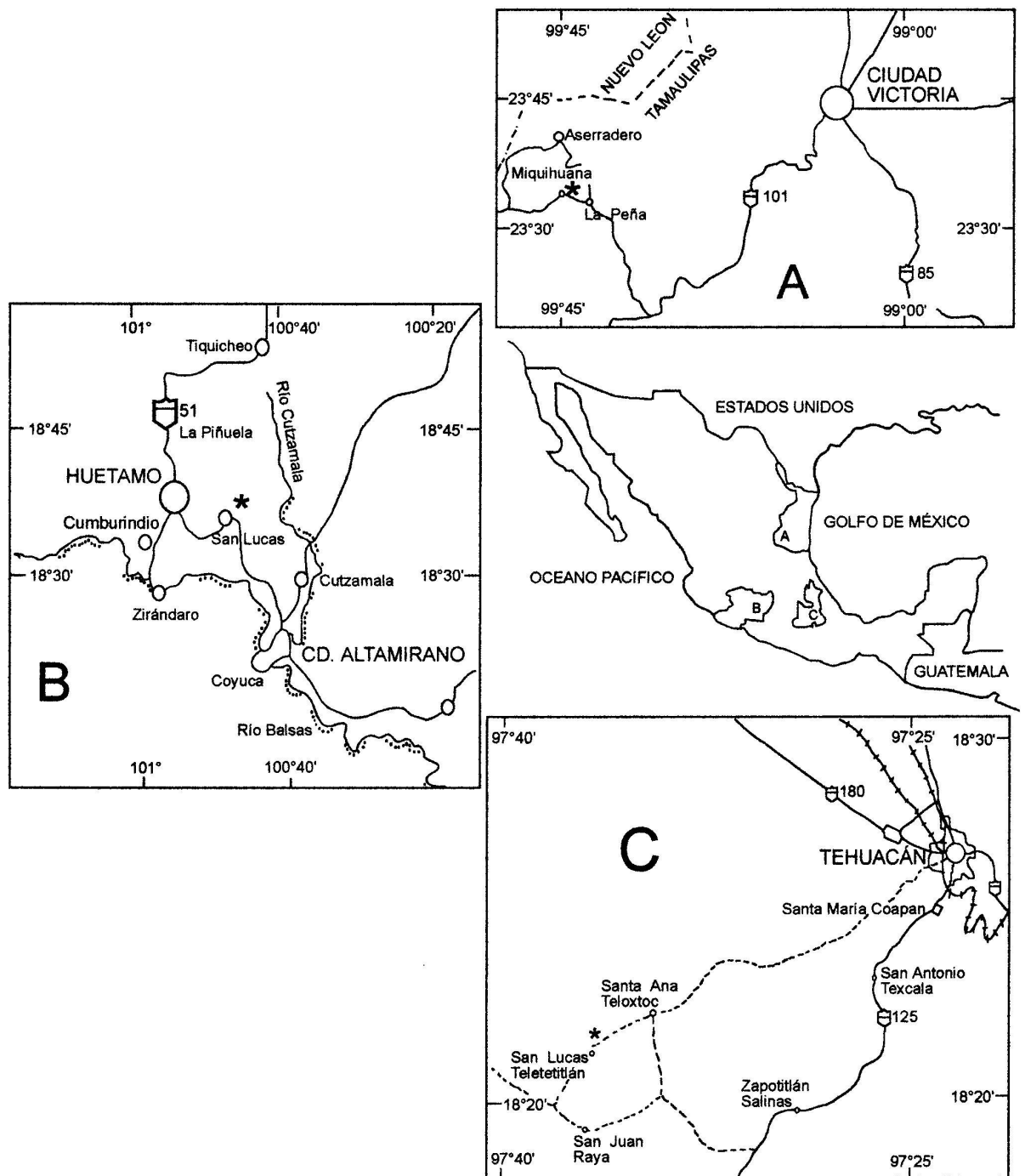


Figura 1.- Localización geográfica de las zonas de estudio. **A**, ubicación de la localidad “El Tanque”, en el Valle de Miquihuana, Tamaulipas; **B**, ubicación de la localidad “El Martillo”, Formación San Lucas, Huetamo, Michoacán; **C**, ubicación de la localidad San Lucas Teletetitlán, Formación San Juan Raya, Puebla, marcadas con asterisco.

Periodo		Edad	¹ Margen oeste de la Plataforma Valles-S.L.P.		¹ Arco Miquihuana	² Anticlinorio Hulzachal-Peregrina (Región de Cd. Victoria)		
Sistema	Serie	PISO EUROPEO	FORMACIÓN		FORMACIÓN	FORMACIÓN		
	Paleogeno	DANIANO	CHICONTEPEC			CHICONTEPEC		
CRETÁCICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIANO	MÉNDEZ		EL ABRA (FACIES POST-ARRECIFAL Y ARRECIFAL)	MÉNDEZ		
		CAMPANIANO						
		SANTONIANO	SAN FELIPE			SAN FELIPE		
		CONIACIANO	AGUA NUEVA			AGUA NUEVA		
		TURONIANO						
		CENOMANIANO	EL ABRA	CUESTA DEL CURA		CUESTA DEL CURA		
		ALBIANO				TAMAULIPAS SUPERIOR		
	INFERIOR	NEOCOMIANO	APTIANO		TAMAULIPAS SUPERIOR	OTATES		
			BARREMIANO	OTATES		TAMAULIPAS INFERIOR		
			HAUTERIVIANO	TAMAULIPAS INFERIOR		?	?	
			VALANGINIANO			CUERPO MARGOSO DE MIQUIHUANA		TARAISES
			BERRIASIANO					
JURÁSICO	SUPERIOR	TITHONIANO			LA CASITA			
		KIMMERIDGIANO			PIMIENTA	OLVIDO		
		OXFORDIANO			TAMAN	LA JOYA		

Figura 2.- Correlación de algunas formaciones del noreste de México ¹Carrillo-Bravo (1971); ²Carrillo-Bravo (1961).

c. Estratigrafía Local

La localidad conocida como "El Tanque" se ubica inmediatamente arriba del tanque surtidor de agua del Municipio de Miquihuana. Aproximadamente a los 23°35' de latitud norte y los 99°45' de longitud oeste (Figs. 1, 3). Se midió una sección rumbo N-NW (Fig. 4) de aproximadamente 15 m de espesor, la cual descansa concordantemente sobre capas de arenisca fina de color rojo, con estratificación cruzada, de posible edad Permo-Triásica (Heim *en* Burckhardt, 1930). La sección inicia con una limolita arcillosa de estratificación fina, de color gris claro que intemperiza a un color morado claro o lila, con bancos de ostreidos. La sección continúa con una secuencia de aproximadamente 13 m de caliza margosa con estratificación fina de color crema, que intemperiza a café-amarillento con amonites (*Thurmanites* sp. y *Valanginites* sp.) de gran tamaño. Los últimos dos metros están

constituidos por una caliza nodular, gris oscura con abundantes braquiópodos e intercalaciones de bancos de ostreidos.



Figura 3.- Mapa donde se señala la posición geográfica de la localidad “El Tanque”, y de la sección medida (*).

Otros autores han medido diferentes secciones en los alrededores de Miquihuana (Putnam y Reed *en* Imlay 1937a; Heim *en* Burckhardt, 1930) y en San Lázaro (Baker *en* Imlay, 1937a), las cuales fueron correlacionadas por el mismo Imlay (1937a).

Para comparación se presenta otra secuencia sedimentaria en el cerro del Morro (localidad tipo *sensu* Carrillo-Bravo del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”) descrita por Carrillo-Bravo (1971), y que de la base a la cima está constituida por:

± 5 m Conglomerado basal constituido por fragmentos angulares y redondeados de cuarzo blanco y rocas ígneas de color verde, cementadas por una matriz arcillo-arenosa de color verde.

± 5 m Caliza nodular de color gris, con braquiópodos y conchas pequeñas.

± 5 m Caliza masiva criptocristalina, de color gris, con estilolitas.

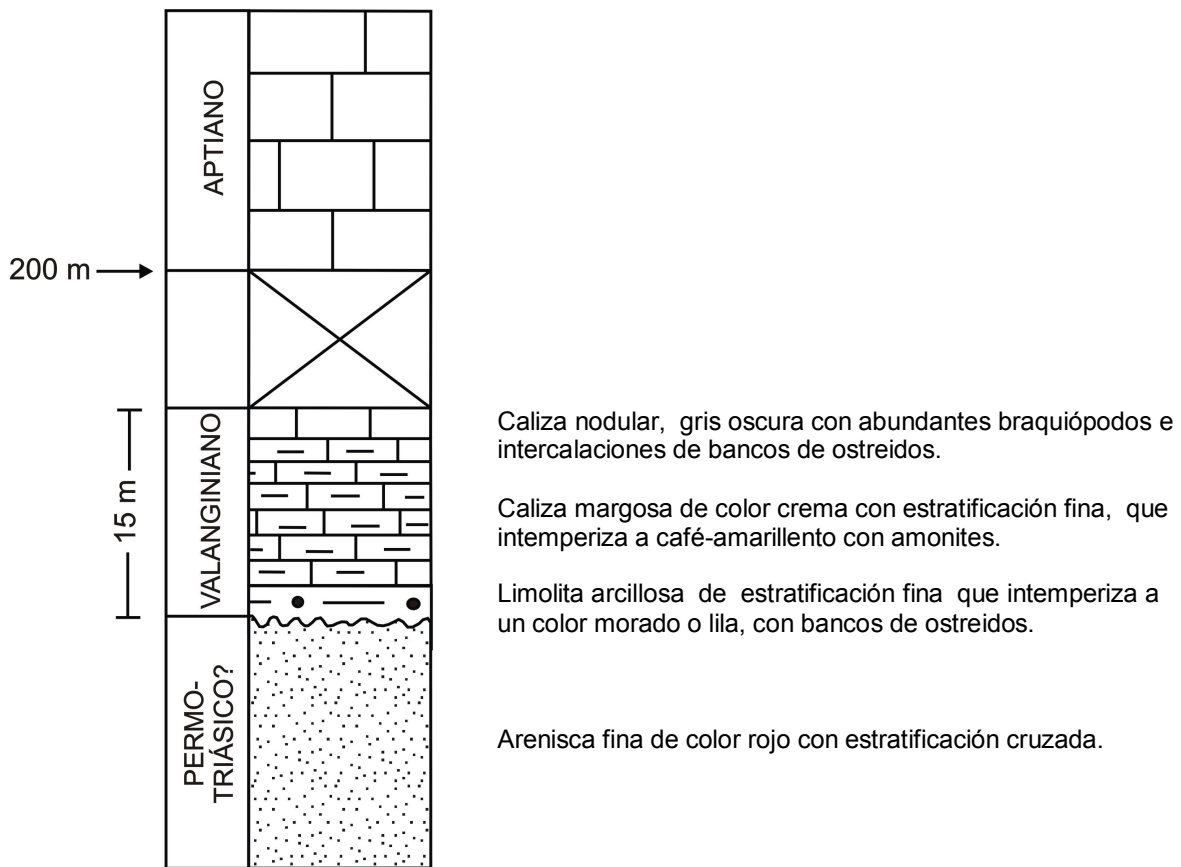


Figura 4.- Columna estratigráfica de la localidad "El Tanque". Ubicada inmediatamente sobre el tanque surtidor de agua.

± 20 m Marga de color gris, nodular, en capas gruesas, que alternan con capas delgadas de caliza color gris claro. Abundante macrofauna de invertebrados.

+20 m Capas delgadas de calcarenita de color gris, fosilífera que alternan con capas delgadas de marga gris.

+ 10 m Caliza arenosa, poco arcillosa, de color crema amarillento y caliza arcillosas de color gris oscuro fosilíferas

+ 10 m Caliza oscura de grano grueso, de color negro.

II. Formación San Lucas, Localidad “El Martillo”

a. Localización Geográfica

La región de Huetamo (Fig. 1) se localiza al Oeste del río Cutzamala y al Norte del río Balsas en los límites de los Estados de Guerrero y Michoacán. Forma parte de la Cuenca Balsas-Mexcala de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (Raisz, 1959). Pantoja-Alor (1959) mapeó el área que incluye los valles de Huetamo y San Lucas al Norte del río Balsas, y estableció la nomenclatura litoestratigráfica (Pantoja-Alor, 1959, 1990, 1992, 1993).

b. Estratigrafía General

El sur del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, ha sido dividido por Campa y Coney (1983) en seis terrenos-estratigráficos: Guerrero, Xolapa, Mixteco, Oaxaca, Juárez (Cuicatlán) y Maya. El terreno Guerrero se caracteriza por rocas magmáticas, volcanoclásticas y sedimentarias típicas de arcos insulares. Este fue dividido (Campa y Coney, 1983) en tres unidades separadas: Teloloapan-Ixtapan, Zihuatanejo y Huetamo. Ahora se sabe que éstos representan cambios de facies en vez de divisiones tectono-estratigráficas (Pantoja-Alor, 1993).

Actualmente, la secuencia de las rocas mesozoicas de la región de Huetamo ha sido dividida en distintas formaciones que afloran en dos áreas, llamadas por Pantoja-Alor (1993) Huetamo Este y Huetamo Oeste (Fig. 5). En la primera región la secuencia estratigráfica es la siguiente:

En la base, la Formación Angao de edad Jurásico Tardío y con un espesor aproximado de 400 m, consiste de una secuencia tipo flysh turbidítica distal. Descansando concordantemente sobre los sedimentos jurásicos se encuentran los estratos del anticlinal de San Lucas; se trata de una secuencia tipo flysh de lutita, arenisca, y conglomerado (turbidítica), que conforma la Formación San Lucas (Neocomiano).

La Formación San Lucas fue dividida en dos Miembros; el Inferior, llamado “Terrero Prieto”, consiste de lutita, arenisca calcárea y conglomerado con algunos bancos de rudistas en la parte superior de la sección. En este Miembro también se han registrado amonites del Valanginiano superior y del Barremiano (Gómez-Luna *et al.*, 1993; González-Arreola *et al.*, 1996). El Miembro Superior, “Las Fraguas”, de casi 400 m de espesor, consiste de lutita, arenisca calcárea feldespática, lodolita y argilita, con dominancia de sedimentos volcanoclásticos, que contienen una buena cantidad y diversidad de fósiles de invertebrados

marinos de edad aptiana, incluyendo braquiópodos, gasterópodos, equinodermos, y amonites en mal estado de conservación (Sour-Tovar y García-Barrera, 1995; Valdiosera, 2002).

Por arriba de los estratos de la Formación San Lucas descansa concordantemente la Formación El Cajón, de edad aptiana tardía y que se encuentra formada por gruesos estratos de caliza biógena y coquina con el foraminífero *Orbitolina*, intercaladas con sedimentos arcillosos. Las rocas expuestas representan facies lagunares de plataforma somera, desarrolladas entre bancos de rudistas y ostreidos dentro de la zona intermareal.

Los estratos de la Formación Mal Paso sobreyacen con ligera discordancia angular a las calizas de la Formación El Cajón. Se trata de una secuencia clástica de origen marino que consta de lutita, arenisca, marga, caliza y conglomerado intercalados, que en conjunto tienen entre 750 y 1, 000 metros de espesor. Se le asigna una edad albiana, sin descartar la posibilidad de que en su parte superior existan sedimentos asignables al Cenomaniano.

La Formación Mal Paso ha sido dividida en dos miembros, el Inferior clástico de ambientes deltaicos, y el Superior predominantemente calcáreo de ambientes lagunares. El Miembro Superior es el más fosilífero, tanto en número como en diversidad de las especies representadas.

Sobre la Formación Mal Paso descansa con ligera discordancia angular la Formación Cutzamala, propuesta por Campa (1978). Esta unidad consiste de argilita, lodolita, arenisca y abundante conglomerado; representa ambientes deltaicos distales, ambientes fluviales continentales y depósitos aluviales.

Para la parte Oeste de la región de Huetamo, Pantoja-Alor (1993) describe la siguiente secuencia mesozoica:

En la base se encuentra la Formación Zirándaro del Jurásico Superior, que consiste de una secuencia turbidítica de capas rojas formada por brecha, conglomerado, arenisca y lodolita con caliza rojiza intercalada y derrames de lava de composición dacítica-andesítica; las rocas sedimentarias que presenta corresponden a sedimentos de talud de pendiente moderada, además de facies distales de abanico representadas por caliza.

La Formación Comburindio (Barremiano-Aptiano) descansa con discordancia angular sobre la Formación Zirándaro; fue dividida en dos miembros; uno Inferior, calcáreo-arenoso (feldespático) muy fosilífero con intercalaciones de biostromas de rudistas. El Miembro Superior está caracterizado por una secuencia de argilita, lodolita, arenisca, conglomerado con derrames lávicos intercalados, brechas y lajares de composición andesítica a riolítica; Pantoja-Alor (1993) lo denominó como miembro volcánico-volcaniclástico.

ÉPOCA		HUETAMO OESTE	HUETAMO ESTE	PACHIVIA-TELOLOAPAN
CUAT.	HOLOCENO	ALUVIÓN	ALUVIÓN	ALUVIÓN
	PLEISTOCENO			
TERCIARIO	NEOGENO	PLIOCENO		
		MIOCENO		
	OLIGOCENO	RIOLÍTICO DACÍTICO	FM. CHARACHARANDO	VOLCÁNICOS AND-RHYL
	EOCENO		— ? —	FM. BALSAS
	PALEOCENO		FM. BALSAS	FM. BALSAS
CRETÁCICO	MAASTRICHTIANO		?	— ? —
	CAMPANIANO		?	FM. MEXCALA
	SANTONIANO			
	CONIACIANO		FM. CUTZAMALA	
	TURONIANO			
	GENOMANIANO	FM. HUETAMO		
	ALBIANO	— ? — FM. TURITZIO	FM. MAL PASO	
	APTIANO	FM. COMBURINDIO	FM. EL CAJÓN	FM. MORELOS
	NEOCOMIANO		FM. SAN LUCAS	FM. CHILACACHAPA
JURÁSICO	FM. ZIRÁNDARO	FM. ANGAO		
TRIÁSICO	VOLCÁNICOS SAN JERÓNIMO		ROCA VERDE TAXCO VIEJO	
	— ? —	?	— ? —	
PALEOZOICO	FM. RÍO PLACERES	FM. RÍO PLACERES	ESQUISTO TAXCO	

Figura 5.- Esquema de correlación que muestra las columnas estratigráficas de las regiones Pachivia-Teloloapan y Huetamo (Modificada de Pantoja-Alor, 1993).

La unidad anterior está cubierta discordantemente por rocas volcánicas de carácter calci-alcalino de la Formación Turitzio, de probable edad albiana. Dentro de esta formación también existen sedimentos finos de frente deltaico.

La formación anterior está cubierta transicionalmente por calizas arrecifales con abundantes bivalvos y gasterópodos, de edad cenomaniana-turoniana, a las cuales Pantoja-Alor (1993) denominó Formación Huetamo (García-Barrera, 1997).

c. Estratigrafía Local

La localidad “El Martillo” está situada entre los 18°39' y 18°40' de latitud norte y los 100°45' y 100°46' de longitud oeste, aproximadamente a 2 km al este del poblado de Angao, sobre el camino que se dirige a “La Piña”. Los afloramientos de la localidad “El Martillo”, forman parte de la Formación San Lucas y en particular de la parte superior del Miembro Superior Las Fraguas.

García-Barrera (1997) describe la siguiente secuencia para la localidad “El Martillo” (Fig. 6):

Los primeros cinco metros de la secuencia están representados por estratos lutífico-arenosos de color verde, sumamente frágiles. Se encuentran intercalados por caliza delgada gris obscura-negra que intemperiza a gris claro. El espesor de los estratos de caliza es en promedio de 15 cm.

El material lutífico contiene restos de equinodermos exocíclicos, que debido a la fragilidad de la roca es casi imposible recolectar y mucho menos identificar.

Las capas intercaladas de caliza rara vez contienen restos fósiles, y en su caso son moldes de bivalvos identificables como “navajillas” y del género *Pinna*; la roca es microcristalina y sumamente dura.

Sobreyaciendo al material lutífico se encuentra una serie de estratos de material volcaniclástico (arenisca feldespática) de grano medio a grueso, cuyos estratos varían de 10 a 20 cm de espesor. En este caso, la arenisca también se encuentra intercalada por el mismo tipo de caliza que la parte inferior de la secuencia. La alternancia anterior se mantiene durante los siguientes 25 metros de la columna. Dicha porción es la parte más fosilífera, y contiene una asociación muy particular de invertebrados marinos, tales como braquiópodos rinconélidos (muy abundantes y bien conservados), bivalvos, gasterópodos, amonites y equinodermos. En esta parte de la sección se observa un reemplazamiento vertical de las faunas de braquiópodos a ambientes particulares, encontrándose una gran abundancia de

rinconélidos en las facies arenosas y un número mucho menor de terebratúlidos en las intercalaciones calcáreas de la parte superior de esta secuencia.

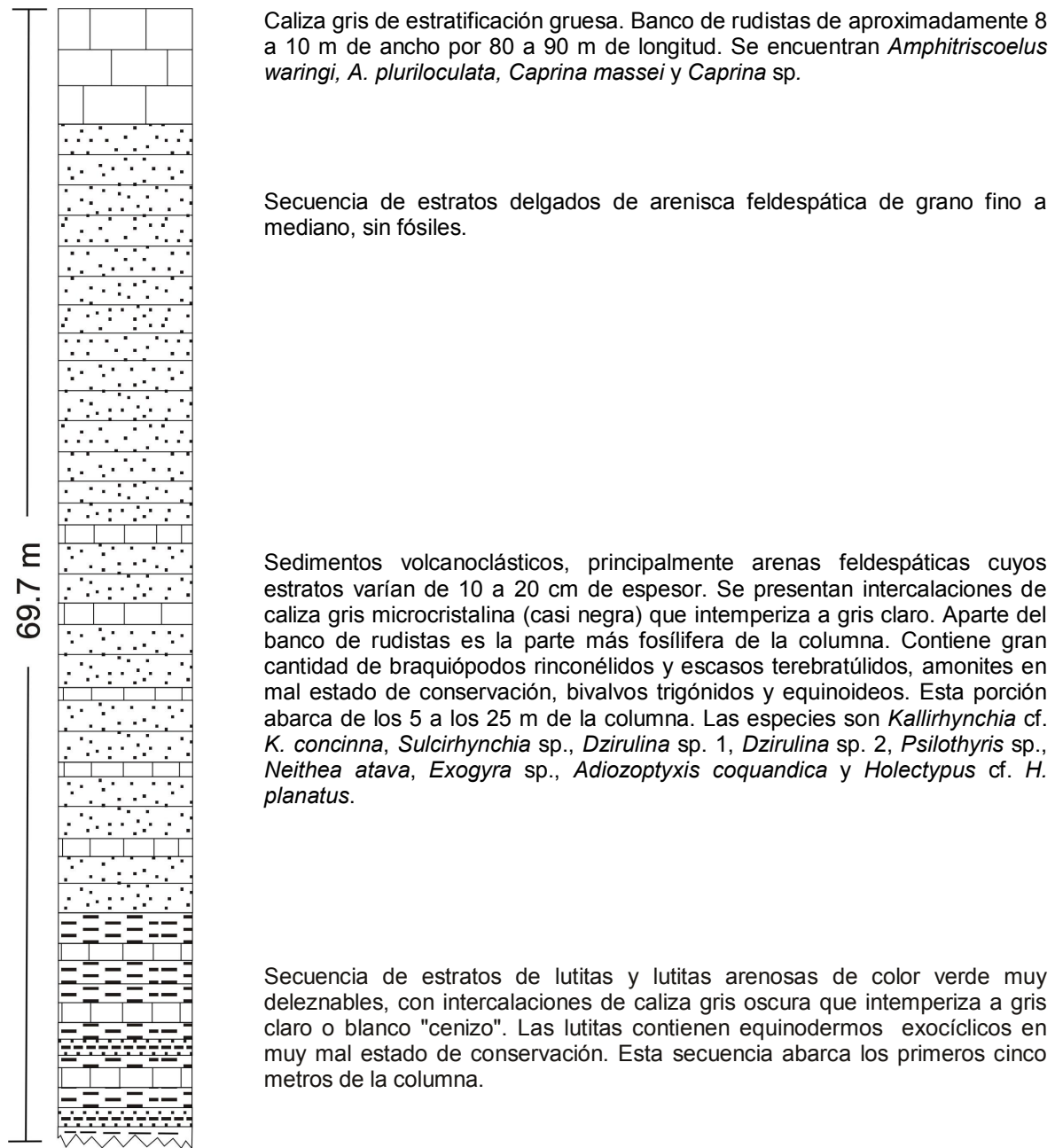


Figura 6.- Columna estratigráfica de la localidad "El Martillo", en el Miembro Superior Las Fraguas de la Formación San Lucas (Basada en García-Barrera, 1997).

Los siguientes 30 metros de la columna se caracterizan por la presencia de estratos de arenisca formada por material volcanoclástico, prácticamente sin fósiles.

Los últimos 10 metros se caracterizan por rocas calcáreas de color gris y estratificación gruesa, donde se localizan abundantes rudistas formando un denso banco cuya longitud apreciable en el afloramiento es de aproximadamente 90 m, y de anchura variable entre 8 y 10 m.

III. Formación San Juan Raya

a. Localización Geográfica

El área de estudio (Fig. 1) abarca los alrededores de la ranchería de San Lucas Teletitlán, aproximadamente a 45 km al suroeste de la ciudad de Tehuacán, municipio de Zapotitlán, en el extremo suroriental del Estado de Puebla. Forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y ocupa la zona noroccidental de la subprovincia Meseta de Oaxaca (Barceló-Duarte, 1978). Queda comprendida entre los paralelos 18°15' y 18°25' de latitud norte y los meridianos 97°25' y 97°40' de latitud oeste (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

b. Estratigrafía General

En la región afloran rocas continentales paleozoicas de la Formación Matzitz, con una variada flora del Pérmico (Leonardiano) (Weber, 1997), rocas marinas del Jurásico sin microfósiles, posiblemente de la Formación Mapache, rocas cretácicas correspondientes a las formaciones Zapotitlán (Barremiano inferior y parte del superior), Agua del Cordero (Barremiano superior-Aptiano inferior), Agua del Burro (Barremiano superior), San Juan Raya (Aptiano), Miahuatepec (Aptiano) y Cipiapa (Albiano inferior-Cenomaniano), rocas del Terciario de las formaciones Tehuacán y Acatepec y depósitos de aluvión y suelos del Cuaternario (Fig. 7) (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

La Formación Zapotitlán consiste en una secuencia alternante de arenisca, lutita y marga; hacia la parte basal, predomina la marga intercalada con lutita y lutita calcárea. En el resto de la secuencia, la marga disminuye en abundancia, y en ocasiones llega a desaparecer. El espesor total se estima en unos 1, 200 m. Esta formación descansa discordantemente sobre la Formación Mapache, del Jurásico Superior (Pérez-Ibargüengoitia *et al.*, 1965). La sobreyacen concordantemente las formaciones Agua del Cordero y Agua del Burro, San Juan Raya y Miahuatepec y, en forma discordante, las Formaciones Cipiapa, Tehuacán y Acatepec, así como rocas volcánicas terciarias y depósitos de aluvión. La edad

de la Formación Zapotitlán, corresponde al Barremiano temprano y parte del tardío (Calderón-García, 1956).

La Formación Agua del Burro (Calderón-García, 1956; Barceló-Duarte, 1978) consiste de caliza de color gris, compacta, en bancos que varían de 1 a 5 m de espesor, con gran cantidad de vetillas de calcita. En la parte basal, el espesor de los estratos disminuye y se encuentran intercalaciones de arenisca calcárea de color gris, en estratos de 20 a 30 cm de espesor, con vetillas de calcita y lutita, de color gris verdoso, en estratos de 2 a 15 cm de espesor. El espesor de la formación se estima en 200 m. La unidad descansa concordantemente sobre la Formación Zapotitlán y la sobreyace en forma concordante la Formación San Juan Raya y en forma discordante, derrames lávicos terciarios. La formación pertenece al Barremiano (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

La unidad portadora del material de estudio es la Formación San Juan Raya. Esta unidad, propuesta por Aguilera (1906) y enmendada por Calderón-García (1956) está constituida por lutita de color gris a gris verdoso, que intemperiza a verde amarillento, con variaciones calcáreas y micácíferas, de estratificación laminar, en paquetes de 10 a 40 cm; intercalada con la lutita se encuentra arenisca de color gris y gris verdoso de grano fino a medio, en capas medianas a gruesas de 2 a 50 cm, muy fracturadas y falladas. En ocasiones se presentan lentes de coquina de ostreidos y corales (Calderón-García, 1956; Hernández-Láscares y Galván-Mendoza, 1990). Las características y relación de los estratos varían a lo largo de esta formación. La unidad descansa concordantemente sobre la Formación Zapotitlán; hacia el E, sobreyace a la Formación Agua del Burro y hacia el SW, su contacto es transicional con los conglomerados de la Formación Agua del Cordero (Hernández-Láscares y Galván-Mendoza, 1990); está cubierta discordantemente por la Formación Cipiapa del Albiano (Calderón-García, 1956). A la Formación San Juan Raya se le ha asignado una edad Aptiana (Calderón-García, 1956; Alencáster, 1956, 1987).

La mayoría de los ejemplares fueron recolectados al noroeste y oeste de la ranchería de San Lucas Teletitlán (18°21' LN y 97°37' LW), cerca del contacto con la Formación Cipiapa, y un número muy escaso, en los alrededores de la Ranchería "San Juan Raya" (Barranca San Lucas).

		REGIÓN DE TEHUACÁN																						
SIST.	SER.	PISO	CALDERÓN-GARCÍA (1956)										BARCELÓ-DUARTE (1978)											
CRETÁCICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIANO																						
		CAMPANIANO																						
		SANTONIANO																						
		CONIACIANO																						
		TURONIANO																						
		CENOMANIANO																						
	INFERIOR	NEOCOMIANO	ALBIANO	FORMACIÓN CIPIAPA										FORMACIÓN CIPIAPA										
			APTIANO	FM. SAN JUAN RAYA	?	FORMACIÓN MIAHUATEPEC																		
		BARREMIANO	FORMACIÓN ZAPOTITLÁN										FM. AGUA DEL CORDERO	?	FM. AGUA DEL BURRO	FORMACIÓN MIAHUATEPEC								
		HAUTERIVIANO																						
		VALANGINIANO																						
		BERRIASIANO																						

Figura 7.- Esquema de correlación que muestra las columnas estratigráficas de la región de Tehuacán (Tomada de Buitrón y Barceló-Duarte, 1980).

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Los ejemplares tipo utilizados para las descripciones se encuentran depositados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, cuya clave es FCMP. Las siglas FCMP/M4, corresponden a la localidad “El Tanque”, Valle de Miquihuana, Tamaulipas. Las siglas FCMP/Q₁₂ corresponden a la localidad “El Martillo”, Huetamo, Michoacán. En el caso de los ejemplares pertenecientes a la Formación San Juan Raya, estos se indican con la clave FCMP y el número que se les asignó en la libreta de entradas.

Phylum **BRACHIOPODA** Duméril, 1806
Subphylum **RHYNCHONELLIFORMEA** Williams, Carlson,
Brunton, Holmer y Popov, 1996
Clase **RHYNCHONELLATA** Williams, Carlson,
Brunton, Holmer, y Popov, 1996
Orden **RHYNCHONELLIDA** Kuhn, 1949
Superfamilia **HEMITHIRIDOIDEA** Rzhonsnitskaya, 1956
Familia **CYCLOTHYRIDIDAE** Makridin, 1955
Subfamilia **CYCLOTHYRIDINAE** Makridin, 1955
Género **PROTEORHYNCHIA** Owen, 1981

Especie tipo.- “*Rhynchonella*” *miquihuanensis* Imlay, 1937, del Valanginiano de México.

Proteorhynchia miquihuanensis (Imlay, 1937) emend.

Lámina 1, figuras 1-20; texto-figura 8.

1937a “*Rhynchonella*” *miquihuanensis* Imlay, p. 570, lám. 83, figs. 14-21; texto-fig. 6

1937a *Cyclothyris? subtrigonalis* Imlay, p. 571, lám. 83, figs. 12, 13, 22-27; texto-fig. 7

1981 *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay). Owen, p. 307, fig. 11-4.

1981 *Proteorhynchia subtrigonalis* (Imlay). Owen, p. 307, fig. 11-3(12a-c).

1990b *Ptilorhynchia (Proteorhynchia) miquihuanensis* (Imlay). Sandy, p. 944.

2002 *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay). Williams et al., p. 1334.

Diagnosis enmendada.- *Proteorhynchia* de tamaño pequeño, de 14.1 a 16.4 mm de longitud, 12.2 a 17.3 mm de anchura, y de 10 a 12.3 mm de grosor. Concha de contorno anchamente oval a subtriangular; la relación longitud/anchura (A/L) es aproximadamente igual a 1, la anchura máxima se ubica aproximadamente en la longitud media; biconvexa en perfil lateral, siendo la valva dorsal mucho más convexa, en ocasiones globosa. La comisura anterior es uniplicada, variablemente asimétrica produciendo una extensión lingüiforme trapezoidal. La concha está ornamentada con 15 a 21 costillas redondeadas, que radian desde el umbo y que se curvan sobre los flancos.

Descripción.- La relación A/L es aproximadamente igual a 1; el contorno es subcircular o subtriangular. La concha es biconvexa, tendiendo las valvas a ser más convexas cerca del umbo; en algunos ejemplares la valva ventral se aplanada en su parte anterior. La valva dorsal presenta un pliegue medio anteriormente bien definido, el cual le da una apariencia trilobada, en vista anterior. La valva ventral es moderadamente convexa, y en algunas formas ésta se aplanada después del umbo; esta valva presenta un seno medio amplio y aplanado, que se desarrolla entre 1/3 y 1/2 de la longitud de la valva dorsal y que varía en profundidad hacia la parte anterior. La comisura anterior es uniplicada, variablemente asimétrica produciendo una extensión lingüiforme trapezoidal. El umbo de la valva ventral es agudo e incurvado, pero está bien separado de la valva dorsal. Las crestas del pico son subangulares cerca del umbo; las interáreas pobremente demarcadas; las placas deltoidales están unidas. El foramen es pequeño, casi imperceptible e hipotírido.

La concha está ornamentada con 15 a 21 costillas redondeadas, que radian desde el umbo y se curvan sobre los flancos. Las costillas son débiles sobre el umbo, llegando a ser prominentes anteriormente, y tienden a ser subangulares cerca de la comisura anterior. Hay 3-4 costillas en el seno y 5 en el pliegue. En la parte anterior aparecen líneas de crecimiento inconspicuas.

La descripción de la morfología interna (Fig. 8) se basa en las secciones seriadas presentadas por Imlay (1937a, fig. 6) y Owen (1981, fig. 11-4) y se detalla un poco más aquí: Las lamelas dentales son subparalelas y pueden ser cortas y débiles (Imlay, 1937a) o largas y fuertes (Owen, 1981). Los dientes son casi cuadrados y encajan profundamente en las fosetas. El septo medio es alto y largo, se extiende aproximadamente hasta 3/5 de la longitud de la valva dorsal, y soporta a un septalio profundo y grueso; éstos se separan aproximadamente a 3 mm del umbo. Las fosetas cardinales son bastante profundas y están sobrelapadas por las crestas de la foseta. Las placas cardinales son planas y se inclinan ligeramente hacia la valva ventral, sus extremos distales son cóncavos y desarrollan ramas

cruales largas del tipo calcarifer. Las bases cruales no se distinguen completamente de las cortas crestas internas de las fosetas.

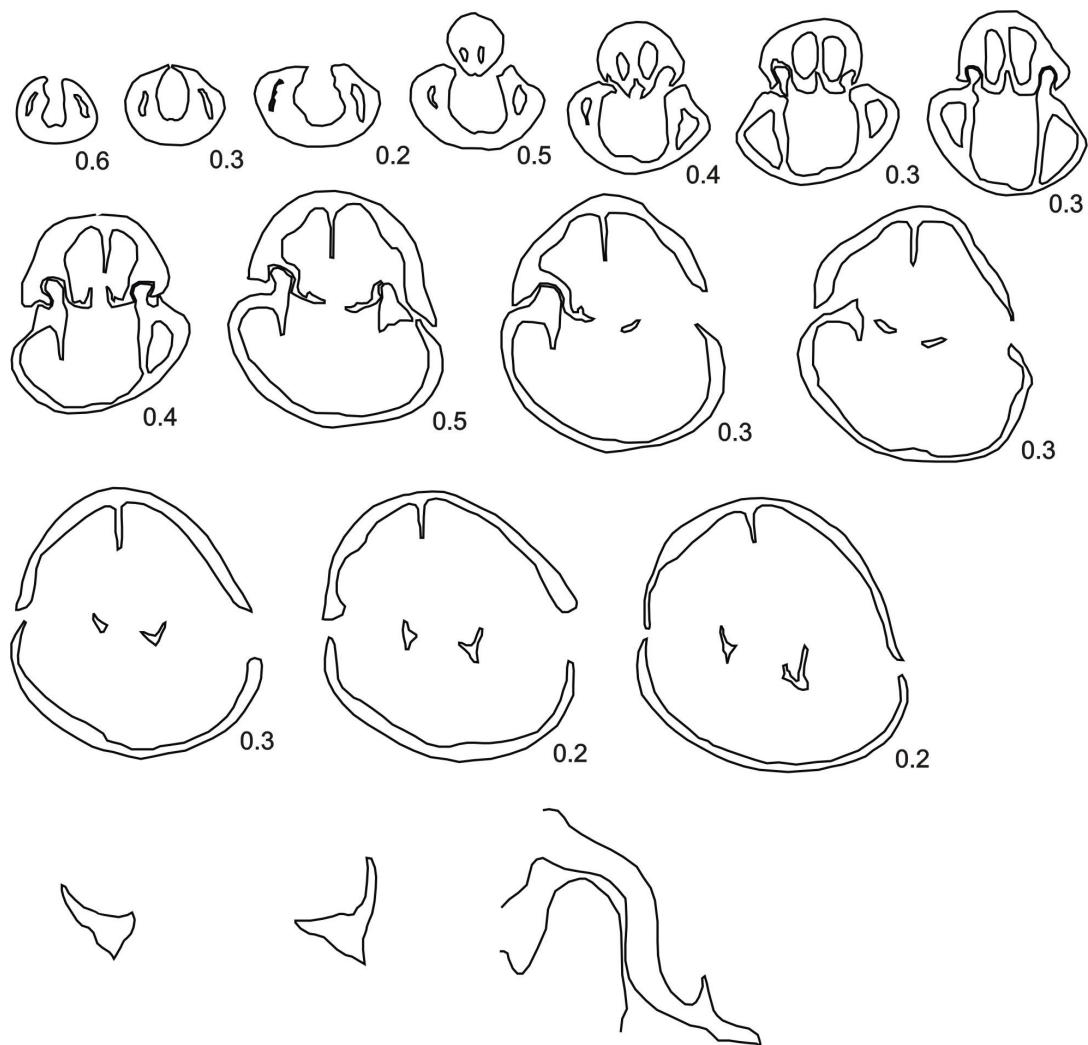


Figura 8.- Catorce secciones seriadas transversales a través de un ejemplar de *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay) (modificada de Owen, 1981).

Observaciones y discusión.- *Proteorhynchia miquihuanensis* se distingue externamente de *Proteorhynchia imlayi* y *Ptilorhynchia durangensis* en su menor tamaño, el mayor número y mejor desarrollo de las costas y su presencia desde la región del umbo, y en la comisura anterior asimétrica.

Por su similitud externa con el género *Ptilorhynchia*, también se comparó a la especie *Proteorhynchia miquihuanensis* con algunas especies jurásicas del género *Ptilorhynchia*, como son *P. plumasensis* (Crickmay, 1933), *P. jeletsky* (Owen, 1972) y *P. sp.* (Benigni et al., 1982).

Owen (1981, p. 307) erigió el género *Proteorhynchia* para incluir a las especies "*Rhynchonella*" *miquihuanensis* y *Cyclothyris?* *subtrigonalis*. Ambas descritas originalmente por Imlay (1937a). En su descripción original Imlay ilustró las secciones seriadas de ambas especies (Imlay, 1937a, figs. 6, 7) y Owen (1981, fig. 11-4) también proporcionó una serie de otro ejemplar de la especie tipo de su nuevo género. En el caso de la serie ilustrada por Imlay de *Cyclothyris?* *subtrigonalis*, Owen (1962) ya había puesto en duda la asignación genérica de esta especie, al comparar esta serie con la de la especie tipo del género *Cyclothyris*, *C. latissima*. En esta última no se observa un septo medio persistente en la valva dorsal, ni un septalio profundo. Imlay (1937a) tampoco discutió las diferencias entre "*Rhynchonella*" *miquihuanensis* y *Cyclothyris?* *subtrigonalis*. Estas difieren en el tamaño y el número de costillas. El holotipo de *Proteorhynchia miquihuanensis* mide 14.4 mm de longitud, 16.6 mm de anchura y 10.6 mm de espesor y el de *Proteorhynchia subtrigonalis* mide 14.2 mm de longitud, 13.5 de anchura y 6.9 mm de espesor. *Proteorhynchia miquihuanensis* tiene de 18 a 21 costillas con 4 costillas en el sulcus y 5 sobre el pliegue. *Proteorhynchia subtrigonalis* tiene de 15 a 18 costillas, con 3 costillas en el sulcus y 4 sobre el pliegue (Imlay, 1937a). En las secciones seriadas presentadas por Imlay el septo medio de *Proteorhynchia miquihuanensis* se registra como en 3/5 de la longitud de la valva dorsal, y aunque Owen no proporciona la longitud del ejemplar seccionado (Owen, 1981, fig. 11-4), en general las secciones seriadas de *Proteorhynchia miquihuanensis* son muy parecidas en los mismos niveles. El septo medio de *Proteorhynchia subtrigonalis* mide poco más de 1/4 de la longitud de la valva dorsal (Imlay, 1937a). En las secciones seriadas presentadas por Imlay (1937a) y Owen (1981, fig. 11-4), *Proteorhynchia miquihuanensis* presenta un septalio más profundo que *P. subtrigonalis* y el septo medio de esta última es más delgado. En la sección transversal de *Proteorhynchia subtrigonalis* a los 2.8 mm del umbo aún se observan los dientes y las crestas de las fosetas, pero se pierden las placas cardinales y las ramas cruales (Imlay, 1937a, fig. 7). A partir de la discusión anterior, Sandy (1990b) propuso que las especies nombradas por Imlay podrían representar a una especie variablemente costelada con diferencias en el tamaño, plegamiento y los caracteres internos que reflejan la variabilidad dentro de la especie.

Una característica que no había sido apuntada por Imlay (1937a) ni Owen (1981) que apoya esta variabilidad es la presencia de una comisura anterior asimétrica; Fürsich y Palmer (1984) afirman que la variabilidad intraespecífica es mayor en especies con comisuras asimétricas. Esto apoyaría la idea de Sandy de la inclusión de *Proteorhynchia miquihuanensis* y *P. subtrigonalis* en una sola especie. Las especies asociadas *Cyrtothyris*

sillimani y *Colinella muellerriedi*, también presentan una asimetría, pero esta se presenta en su perfil ventral.

Sandy (1990b) propuso los subgéneros *Ptilorhynchia* (*Ptilorhynchia*) Crickmay y *Ptilorhynchia* (*Proteorhynchia*) Owen para reflejar la similitud entre los géneros *Ptilorhynchia* y *Proteorhynchia* descritos por Crickmay (1933) y Owen (1981), respectivamente. Ambos géneros comparten un sulcus somero, una extensión lingüiforme trapezoidal, lamelas dentales largas y subparalelas, y un septo dorsal alto. Se diferencian en el tamaño, contorno, la posición y grosor de las placas cardinales, y la anchura del septalio (Williams *et al.*, 2002). Actualmente, en la reciente revisión del *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Vol. 4 (Williams *et al.*, 2002), ambos géneros son considerados como independientes, pertenecientes incluso a superfamilias diferentes.

Edad y Distribución.- *Proteorhynchia* es un género endémico del Cretácico Inferior del norte de México, que consta de tres especies: *P. miquihuanensis* del Valanginiano de Tamaulipas (Imlay, 1937a), *Proteorhynchia imlayi* del Aptiano tardío de Coahuila (Sandy, 1990b) y *Proteorhynchia durangensis* del Valanginiano de Durango (Imlay, 1940; Sandy, 1990b).

Ejemplares.- FCMP/M4-1, FCMP/M4-2, FCMP/M4-3, FCMP/M4-4, FCMP/M4-5, FCMP/M4-6, FCMP/M4-7, FCMP/M4-8, FCMP/M4-9, FCMP/M4-10, FCMP/M4-11, FCMP/M4-12, y FCMP/M4-13.

Localidad.- “El Tanque”, “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Valanginiano de Tamaulipas.

Género **CYCLOTHYRIS** M'Coy, 1844

Especie tipo.- *Terebratula latissima* J. de C. Sowerby, 1825, del Aptiano de Inglaterra.

Cyclothyris cf. **Cyclothyris americana** Cooper, 1955

Lámina 2, figuras 1-4, 17 y 18.

1955 *Cyclothyris americana* Cooper, p. 3, lám. 1, figs. 1-17.

1964 *Cyclothyris* cf. *C. americana* Cooper. Ager, p. 109, lám., 30, fig. 4.

1964 *Cyclothyris americana* Cooper. Ager, p. 109, lám. 30, fig. 5; texto-fig. 1.

Diagnosis.- *Cyclothyris* de tamaño mediano, de 19.2 mm de longitud, 21.3 mm de anchura, y 8.9 mm de grosor. La concha es biconvexa, de contorno subtriangular. La valva dorsal presenta un pliegue moderadamente bien desarrollado. La valva ventral ligeramente menos convexa que la valva dorsal con un sulcus somero. La comisura anterior es asimétrica. El pico es subrecto, el foramen oval es grande. Las placas deltidiales están bien expuestas. La concha está ornamentada por 34 costillas delgadas y redondeadas, que radian desde el umbo.

Discusión.- El nombre *Cyclothyris* fue utilizado por primera vez por M'Coy (1844, p. 103) para señalar a un grupo de braquiópodos que él llamó... "those curious species, in which the deltidium completely surrounds the foramen". Sin embargo, este autor no le asignó una edad geológica, ni nombró alguna especie; pero sí dibujo un ejemplar (Owen, 1962, fig. 1). De acuerdo a las características de su parte apical, el arreglo de las costillas, el contorno de la concha, las marcas de crecimiento y la interárea, Owen (1962) sugirió que M'Coy se estuviera refiriendo a un ejemplar de edad aptiana (Motchurova-Dekova, 1995).

Previamente, J. de C. Sowerby (1825, p. 165) había descrito y dibujado un rinconélido del Aptiano superior de la Sponge Gravel de Faringdon, Berkshire, bajo el nombre *Terebratula lata*. Posteriormente él mismo, habiéndose dado cuenta de que su padre, James Sowerby (Sowerby, 1815) ya había utilizado el nombre *T. lata* para un braquiópodo de los derrubios glaciares de Lowestoft, Suffolk, cambió este nombre específico a *Terebratula latissima*, en el index para la *Mineral Conchology* (J. de C. Sowerby, 1829). El contorno, arreglo de las costillas y las líneas de crecimiento del ejemplar de *Terebratula latissima* dibujado de J. de C. Sowerby, coincide con la figura del género *Cyclothyris* de M'Coy. Davidson (1855) no consideró a *Cyclothyris* como un género independiente y lo incluyó en la sinonimia del género *Rhynchonella*.

Buckman (1906) fue el primero en designar a *Terebratula latissima* J. de C. Sowerby como la especie tipo de *Cyclothyris* y los autores siguientes han seguido esta designación. El género no fue estudiado más, ni adecuadamente definido, hasta que Hertlein y Grant (1944) publicaron una sinonimia completa en su trabajo sobre los braquiópodos del Cenozoico de Norte América; sin embargo algunas de las especies referidas aquí en realidad no pertenecen a *Cyclothyris* (Owen, 1962).

Hasta el momento, se han establecido varios géneros muy cercanos a *Cyclothyris*. Durante su estudio de los rinconélidos del Cretácico Temprano de la Crimea, Moisseiev (1939) erigió el género *Belbekella*, haciendo énfasis en su similitud con *Cyclothyris* y abriendo la posibilidad de que estos dos géneros fueran sinónimos. Más tarde, Burri (1953)

describió tres nuevos géneros del Neocomiano de Suiza: *Sulcirhynchia*, *Lamellaerhynchia* y *Plicarostrum*; Ager *et al.* (1972) mencionaron la similitud entre estos géneros y *Cyclothyris*, haciendo hincapié en el carácter específico de *Sulcirhynchia*, de un seno desarrollado sobre la valva dorsal. Todos estos géneros se caracterizan por poseer una concha costelada, un pico recto, ramas cruales curvadas y estrechas, y la ausencia de un septalio.

Después de que Owen (1962) publicara las estructuras internas de *Cyclothyris*, la similitud entre estos géneros aumentó, en especial con *Lamellaerhynchia* (Owen 1962; Smirnova, 1963; Ager, 1964; Ager *et al.*, 1972). Lobacheva (1974) consideró a los géneros *Lamellaerhynchia*, *Belbekella*, *Sulcirhynchia*, *Plicarostrum* como sinónimos de *Cyclothyris*. Ella propuso una nueva diagnosis del género y lo subdividió en tres subgéneros: *Cyclothyris* (*Cyclothyris*), *C. (Lamellaerhynchia)* y *C. (Belbekella)*; sin embargo, al parecer desconocía los trabajos de Ager (Ager *et al.*, 1963; Ager, 1964), y la gama completa de variabilidad de las características de *Lamellaerhynchia*.

Diversos autores han señalado algunas diferencias entre los géneros *Cyclothyris* y *Lamellaerhynchia*: Burri (1956) señala que *Cyclothyris* presenta un septo medio mucho más débil y que las crestas del pico son más angulosas. Owen (1962) ha señalado que las dos principales diferencias entre los estos géneros son la longitud de las lamelas dentales y la inclinación de las placas cardinales. En las secciones seriadas transversales de *Cyclothyris*, se observa que las lamelas dentales de la valva ventral se separan muy pronto después de la aparición de la valva dorsal, y las placas cardinales están horizontales en vez de estar inclinadas hacia la valva ventral como en *Lamellaerhynchia*. Más tarde, Ager (1964) indica que en *Lamellaerhynchia* la asimetría es más común que en *Cyclothyris*, y que en la primera a menudo sus costillas están bifurcadas, y aparentemente nunca en *Cyclothyris*, aunque algunos miembros de *Cyclothyris* (del grupo *C. antidichotoma*) muestran lo contrario, con muchas costillas finas en la parte anterior que pasan a unas cuantas costillas fuertes en la parte anterior. Quizá la diferencia más obvia entre ambos géneros es la prominencia del pico. El pico erecto muy grande de *Cyclothyris* con sus marcadas crestas, sugiere la derivación de este género de *Lepidorhynchia* (como lo postuló Owen [1962]) en lugar de *Lamellaerhynchia*. El mismo Ager (1965) señala que estas diferencias pueden ser ecológicas, es decir, una diferencia más fenotípica que genotípica.

Posiblemente las diferencias en la morfología externa eran suficientes para establecer dicha separación, ya que la mayoría de los autores consideraban una aparente estabilidad en cuanto a los caracteres internos se refiere. El primer trabajo importante sobre los caracteres morfológicos dentro de una especie del género *Cyclothyris*, es el de Nekvasilova

(1973). Ella estableció una notable variabilidad de los elementos de la especie *Cyclothyris* aff. *difformis*, con base a un gran conjunto de secciones seriadas. La variabilidad es tan importante que parte de las secciones seriadas revelan una mayor similitud con *Lamellaerhynchia* (Motchurova-Dekova, 1995).

El contorno subtriangular, el tamaño mediano, las valvas convexas, el foramen pedicelar ciclotírido y el pobre desarrollo del pliegue y el sulcus, el cual sólo está fuertemente desarrollado en el margen anterior permiten asignar tentativamente dos ejemplares a *Cyclothyris* cf. *americana*. *Cyclothyris* cf. *C. americana* se asemeja a *C. depressa* (Owen, 1962) en el contorno general de la concha, la forma de las costillas y la forma de la interárea. Se diferencia de *Cyclothyris depressa* en su mayor tamaño, el mayor número de costillas, y la comisura más asimétrica. También se asemeja en el tamaño, forma y número de costillas a la especie '*Rhynchonella*" *triangularis* del Campaniano de Suiza (Asgard y Bromley, 1990), difiriendo de esta en la interárea más pequeña, menos ancha y la edad.

Edad y distribución.- *Cyclothyris americana* ha sido descrita del Albiano medio de Arizona (Cooper, 1955) y Albiano inferior de Texas (Ager, 1964). Su presencia en México amplía la distribución geográfica de la especie hacia latitudes más bajas. En cuanto a su distribución estratigráfica, García-Barrera (comunicación personal) ha encontrado la presencia de otros invertebrados típicos del Albiano dentro de la Formación San Juan Raya. Otros reportes para México del género *Cyclothyris* son los de Almazán y Buitrón (1984) y Lescinsky *et al.* (1991), ambos para el Cretácico de Baja California.

Ejemplares.- FCMP 98/874a y FCMP 96/690.

Localidad.- Noreste de la Ranchería de San Lucas Teletetitlán, parte superior de la Formación San Juan Raya cerca del contacto con la Formación Cipiapa, Aptiano de Puebla.

***Cyclothyris* sp.**

Lámina 2, figuras 13-16; Lámina 3, figuras 1-4

1990 *Lamellaerhynchia* cf. *L. renauxiana* (d'Orbigny). Hernández-Láscares y Galván-Mendoza, p. 50, lám. 1, figs. 1-8.

Diagnosis.- *Cyclothyris* de tamaño mediano, de aproximadamente 26.1 mm de longitud, 29.0 mm de anchura y 21.2 mm de espesor. El contorno es subtriangular, la comisura

anterior presenta una torcedura asimétrica; el pico es masivo, subrecto; el foramen es bordeado. Ambas valvas adornadas con 34 costillas angulosas.

Descripción.- *Cyclothyris* de contorno subtriangular, más ancha que larga, y la anchura máxima aproximadamente después de la longitud media. El ángulo apical es de 100°. Concha globosa, casi equibiconvexa. El máximo espesor se encuentra en la parte media.

La comisura anterior presenta un “escalón” abrupto a un lado de la plica, lo que le da a esta comisura una apariencia de una torcedura asimétrica. La comisura lateral arqueada. En la valva dorsal el pliegue es ancho pero de altura incipiente; el seno (sinus) correspondiente de la valva ventral se inicia aproximadamente a media longitud y se profundiza hacia la parte anterior.

La ornamentación consta de 34 costillas redondeadas, bien marcadas, no bifurcadas, que se originan desde el umbo de cada valva. Estas líneas se interrumpen por una línea de crecimiento escalonada (step-like) situada a aproximadamente 1/3 de la distancia del umbo hacia el margen anterior. También es posible observar una ornamentación lamelar, sobre todo a partir de la parte media a la anterior. El umbo es corto, subrecto y masivo. La interárea es ancha con crestas del pico moderadamente definidas. El delthyrium es ancho y poco visible por el depósito de sedimento. Aparentemente las placas deltidiales se unen, encerrando a un foramen mediano, ovalado, hipotírido, con el borde pronunciado característico de la subfamilia Cyclothyridinae, y se ubica ligeramente sobre la línea cardinal.

Observaciones.- Hernández-Láscares y Galván-Mendoza (1990) identificaron tentativamente estos rinconélidos como *Lamellaerhynchia* cf. *L. renauxiana* (Roemer), del Hauteriviano de Suiza y del Valanginiano superior-Hauteriviano inferior de Italia (Burri 1956; Dieni *et al.* 1975); sin embargo, externamente *L. renauxiana* presenta varias diferencias con las formas referidas aquí con las descritas por estos autores y las descritas y referidas aquí como *Cyclothyris* sp., como son el margen anterior truncado visto en perfil lateral, la comisura anterior uniplicada trapezoidal, con una tendencia a una ligera asimetría, el umbo menos masivo, y el pico ligeramente incurvado.

Cyclothyris sp. se asemeja mucho a algunas especies globosas de los géneros *Lamellaerhynchia* y *Cyclothyris*: con *Lamellaerhynchia picteti* Burri (1956) se parecen en el contorno y forma general de la concha, y del umbo, en el ángulo apical, y la presencia de un pliegue incipiente. Se diferencia de *L. picteti* por su mayores dimensiones, y la comisura anterior torcida. Se asemeja a *Cyclothyris regularis* (Viera y Calzada, 1991) del Albiano de España, en sus dimensiones, al presentar una forma globosa en perfil lateral, y una comisura anterior torcida; se diferencia de ésta por su perfil ventral más triangular, el menor número de

costillas y el mejor desarrollo de las mismas, así como en el mayor desarrollo del pliegue. De *C. difformis* (Owen, 1962; Motchurova-Dekova, 1994, 1997) del Cenomaniano de Europa, se diferencia por el menor número de costillas.

Owen (1981, p. 304, fig.11-3[6a-c]) ilustra un ejemplar de *Cyclothyris* sp. del Albiano de Chateau des Castellans, Barbonne, suroeste de Francia que es muy parecido en la morfología externa a los ejemplares de *Cyclothyris* sp., lamentablemente se desconoce la descripción, por lo que no se tienen más datos que los observados a partir de la figura; la única diferencia apreciable se presenta en el mejor desarrollo del pliegue medio de esta forma de *Cyclothyris*.

Ejemplares.- FCMP 97/832b, 98/874b, y 97/874c.

Localidad.- Noreste de la Ranchería de San Lucas Teletitlán, parte superior de la Formación San Juan Raya cerca del contacto con la Formación Cipiapa, Aptiano de Puebla.

Género **LAMELLAERHYNCHIA** Burri, 1953

Especie tipo.- *Terebratula rostriformis* (= *T. multiformis*) Roemer, 1836, del Hauteriviano de Suiza.

***Lamellaerhynchia* cf. *Lamellaerhynchia rostriformis* (Roemer)** Lámina 2, figuras 5-12, 19 y 20

- 1836 *Terebratula rostriformis* Roemer, p. 40, lám. 2, fig. 22.
- 1839 *Terebratula multiformis* Roemer, p. 19, lám. 18, fig. 8.
- 1839 *Terebratula rostralina* Roemer, p. 20, lám. 18, fig. 7.
- 1841 *Terebratula multiformis* Roemer, p. 37.
- 1842 *Terebratula rostralina* y *rostrata* Roemer. Leymerie, lám. 15, fig. 11.
- 1863 *Rhynchonella multiformis* (Roemer). de Loriol, p. 113, lám. 15, fig. 23.
- 1864 "*Rhynchonella depressa*" Credner (in part). Credner, p. 549, lám. 18, figs. 5-12.
- 1871 *Terebratula depressa* Quenstedt (non Sowerby, 1825). Quenstedt, p. 155, lám. 41, figs. 2, 6-10.
- 1872 *Rhynchonella multiformis* (Roemer). Pictet, p. 10, lám. 195, figs. 5-8.
- 1913 *Rhynchonella multiformis* (Roemer). Jacob y Fallot, p. 52, lám. 7, figs. 5-7.
- 1953 *Lamellaerhynchia multiformis* (Roemer). Burri, p. 275, lám. 15, fig. 2; texto-fig. 8.
- 1956 *Lamellaerhynchia rostriformis* (Roemer). Burri, p. 652, lám. 7, figs. 1, 2, lám. 10, fig. 3.

1968 *Lamellaerhynchia rostriformis* (Roemer). Owen y Thurrell, p. 108, lám. 1, fig. 1-6: lám. 2, fig. 1-9; lám. 3, fig. 2.

1968 *Lamellaerhynchia* cf. *rostriformis* (Roemer). Middlemiss, p. 24, lám. C, fig. 1, 2, Text-fig. 12.

1975 *Lamellaerhynchia rostriformis* (Roemer). Dieni, Middlemiss y Owen, p. 204; lám. 37, figs. 1-3.

1976 *Lamellaerhynchia* cf. *rostriformis* (Roemer). Owen, p. 6, lám. 1, figs. 1-3; fig. 2.

Diagnosis.- *Lamellaerhynchia* de tamaño mediano, de 15.5 a 26.5 mm de longitud, 13.8 a 27 mm de anchura y 9 a 18.5 mm de espesor. Su contorno es variable, de subcircular a generalmente subtriangular, la uniplicación es redondeada, asimétrica; el pico es masivo, subrecto; el foramen está encerrado por las placas deltoidales. Ambas valvas adornadas con 22 a 32 costillas.

Descripción.- *Lamellaerhynchia* de contorno variable: subcircular, oval, o ampliamente subtriangular, ligeramente más ancha que larga, equibiconvexa. La mayor anchura se ubica a media longitud de la valva ventral. La valva dorsal presenta un pliegue medio bajo, con su correspondiente sulcus somero en la valva ventral. La comisura anterior presenta una marcada torcedura asimétrica, la cual se dirige hacia la izquierda o la derecha; la relación izquierda-derecha de la torcedura es igual a 1; sólo un ejemplar presenta una comisura uniplicada asimétrica. Ambas valvas se encuentran cubiertas con 22-32 costillas radiales, redondeadas, marcadas, y delgadas; someras en la región del umbo y levantándose ligeramente hacia los márgenes, no bifurcadas. En el margen anterior se observan finas líneas de crecimiento. El umbo es subrecto con crestas del pico claramente definidas o marcadas que definen a una interárea amplia y extensa. Las placas deltoidales están bien expuestas y encierran a un foramen grande, circular u oval, ciclotírido, e hipotírido en relación a las crestas del pico.

En algunos ejemplares en donde la valva dorsal está completamente desgastada es posible observar un septo medio, el cual se origina desde el umbo alcanzando hasta 1/3 o poco más de la mitad de la longitud de la valva.

Observaciones y discusión.- Esta especie fue descrita originalmente por Roemer (1836, p. 40) para los ejemplares recolectados en los estratos neocomianos de las regiones de Hanover y Brunswick del norte de Alemania, pero a partir de la cita original surgió una confusión sobre la especie, ya que Roemer no refiere un ejemplar a un horizonte conocido, ni una localidad definida. Además la confusión aumenta cuando aparentemente Roemer

(1839, p. 19, 20) describe a la misma especie bajo dos nombres diferentes. Dado que la definición original de Roemer (1839) de *Terebratula multiformis* estaba descrita de manera muy vaga, un gran número de formas del Cretácico Inferior de Alemania, Francia, Suiza e Inglaterra fue designado con este nombre, hasta que Burri (1956, p. 652) corrigió la descripción, proponiendo un neotipo seleccionado de la Colección Roemer, y citando correctamente el nombre válido para la especie tipo como *Terebratula rostriformis* Roemer. Esta designación ha sido la aceptada por autores como Owen y Thurrell (1968) y Dieni *et al.* (1975).

Variabilidad intraespecífica.- En las poblaciones actuales de braquiópodos este tipo de variación ha sido poco estudiada (Seigle *et al.*, 2004). Sin embargo, entre los braquiópodos mesozoicos es común que se presente un alto grado de variación intraespecífica. A partir de las descripciones e ilustraciones de los ejemplares analizados referidos formal o tentativamente a esta especie, es posible observar un alto grado de variación morfológica intraespecífica. Aunque existe cierta constancia en el contorno ventral, la forma del pliegue y el sulcus; otras características como la forma de las costillas, el tamaño y el perfil lateral, son muy variables: Jacob y Fallot (1913) ilustraron un ejemplar bajo el nombre de *Rhynchonella multiformis* (lám. 7, fig. 7), y dos bajo *Rhynchonella cf. R. multiformis* (lám. 7, figs. 5 y 6). Éstos se asemejan a la típica *Lamellaerhynchia rostriformis*, e ilustran perfectamente la amplia variación en el tamaño y tipo de costulación encontrada en esta especie. Éstos fueron recolectados en el Valanginiano superior de las Montañas Jura, Suiza. El ejemplar representado por la figura 5 es similar en el contorno general a las variantes extremas de las especies colectadas en Gros Vahlberg, noroeste de Alemania y de la Claxby Ironstone en Nettleton y las representadas por Owen y Thurrell (1968, lám. 2, figs. 4 y 5).

Owen y Thurrell (1968) también ilustran una serie de morfos extremadamente variables, p. ej. en algunas variantes pequeñas el pliegue dorsal parece estar más elevado, resultando en un contorno anterior trilobado (lám 1, figs. 3c, 5c; lám. 2, fig. 2c). A menudo estas características están acompañadas por un umbo más masivo y corto, un foramen más pequeño y una interárea menos extensa en la valva ventral. Otros morfos (lám. 2, fig. 9a) presentan una interárea más ancha y extensa que la observada en el neotipo. También es posible observar cierta variación en el grosor y forma de las costillas. A pesar de esta variabilidad, *Lamellaerhynchia rostriformis* puede distinguirse fácilmente de las otras especies de *Lamellaerhynchia*, principalmente por sus mayores dimensiones, costillas angulosas más gruesas en la forma típica, umbo masivo e interárea extensa. Como en el caso de muchas de las especies descritas de *Lamellaerhynchia*, *L. rostriformis* tiene una

tendencia al desarrollo asimétrico de la comisura anterior. Esta también exhibe marcadas líneas de crecimiento sobre la superficie de la concha, una característica particularmente poco desarrollada en otras formas del género.

Burri (1956) distingue a esta especie de *Lamellaerhynchia renauxiana* por su mayor tamaño, por el mayor número promedio de costillas, el menor grosor y mayor altura de éstas, y por las crestas del pico más redondeadas. Sin embargo, algunos de los ejemplares de la Formación San Juan Raya presentan costillas delgadas, y menos elevadas. Esto coincide con otras formas asignadas a esta especie, por ejemplo Jacob y Fallot (1913, lám. 7, figs. 5-7), ilustran tres ejemplares asignados a *Rhynchonella multiformis* de los cuales la figura 5 presenta costillas más delgadas. Middlemiss (1968, p. 24, lám. C, figs. 1, 2), también señala esta característica para los ejemplares de las Corbières Orientales, Francia.

Los ejemplares de la Formación San Juan Raya concuerdan con la descripción de Burri (1956), en lo que respecta al contorno, las dimensiones de la concha, la forma del umbo, y el número de costillas, que cae dentro del ámbito propuesto por Burri (18-30 costillas), sin embargo algunos ejemplares presentan un número relativamente mayor (32) de éstas. La mayoría de los ejemplares ilustrados presenta una comisura anterior uniplicada con cierta tendencia a la asimetría, mientras que en la mayoría de los ejemplares de la Formación San Juan Raya esta asimetría se presenta en forma de torcedura dirigida de manera indistinta hacia la derecha o izquierda; sólo un ejemplar presenta una comisura anterior uniplicada ligeramente asimétrica.

Otra diferencia importante es el alcance estratigráfico de la especie, ya que *Lamellaerhynchia rostriformis* está confinada al Hauteriviano-Barremiano. Sin embargo, si se acepta esta idea, los ejemplares Aptianos de la Formación San Juan Raya (Aptiano) podrían ser considerados como una nueva especie del género *Lamellaerhynchia*.

Los ejemplares referidos aquí a *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* también presentan cierta similitud con la especie *Cyclothyris aturica* (Calzada, 1976, 1997) del Aptiano de España, en el contorno de la concha, la forma del umbo y las costillas, así como en el tipo de foramen pedicelar; se distinguen de esta última por el menor número de costillas. Un bajo porcentaje de los ejemplares españoles presentan una comisura anterior uniplicada.

Neotipo.- *Terebratula multiformis* Roemer, 1839 es sinónimo de la especie previa *T. rostriformis* Roemer, 1836, la cual por lo tanto tiene prioridad y es la utilizada actualmente. El material tipo estaba albergado en la Colección Roemer en el Museo Hildesheim, noroeste de Alemania, que fue dañado y parcialmente destruido durante la Segunda Guerra Mundial. A fin de reestablecer a la especie como *Lamellaerhynchia rostriformis* (Roemer), Burri (1956)

seleccionó un neotipo de la restante Colección Roemer. El ejemplar que Burri presentó (1956, lám. 7, fig. 1a-d) se encuentra en el Museo Roemer en Hildersheim, con número de registro 781a, colectado en Elligser Brink, cerca de Hanover (Owen y Thurrell, 1968).

Edad y distribución.- *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* es una forma característica de los Dominios Boreal y Jura; en el primero se presenta en el Hauteriviano del Norte de Alemania e Inglaterra (Yorkshire y Lincolnshire) (Owen y Thurrell, 1968), Owen (1976) describe algunos ejemplares de *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* del Valanginiano del Oeste de Groenlandia. En la región Jura se ubica en la parte alta del Valanginiano y en la parte baja del Hauteriviano de Ste Croix, Auberson y Cressier (Zona de *Acanthodiscus radiatus*), Suiza (Burri, 1956); en el Hauteriviano de Francia (Auxerre, Foncine-le-Haut, Censeau, Corbières Orientales) (Owen y Thurrell, 1968; Middlemiss, 1968), y en la región de Morteau (Gaspard, 1989), y posiblemente en el Cretácico Inferior del sur-oeste de Marruecos (Middlemiss, 1979). Dieni *et al.*, (1975) reportan la especie en el Valanginiano superior o Hauteriviano inferior de Badde Funtana Morta, Orosei y Hauteriviano inferior de Orudè Valley, Dorgali, Cerdeña, Italia, ubicada en el Dominio del Tethys. Sun (1985) reporta esta especie en el Aptiano de China. Estos dos últimos registros apoyan la presencia de *L. rostriformis* en los estratos aptianos de la Formación San Juan Raya, la cual formaba parte del Dominio del Tethys.

Ejemplares.- FCMP 96/689a, FCMP 96/691a, FCMP 96/693, FCMP 96/695, FCMP 97/697, FCMP 97/699, FCMP 97/834, FCMP 97/835a, FCMP 97/835b, y FCMP 97/836.

Localidad.- Noreste de la Ranchería de San Lucas Teletetitlán, parte superior de la Formación San Juan Raya cerca del contacto con la Formación Cipiapa, Aptiano de Puebla.

Género **SULCIRHYNCHIA** Burri, 1953

Especie tipo.- *Rhynchonella valangiensis* de Loriol, 1864, del Valanginiano de Suiza.

Sulcirhynchia sp.

Lámina 3, figuras 5-8

Descripción.- *Sulcirhynchia* pequeño, de contorno subtriangular, de 13.7 mm de longitud, 13 mm de anchura, y 9.5 mm de espesor. La valva dorsal es convexa con un pliegue medio y su correspondiente seno en la valva ventral. La valva ventral es convexa en la región del umbo.

La comisura anterior con senos (sinus) profundos y estrechos. La concha está ornamentada con 32 costillas finas y redondeadas en la parte posterior que pasan a 22 costillas más gruesas, angulosas y altas en el margen anterior, con 6 costillas en el pliegue y 4 en el sulcus. Las crestas del pico son redondeadas y subrectas, definiendo una interárea muy pequeña, casi en contacto con el umbo de la valva dorsal. El foramen y las placas deltoidales son imperceptibles.

Sulcirhynchia sp. se comparó con las especies *S. valangiensis* (Burri, 1953, 1956), *S. hythensis* (Owen, 1956), *S. ardescica* (Dieni *et al.*, 1975), *S. miliani* (Calzada, 1971, 1976) y *S. romanica* (Bărbulescu *et al.*, 1975). *Sulcirhynchia* sp. se asemeja a *S. valangiensis* en su contorno subtriangular, y la comisura anterior con senos profundos; esta última característica no se presenta en las demás especies de este género. Se diferencia de *S. valangiensis* por su interárea muy pequeña, en la que no es posible observar el foramen pedicelar, que en *S. valangiensis* es grande, circular y cercano al umbo de la valva dorsal.

Edad y distribución.- Durante la primera parte del Cretácico Inferior, *Sulcirhynchia* (Burri, 1956) aparentemente estaba limitado a depósitos de edad valanginiana en el Jura Suizo y en algunas localidades cerca de la parte sureste de la Cuenca de París, en donde está representado por la especie tipo *S. valangiensis* (de Loriol). Es casi seguro que este género esté presente en las calizas hauterivianas de Mogador, Marruecos (Owen, 1973). En el Hauteriviano aparece en Cerdeña, con *S. ardescica* (Dieni *et al.*, 1975). Más tarde, algunas especies post-neocomianas aparecen en otras partes de Europa: *S. milliani* se presenta en el Aptiano superior de España (Calzada, 1971, 1976), *S. hythensis* en el Aptiano inferior y superior de Inglaterra (Owen, 1956), y *S. romanica* (Bărbulescu *et al.*, 1975) en el Aptiano inferior de Rumania. Este es el primer registro del género *Sulcirhynchia* para Norte América en México.

Ejemplar.- FCMP 02/144.

Localidad.- “El Martillo”, Formación San Lucas, Miembro Superior Las Fraguas, Aptiano de Michoacán.

Subfamilia **KALLIRHYNCHIIINAE** Manceñido y Owen, 2002

Género **KALLIRHYNCHIA** Buckman, 1918

Especie tipo.- *Rhynchonella concinna* var. *yaxleyensis* Davidson, 1878, del Batoniano superior de Inglaterra.

Kallirhynchia* cf. *Kallirhynchia concinna (Sowerby, 1812)

Lámina 3, figuras 9-20; Lámina 4, figuras 1-12.

1812 *Terebratula concinna* Sowerby, p. 192, lám. 83, fig. 6.

1851 *Rhynchonella concinna* (Sowerby). Davidson, p. 88, lám. 17, figs. 6-12.

1910 *Terebratula concinna* Sowerby. Clerc y Favre, lám. 13, figs. 73-73; lám. 14, fig. 76.

1916 *Rhynchonella concinna* Sowerby. Douvillé, p. 65, lám. 1, fig. 21.

1918 *Kallirhynchia concinna* (Sowerby). Buckman, p. 224, lám. 15, fig. 24.

1985 *Kallirhynchia concinna* (Sowerby). Cocks En: Murray, p. 50, fig. 5.2.61a-c.

1990 *Kallirhynchia concinna* (Sowerby). Almeras *et al.*, lám. 30, fig. 9.

1993 *Kallirhynchia concinna* (Sowerby). Shi y Grant, lám. 7, figs. 12-16; texto-fig. 49.

Diagnosis.- *Kallirhynchia* de tamaño mediano, de 15.5 a 22.2 mm de longitud, 17.7 a 24.6 mm de anchura y de 9.5 a 16.9 mm de espesor. La concha es globosa, casi convexiplana, engrosada en el margen anterior; su contorno es variable, generalmente subtriangular, o subpentagonal; la uniplicación es trapezoidal; el pico es corto, subrecto; el foramen es ciclotírido. Ambas valvas adornadas con 27 a 30 costillas.

Descripción.- *Kallirhynchia* de tamaño mediano, inequivalva, de contorno redondeadamente subpentagonal en las formas juveniles a subtriangular en las formas adultas, la valva dorsal globosa es mucho más convexa que la ventral, las comisuras laterales se desvían ventralmente entre 15 y 25°, la comisura anterior es uniplicada, con una extensión lingüiforme trapezoidal alta. En el estadio geróntico la concha se engrosa marcadamente a lo largo de los márgenes, con los lados paralelos y más o menos rectangulares en las vistas anterior y dorsal; algunas variantes con el frente aplanado apenas visible.

El pico es corto, casi recto a subrecto; el foramen ciclotírido es pequeño, ovalado, hipotírido, en algunas formas llegando a ser obsoleto o muy pequeño en el estadio geróntico;

las placas deltidiales son cortas, en su mayor parte separadas, o apenas unidas; las crestas del pico son obtusas; la interárea es muy corta.

La valva ventral es moderadamente convexa en la parte posterior, aplanada en la parte anterior; el sulcus varía en profundidad, generalmente somero, pero bien definido y con un fondo aplanado, apareciendo en la mitad o el tercio anterior de la valva, volcado abruptamente hacia la valva dorsal en el margen anterior, con dos costillas más gruesas en los bordes.

La valva dorsal es globosa, con la mayor convexidad en la parte anterior o ligeramente subcinocéfala en vista lateral; el pliegue es plano, bien demarcado de las pendientes, que se presentan en la parte media o el tercio anterior, con dos costillas en los bordes del pliegue más fuertes que las otras.

La concha es multcostulada, con 25-31 costillas redondeadas en cada valva, con 5-8 en el pliegue y 4-7 en el seno; éstas son delgadas y someras en la región del umbo, llegando a ser más gruesas y altas hacia el margen anterior. Las líneas de crecimiento son escalonadas, y varían en número y posición; también se observan líneas de crecimiento conspicuas y en mayor número cerca del margen anterior.

Observaciones.- *Kallirhynchia concinna* (Sowerby) es muy similar en sus características generales a *K. yaxleyensis* (Davidson). De acuerdo a la definición original de Davidson (1878, p. 206), esta última difiere de *Kallirhynchia concinna* (Sowerby) “en las partes frontales muy engrosadas de las valvas. Cada valva, al acercarse a al margen frontal (en forma de zig-zag) más o menos repentina o abruptamente, se dobla en ángulos casi rectos, dando a la comisura anterior de la concha una apariencia ancha, cuadrada y aplanada.” Shi y Grant (1993) señalan que generalmente estas características sólo pueden observarse en los ejemplares gerónticos. En los ejemplares juveniles, usualmente estas características llegan a ser incipientes e indistintas, haciendo a la especie difícil de distinguir de *K. concinna*. Dentro de los ejemplares de la Formación San Lucas atribuidos a esta especie, se observan algunas formas juveniles que se caracterizan por presentar un contorno subtriangular a subpentagonal y un pliegue casi imperceptible; sin embargo, un ejemplar (99/22), podría representar un caso de peramorfosis al presentar el pliegue alto y bien marcado, y el engrosamiento del margen anterior característico de las formas adultas.

Por otro lado, Sowerby (1815, p. 192, lám. 83, fig. 6) ilustró de manera incompleta el holotipo de *Kallirhynchia concinna* (Sowerby) ya que sólo se muestra una vista antero-lateral. Esta especie ha sido registrada ampliamente, pero la mayoría de las ilustraciones posteriores han sido de ejemplares jóvenes. Buckman (1918, lám. 15, fig. 24) ilustró un

molde de plástico del holotipo, pero Douglas y Arkell (1928, 1932) y Muir-Wood (1934) comentan que éste es un mal molde de resina. A partir de los ejemplares ilustrados por los diversos autores (Clerc y Favre, 1910; Douvillé, 1916; Buckman, 1918; Almeras *et al.*, 1990), concuerdo con la idea de Shi y Grant (1993) de que es difícil separar a estas dos especies, excepto por la presencia en *K. concinna* de un pliegue más elevado, una valva dorsal más globosa y una valva ventral más convexa, así como un menor engrosamiento en el estadio geróntico. La morfología interna de la concha es muy similar en ambas especies (Shi y Grant, 1993, figs. 49-51).

Los ejemplares de la Formación San Lucas que presentan una forma globosa y un pliegue más bajo, casi imperceptible, se asemejan a algunas especies de los géneros *Sulcirhynchia* y *Septaliphoria*.

Variabilidad intraespecífica.- Los ejemplares asignados a esta especie exhiben un alto grado de variación morfológica, que va de formas juveniles con contorno subcuadrado y con un pliegue bien desarrollado, hasta formas adultas subtriangulares o subpentagonales, con un pliegue y sulcus variablemente desarrollados. Sin embargo, el número constante de costillas en la concha, el pliegue y sulcus, la forma de las mismas, así como el tamaño del foramen pedicelar, nos permite considerar a los diferentes ejemplares como miembros de una misma población. Esta variabilidad se asemeja a la que se observa en otras especies, como *Cyclothyris difformis* del Cenomaniano del Norte y Este de Europa (Motchurova-Dekova, 1995, 1997).

Edad y Distribución.- Batoniano superior de la Lower Cornbrash, Sapperton, Inglaterra; Great Oolite Weymouth, Inglaterra; Hidreguent, Pas de Calais, y el Batoniano medio de la Formación Calcaires de Caen, Francia; Jurásico de Homomyenmergel; Liesberg Qrub W, ob Strasses nach Delsberg, Suiza. (Douvillé, 1916; Buckman, 1918; Shi y Grant, 1993; Allain, 2002).

De comprobarse esta asignación específica, mediante el uso de la técnica de secciones seriadas transversales, la presencia de *Kallirhynchia concinna* (Sowerby), característica del Batoniano, en los estratos aptianos de la Formación San Lucas, estaría representando un ejemplo más de un taxón Lázaro, extendiendo ampliamente el alcance stratigráfico de esta especie. En la reciente revisión del *Treatise on Invertebrate Paleontology* se ha sugerido la presencia de miembros de la subfamilia Kallirhynchiinae en el Cretácico Inferior (Manceñido y Owen *en* Williams *et al.*, 2002). Durante el Mesozoico se presentan varios casos de taxones Lázaro representados por braquiópodos, por ejemplo, los géneros *Kutchithyris* y *Juralina* descritos originalmente en el Jurásico, fueron hallados posteriormente en capas del

Cretácico Inferior (Middlemiss, 1980). En la fauna de braquiópodos del Jurásico Inferior del Norte del Cáucaso, se encontraron tres taxones Lázaro: *Piarorhynchia rostellata* (Quenstedt), no se registra del Pliensbaquiano tardío al Toarciense temprano; mientras que las especies *Flabellirhynchia lycetti* y *Liospiriferina alpina* su falta de registro incluye además al Toarciense medio (Ruban, 2004).

Ejemplares.- FCMP/Q₁₂11, FCMP/Q₁₂14, FCMP/Q₁₂71, FCMP/Q₁₂72a, FCMP/Q₁₂72b, FCMP 99/16, FCMP 99/18, FCMP 99/20, FCMP 99/21, FCMP 99/22, FCMP 99/23, FCMP 02/142.

Localidad.- “El Martillo”, Formación San Lucas, Miembro Superior Las Fraguas, Aptiano de Michoacán.

Orden **TEREBRATULIDA** Waagen, 1883
Suborden **TEREBRATULIDINA** Waagen, 1883
Superfamilia **TEREBRATULACEA** Gray, 1840
Familia **TEREBRATULIDAE** Gray, 1840
Subfamilia **RECTITHYRIDINAE** Muir-Wood, 1965
Género **MOUTONITHYRIS** Middlemiss, 1976

Especie tipo.- *Terebratula moutoniana* d’Orbigny, 1849, del Neocomiano de Francia

Moutonithyrus moutoniana (d’Orbigny, 1849)

Lámina 4, figuras 13-20; Lámina 5, figuras 5-8; Texto-figs. 9, 10.

1849 *Terebratula moutoniana* d’Orbigny, p. 89, lám. 510, figs. 1-5.

1975 “*Terebratula*” cf. *T. moutoniana* d’Orbigny. Middlemiss en Dieni *et al.*, p. 191, lám. 36, fig. 11.

1976 *Moutonithyrus moutoniana* (d’Orbigny). Middlemiss, p. 63, lám. 8, figs. 4-6; lám. 9, figs. 1-2.

1989 *Moutonithyrus moutoniana* (d’Orbigny). Grădinaru y Bărbulescu, p. 110, lám. 3, figs. 2-6; lám. 4, figs. 1, 12-14; texto-figs. 8-9.

1996 *Moutonithyris* cf. *M. moutoniana* (d'Orbigny). Gaspard en Benest *et al.*, p. 24, lám. 1, figs. 3, 4, 14 y 15.

Diagnosis.- *Moutonithyris* de contorno oval a subpentagonal, truncado en la parte anterior; la relación anchura/longitud (A/L) varía de 0.78 a 0.89, la relación longitud posterior/longitud anterior (P/A) es de poco más de 1. En perfil lateral la concha tiene forma deprimida excepto en el estadio geróntico. La valva ventral es más convexa que la dorsal, con la máxima convexidad cerca del umbo. El umbo es suberecto a partir del estadio temprano de crecimiento. El deltidium es imperceptible. Las crestas del pico son redondeadas. El foramen circular es grande, permesotírido, marginado o labiado. El desarrollo ontogenético de la comisura anterior corresponde al de la especie, de rectimarginada en las formas juveniles a ligeramente uniplicada, a ligeramente sulcificada en las formas adultas. La concha es lisa, pero con líneas de crecimiento más visibles hacia la parte anterior.

Dimensiones.- 14.7 a 24.4 mm de longitud; 11.8 a 20.0 de anchura; 7.6 a 11.9 mm de espesor; relaciones L/E, de 1.23 a 2.13; y P/A de 0.94 a 1.26 (Fig. 9).

Descripción.- La combinación de la forma subcircular deprimida de la concha con un umbo completamente erecto son características de esta especie. Un carácter evidente de esta especie, cuando éste puede observarse, es la forma de las impresiones vasculares mediales (vascula media) de la valva dorsal. A menudo éstas son visibles como unas crestas sobre la superficie del molde interno cuando la concha está parcial o completamente removida (Middlemiss, 1976). Lamentablemente en los ejemplares estudiados no fue posible observar esta característica.

La comisura desarrolla típicamente una uniplicación cuadrada, con la comisura rectimarginada en el centro de la plica; no obstante, en vez de continuar rectimarginada en esta posición, en algunos casos la comisura puede arquearse suavemente hacia el lado ventral, dando origen a una suave sulcificación. Características importantes como un contorno oval o subpentagonal, un foramen marginado, y el desarrollo ontogenético de la comisura, así como una relación P/A aproximada a 1, permiten asignar a los ejemplares a la especie *Moutonithyris moutoniana* (d'Orbigny). Para comparación, en la Figura 10, se representan la variación morfológica en el contorno, y el desarrollo de la comisura anterior de esta especie.

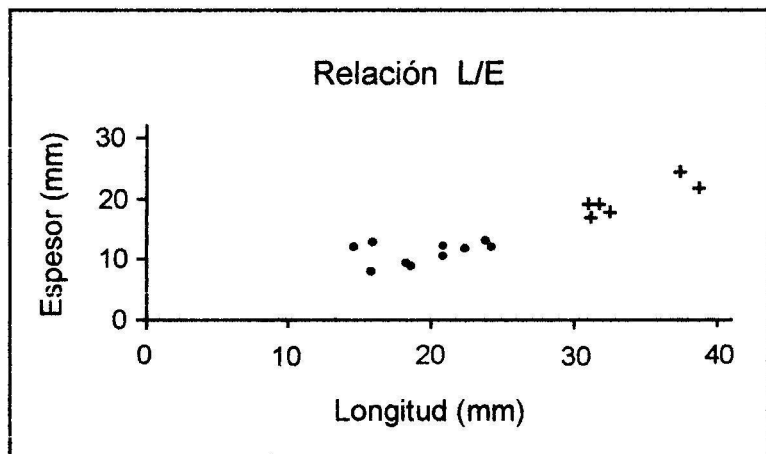
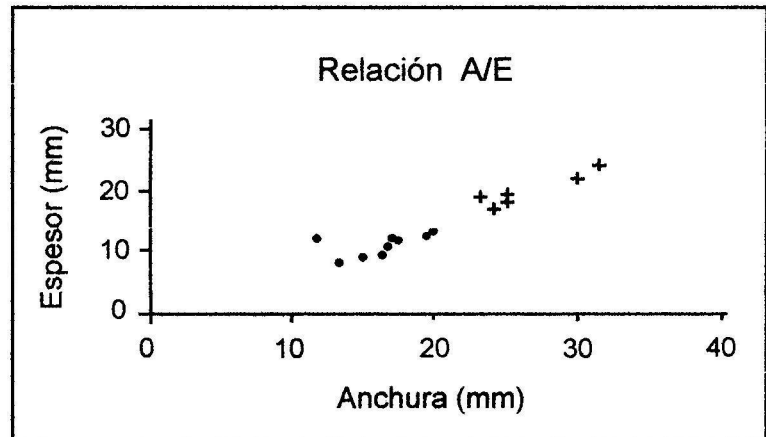
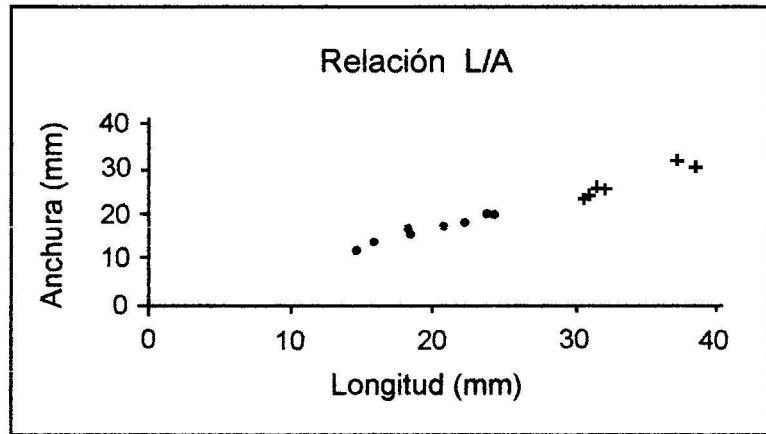


Figura 9.- Diagramas de dispersión que muestran la relación entre la longitud, la anchura y el espesor en *Moutonithyris moutoniana* (●) y *M. dutempleana* (+) de la Formación San Juan Raya, Puebla.

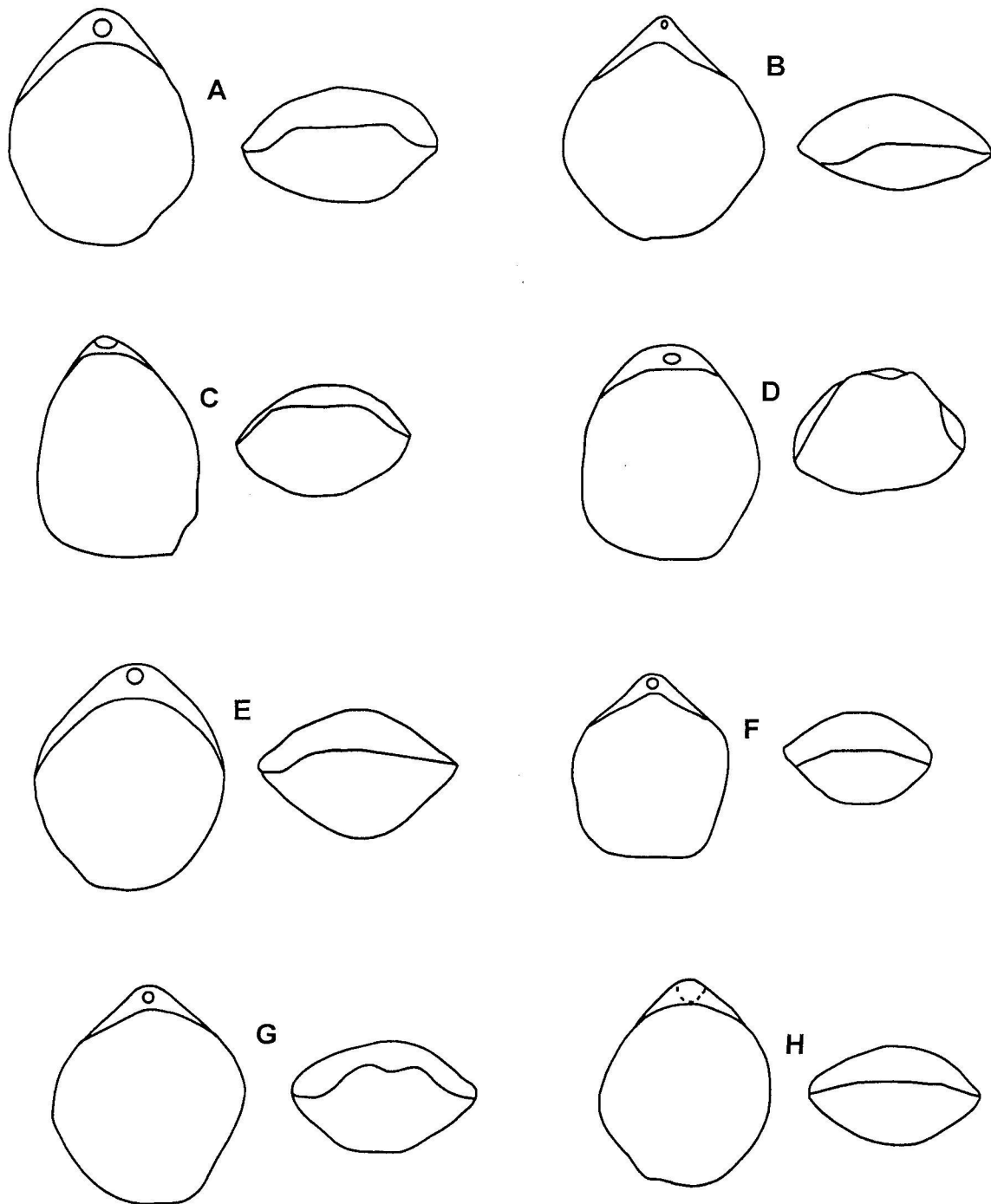


Figura 10.- Variación morfológica en el contorno, comisura anterior y la posición y tamaño del foramen pedicelar en ejemplares identificados como *Moutonithyris moutoniana* (d'Orbigny): **A.** Middlemiss (1976), Aptiano; **B.** Gaspard (1989), Aptiano; **C-D.** Benest *et al.* (1996), Berriasiano; **E.** Gaspard en Chiodi *et al.* (1988), Albiano; **F.** Dieni *et al.* (1975), Aptiano; G-H. este estudio, Aptiano.

Discusión.- Probablemente ningún otro nombre específico entre los braquiópodos del Cretácico Inferior, excepto quizá "*Terebratula praelonga*" ha provocado tantas confusiones como *T. moutoniana*. En los museos es difícil que falte un ejemplar que porte este nombre. Lankester (1863) y Meyer (1864), entre otros, adscribieron erróneamente varias formas del Aptiano de Inglaterra a esta especie. Las especies con las que más ha sido confundida han sido *Cyrtothyris cyrta* (Middlemiss, 1959, 1976), *Praelongithyris credneri*, *Moutonithyris dutempleana* (Middlemiss, 1976), *Loriolithyris russillensis*, *L. valdensis*, *Platythyris comptonensis*, *P. minor* (Middlemiss, 1959), y el género *Vectella* (Owen, 1965).

Smirnova (1972) ilustró un grupo de secciones seriadas de una especie que ella llamó *Platythyris moutoniana* (d'Orbigny). Las secciones seriadas son características del género *Platythyris*, pero difieren de las de *Moutonithyris moutoniana* (Middlemiss, 1976).

Moutonithyris moutoniana y *Cyrtothyris cyrta* se diferencian externamente en el umbo mucho más erecto y el deltidium oculto de la primera; también el perfil ventral de *Moutonithyris moutoniana* es más subcircular en los estadios tempranos de crecimiento. Durante la ontogenia ésta especie tiende a alargarse, mientras que *Cyrtothyris cyrta* tiende a ensancharse; la uniplicación de *Moutonithyris moutoniana* tiende a ser cuadrada y puede mostrar una pequeña sulcificación, no presente en *C. cyrta* (excepto en su subespecie muy alargada *C. cyrta arminae*). *Praelongithyris credneri* tiene un contorno mucho más alargado; el umbo es menos erecto, especialmente en los estadios tempranos de crecimiento; el umbo es más largo; y el foramen es labiado en los últimos estadios de crecimiento (Middlemiss, 1976).

Moutonithyris dutempleana (Dieni *et al.*, 1975; Gaspard, 1976; Owen, 1988; Somody, 1989; Sulser y Friebe, 2002) se asemeja a *M. moutoniana* en el umbo erecto y en tener la valva ventral más convexa que la dorsal y la máxima convexidad cerca del umbo; siendo esta convexidad mucho mayor en los ejemplares de *M. dutempleana*, en especial la valva ventral. Ésta difiere en ser más alargada, en tener un foramen fuertemente labiado y en ser mucho más fuertemente biplicada. Sin embargo, algunos autores han ilustrado algunas formas asignadas a *M. moutoniana*, que presentan forámenes labiados y comisuras anteriores fuertemente biplicadas (d'Orbigny, 1847; de Loriol [en Pictet y de Loriol, 1872]; Benest *et al.*, 1996) (Figs. 10 y 11), que podrían confundirse con *M. dutempleana*. Ésto se observa también en los ejemplares analizados en este estudio. Otra diferencia entre estas dos especies, es la presencia en los moldes internos de *M. moutoniana*, de impresiones vasculares mediales (vascula media) de la valva dorsal, cuando esta valva se encuentra parcial o completamente ausente. Aún cuando en *M. dutempleana* estas impresiones pueden

estar presentes, rara vez son visibles. Por otra parte el registro estratigráfico de *M. moutoniana* va del Berriasiano al Aptiano, mientras que el de *M. dutempleana* va del Albiano al Cenomaniano; por lo que se menciona que *M. dutempleana* evolucionó a partir de *M. moutoniana*. En Cerdeña, Italia, ambas especies se encuentran en la misma localidad, pero ubicadas a diferentes niveles estratigráficos, con *M. moutoniana* en capas pertenecientes al Aptiano basal y *M. dutempleana* al Aptiano superior. Los terebratulidos de la Formación San Juan Raya, podrían estar representando lo mismo. Estos se diferencian por las menores dimensiones (Fig. 9) y la valva ventral menos convexa de *M. moutoniana*. Otro registro de *M. dutempleana* en el Aptiano es el de Somody (1989), en las Montañas Bakony en Hungría.

Platythyris comptonensis y *P. minor* (Middlemiss, 1959) tienen umbos subrectos, ambas valvas de igual convexidad y un perfil ventral en forma de pera con su extremo anterior marcadamente prolongado. *Loriolithyris russilensis* y *L. valdensis* (Middlemiss, 1968, 1980) son mucho más bíplicas.

Distribución y edad.- En el Berriasiano esta especie es abundante en el Dominio del Tethys, encontrándose en Berrias (Ardèche) y cerca de Gard-Hérault, Francia (Middlemiss, 1979); la Caliza Stramberk (Moravia), Checoslovaquia (Housa, 1965; Nekvasilová, 1969) y formas parecidas en Ouled Mimoun, nor-oeste de Argelia (Benest *et al.*, 1996). Durante el Valanginiano es una especie rara, apareciendo sólo en el Dominio Jura (Pictet y Loriol, 1872), por ejemplo en Ste Croix, Suiza (Gaspard, 1999), y la zona pre-Bética cerca de Alicante (España) (Middlemiss, 1976). Glaçon (1952) reporta a la especie para los Monts du Hodna, en el Tethys de Argelia. Un ejemplar fue colectado en estratos del Valanginiano de Mols Berge, Traill Φ de Groenlandia (Sandy, 1991a). Durante la transgresión del Hauteriviano, *Moutonithyris moutoniana* se dispersó hacia el norte de Alemania (Sarstedt, cerca de Hanover), al sur-oeste de la Cuenca de París (Yonne), presentando así una distribución boreal, confinada a litofacies arcillosas (Middlemiss, 1976, 1979; Gaspard, 1989; 1999). En el Hauteriviano inferior se le encuentra en Censeau, Suiza, perteneciendo esta localidad al Dominio Jura.

En el Barremiano se refugió de nuevo en el Dominio del Tethys, donde aparentemente tuvo una distribución restringida, siendo conocida en el Oeste de Europa solamente en el sur-oeste de Francia (Alpes Bajos, Alpes Marítimos) (Middlemiss, 1976) y el Bakony Forest de Hungría (Fülop, 1964). Karakasch (1907) registra a esta especie en el Barremiano de la Crimea (Biassala, Sably, Sinferopol), esta última localidad dentro del Dominio Jura (Gaspard, 1999). En el Aptiano esta especie de nuevo se dispersa hacia el norte, apareciendo en Alemania (Ahaus, Bevergen, Sarstedt, Helgoland) (Séller, 1952; Kemper, 1963), así como en

el este de España (área de Alicante y sur de Barcelona), el sur de Francia (Gargas y Alpes Bajos), el centro de Suiza, y el Bakony Forest (Middlemiss, 1976). Aparentemente desaparece en el Albiano. Sin embargo se han descrito algunas especies relacionadas en estratos sobreyacentes al Albiano en Argelia (Middlemiss, 1980). En México el género *Moutonithyris* fue descrito previamente para la Formación La Perlita, del Albiano superior de León, Guanajuato por Gaspard (en Chiodi *et al.*, 1988). Esta autora menciona que algunas de sus características corresponden a la especie *M. moutoniana*, pero por la edad de la Formación La Perlita, corresponde más a la especie *M. dutempleana*; incluso llega a mencionar la posibilidad de una nueva especie. El ejemplar ilustrado por Chiodi *et al.* (1988, fig. 3.1a-c), se asemeja externamente a algunos de los ejemplares descritos en este estudio.

Ejemplares.- FCMP 97/814, FCMP 97/816, FCMP 97/818a, FCMP 97/818b, FCMP 97/821, FCMP 97/822.

Localidad.- Noreste de la Ranchería de San Lucas Teletitlán, parte superior de la Formación San Juan Raya cerca del contacto con la Formación Cipiapa, Aptiano de Puebla.

***Moutonithyris dutempleana* (d'Orbigny, 1849)**

Lámina 5, figuras 1-4, 9-16.

1815 *Terebratula biplicata* J. Sowerby. p. 201; lám. 90, fig. 1 (non figs. 2-5).

1823 *Terebratula biplicata* J. Sowerby. J. de C. Sowerby, p. 53, lám. 437.

1849 *Terebratula Dutempliana* d'Orbigny [sic], p. 93, lám. 511, figs. 1, 2, 3, 6, 7.

1855 *Terebratula biplicata* Brocchi. Davidson, p. 55, lám. 6, figs. 1-30.

1960 *Terebratula dutempleana* d'Orbigny. Pauca y Patruilius, p. 88, lám. 2, fig. 10.

1975 "*Terebratula*" *dutempleana* d'Orbigny. Middlemiss (en Dieni *et al.*), p. 185, lám. 33, fig. 2, texto-fig. 9.

1976 "*Terebratula dutempleana*" d'Orbigny. Gaspard, láms. 1-5.

1976 *Moutonithyris dutempleana*. Middlemiss, p. 63.

1983 *Biplicatoria ferruginea* Cooper, p. 174, lám. 25, figs. 1-6; lám. 67, fig. 12.

1983 *Biplicatoria hunstantonensis* Cooper, p. 176, lám. 20, figs. 21-27.

1988 *Moutonithyris dutempleana* (d'Orbigny). Owen, p. 122, lám. 10; lám 11, figs. 4-6.

1988 *Moutonithyris* aff. *dutempleana* (d'Orbigny). Gaspard (en Chiodi *et al.*), p. 131, fig. 3.

1989 *Moutonithyris dutempleana* (d'Orbigny). Somody, p. 56, lám. 3, figs. 1-4.

1989 *Moutonithyris* aff. *dutempleana* (d'Orbigny). Somody, p. 57, lám. 3, figs. 5-8; texto-fig. 17.

2002 *Moutonithyris dutempleana* (d'Orbigny). Sulser y Friebe, p. 420, figs. 6-10.

Diagnosis.- *Moutonithyris* de contorno oval-alargado en perfil ventral. La anchura máxima anterior a la longitud media. Biconvexa, siendo la valva ventral mucho más convexa que la dorsal, especialmente cerca del umbo; ambas valvas tienden a aplanarse hacia la parte anterior de la concha. El umbo es masivo, suberecto o erecto. El foramen circular es grande, permesotírido, labiado; la sínfisis (symphytium) es muy corto. La comisura lateral se inclina ligeramente hacia la valva ventral, y después se arquea anteriormente hacia la valva dorsal. La comisura anterior es sulcificada, con un seno medio ancho y somero, limitado por plicas muy angulosas. El plegamiento afecta de una quinta a una tercera parte de la longitud de la concha. Concha lisa, pero con líneas de crecimiento visibles en toda su mitad anterior.

Dimensiones.- 31.0 a 37.2 mm de longitud; 23.3 a 31.5 de anchura; 16.6 a 24.1 mm de espesor; relaciones L/E, de 1.54 a 1.86; y P/A de 1.2 (Fig. 9).

Descripción.- Aunque la relación P/A, no es tan alta como lo señala Middlemiss (*en* Dieni *et al.*, 1975), la mayor anchura sí se localiza después de la longitud media; la valva ventral es mucho más convexa que en la especie anterior; la parte anterior elongada, la región anterior ancha, el foramen fuertemente labiado y la distintiva forma de la comisura anterior, le da a la mayoría de los miembros de esta especie una apariencia característica, aunque existe mucha variación en las proporciones y otras características (Fig. 11), y como se discutió anteriormente, en ocasiones es difícil distinguir ambas especies.

Discusión.- J. Sowerby (1815) describió a esta especie bajo el nombre de *Terebratula biplicata*, pero d'Orbigny y autores posteriores consideraron a esta especie en homonimia con *Anomia biplicata* Brocchi. D'Orbigny (1849) erigió el nuevo nombre específico *Terebratula dutempleana* expresamente como remplazo para *T. biplicata* Sowerby, por lo tanto por el artículo 72(d) del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, el ejemplar tipo de esta última también es el ejemplar tipo de *T. dutempleana* d'Orbigny. Sowerby (1815) ilustró cinco ejemplares pero sólo la figura 1 es la especie para la cual d'Orbigny propuso el nombre *dutempleana* y es la única citada en su sinonimia. Por lo tanto el original de esta figura fue elegido como el lectotipo de la especie. Los otros ejemplares ilustrados por Sowerby bajo el nombre *T. biplicata* son de una forma de la Warminster Greensand (Cenomaniano) que aún no han sido investigados en detalle, pero que seguramente pertenecen a otro género (Middlemiss, 1976, 1979).

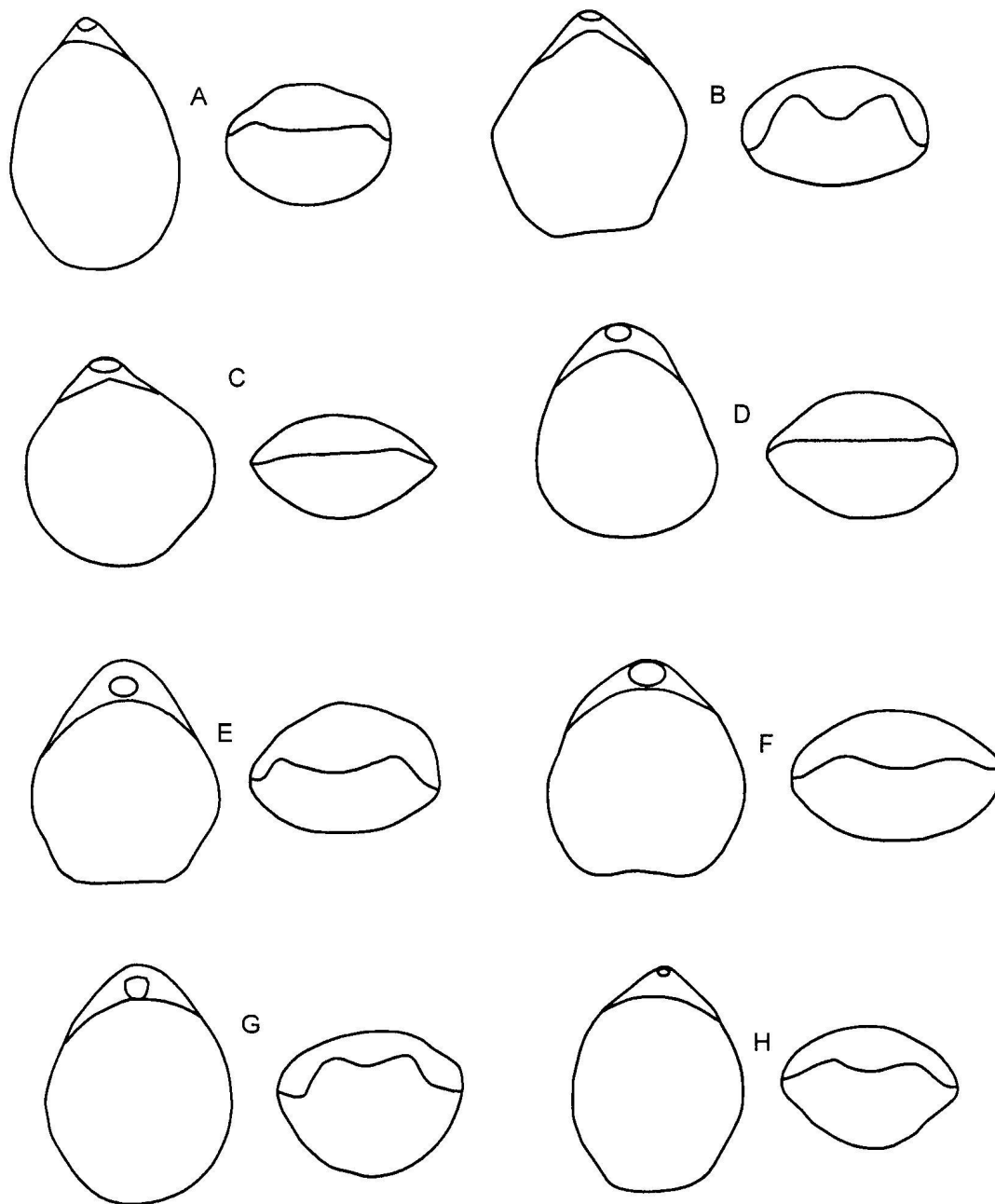


Figura 11.- Variación morfológica en el contorno, comisura anterior, y la posición y tamaño del foramen pedicelar en la especie *Moutonithyris dutempleana* (d'Orbigny): **A-C.** Sulser y Friebe (2002), Albiano; **D.** Dieni *et al.*, (1975), Aptiano superior; **E.** Gaspard (1976), Albiano; **F.** Owen (1988), Cenomaniano; **G-H,** Este trabajo, Aptiano. En el ejemplar señalado con la letra H, el foramen está cubierto parcialmente por el sedimento. Los dibujos no están a la misma escala.

El mismo d'Orbigny (1849) ilustró una variedad de formas bajo su nuevo nombre. Sus figuras 4 y 5 (que al parecer representan un solo ejemplar a pesar de la indicación de las láminas de que estos pertenecen a dos ejemplares diferentes) son de una forma que con certeza no son la misma especie de la figura 1 de Sowerby. Desafortunadamente este es el único de los ejemplares ilustrados por d'Orbigny que puede localizarse actualmente en la Colección de d'Orbigny en París. Gaspard (1974) ha identificado a esta especie bajo el nombre de *Praelongithyris rogeri*. De Loriol (en Pictet y de Loriol, 1872) ilustró como *T. dutempleana* a una serie de formas del Dominio Jura.

Cyrtothyris middlemissi, frecuentemente ha sido confundida con *Moutonithyris dutempleana*, y se diferencia en que ésta última tiene el umbo más erecto, casi incurvado y el foramen permesotirido. Internamente las placas cardinales sub-horizontales y en forma de cuña (cuneate) y la banda transversal de arcada-baja (Calzada, 1972; Middlemiss, 1980).

Algunos ejemplares también se asemejan a la especie *Loriolithyris melaitensis* (Middlemiss, 1980) en su contorno oval-alargado, la comisura anterior sulcificada y el foramen labiado, se diferencia de esta por la valva dorsal más plana y la comisura lateral casi recta. De *M. anglia* del Cenomaniano de Inglaterra (Owen, 1988) se diferencia por la biplicación más incipiente, la sínfisis no expuesta, el foramen labiado y la edad geológica.

Edad y distribución.- Aunque rara, esta especie ha sido reportada para el Aptiano superior de Cerdeña, Italia (Middlemiss en Dieni *et al.*, 1975) y el Aptiano del sureste de España y las Montañas Bakony, Hungría (Somody, 1989). Los ejemplares de la Formación San Juan Raya, identificados aquí como *M. dutempleana*, se suman a estos registros. En el Albiano es una especie con una amplia distribución geográfica, encontrándose en Inglaterra (Cambridge y área de Norkfolk) y muchas localidades de Francia. Se encuentra ampliamente distribuida en los últimos niveles del Cretácico Temprano en las regiones alpinas de Europa. Además aparece en los Cárpatos de Polonia, el norte de España, Ibiza, y en el Cenomaniano de Inglaterra y el Norte de Alemania. Otros registros posibles provienen del Albiano de Madagascar, el Cáucaso, la Crimea y la India. Los registros del Dominio Jura de Francia y Suiza requieren confirmación (Middlemiss, 1979; Owen, 1988; Sulser y Friebe, 2002). Este es el primer registro de la especie para América.

Ejemplares.- FCMP 96/396a, FCMP 96/397a, FCMP 96/397b, FCMP 97/820, FCMP 97/823 y FCMP 97/824.

Localidad.- Noreste de la Ranchería de San Lucas Teletetitlán, parte superior de la Formación San Juan Raya cerca del contacto con la Formación Cipiapa, Aptiano de Puebla.

Subfamilia **ROMBOTHYRIDINAE** Cooper, 1983

Género **CYRTOTHYRIS** Middlemiss, 1959

Especie tipo.- *Terebratula depressa* var. *cyrta* Walker, 1868, del Aptiano de Inglaterra.

Cyrtothyris sillimani (Imlay, 1937)

Lámina 6, figuras 1-16; texto-figs. 12-14.

1937a "*Terebratula*" *sillimani* Imlay, p. 572, lám. 83, figs. 1-5; texto-fig. 8.

1937a "*Terebratula*" *tamaulipana* Imlay, p. 573, lám. 83, figs. 6-11.

1980 *Cyrtothyris sillimani* (Imlay). Middlemiss, p. 518.

1981 *Cyrtothyris sillimani* (Imlay). Owen, p. 300, fig. 11-3 [11a-c]

1981 *Cyrtothyris tamaulipana* (Imlay). Owen, p. 300, fig. 11-3 [10a-c]

1990b *Cyrtothyris sillimani* (Imlay). Sandy, tabla 1.

Descripción enmendada.- *Cyrtothyris* de 19.2 mm a 36.4 mm de longitud (L), 17.7 mm a 32.2 mm de anchura (A) y de 10.0 a 24.4 mm de espesor (E); la relación L/A varía de 0.89 a 1.58 y relación L/E de 1.34 a 2.82 (Fig. 12). La concha presenta un contorno variable: subcircular, sub-pentagonal u oval. La mayoría de los ejemplares exhiben cierta tendencia a presentar un perfil ventral asimétrico. La concha está deprimida en perfil lateral, con la mayor convexidad cerca del umbo; la valva dorsal generalmente tiende a ser ligeramente menos convexa, hasta casi plana, aunque existen algunas formas equibiconvexas (Fig. 13). La comisura lateral es recta. La comisura anterior es casi rectimarginada, uniplicada o ligeramente uniplicada, con una variante ligeramente sulcificada. El umbo es ancho, masivo y erecto. El foramen es grande, circular, ligeramente labiado. La interárea triangular es ancha, flanqueada por unas crestas del pico subangulosas mesotíridas. Las placas deltoidales son muy pequeñas y están soldadas en sínfisis. La superficie de la concha es lisa pero con líneas de crecimiento finas y bien marcadas.

Morfología interna.- La descripción de la morfología se basa en las catorce secciones seriadas transversales que Imlay (1937a, Fig. 8) ilustró de un ejemplar de "*Terebratula*" *sillimani*, y que aquí se complementa (Fig. 14): las placas de la charnela en un inicio son ligeramente cóncavas (cuneate) y luego pasan a presentar una forma de V. El ángulo entre las bases y las ramas crurales varía de 98°-102°; las bases crurales están bien

desarrolladas; los procesos crurales se inclinan hacia sí mismas en aproximadamente 45°. La banda transversal es ancha, casi trapezoidal y de arcada baja.

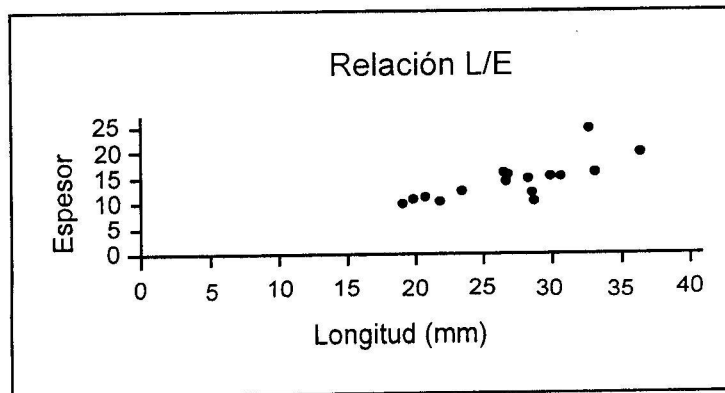
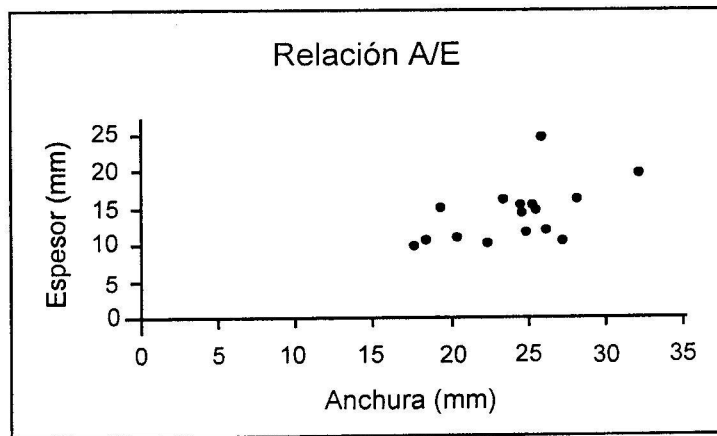
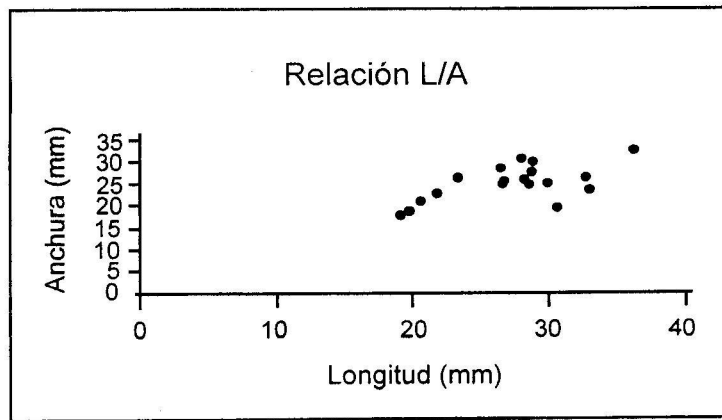


Figura 12.- Diagramas de dispersión que muestran las relaciones longitud/anchura, longitud/espesor y anchura/espesor en *Cyrtothyris sillimani* (Imlay).

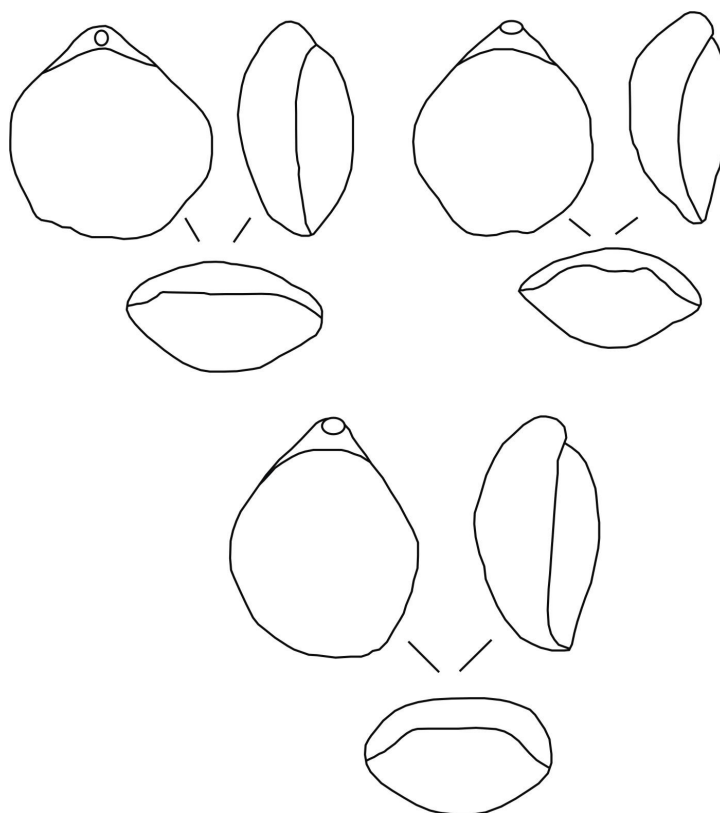


Figura 13.- Tres ejemplares que muestran el rango de variación en el contorno y convexidad en *Cyrtothyris sillimani* (Imlay).

Discusión.- Los representantes de los géneros *Cyrtothyris* Middlemiss y *Rectithyris* Sahni presentan muchas similitudes tanto en su morfología externa como en la interna. Internamente sus lazos tienen una forma triangular ancha y la banda transversal con una arcada-alta. Las impresiones musculares dorsales tienen el mismo arreglo, y las impresiones aductorales anteriores tienen una forma similar. Las crestas de las fosetas tienen la misma tendencia a encorvarse lateralmente a fin de encerrar a los dientes de la charnela, aunque esta tendencia está más desarrollada en *Rectithyris* (Middlemiss, 1959). Las principales diferencias en los géneros se encuentran en las placas cardinales y las ramas crurales (crura). Aunque ambos géneros poseen placas cardinales virgadas, en *Cyrtothyris*, estas pueden cambiar hacia delante y tener forma de palo de golf (clubbed), las láminas interna y externa tienen la misma longitud, cuando se observan en sección transversal y los procesos crurales y las quillas están bien desarrolladas. En *Rectithyris* la lámina interna es más corta que la externa, y no existen procesos crurales o quillas crurales verdaderas (Middlemiss, 1959; Cox y Middlemiss, 1978). Las placas cardinales virgadas que pasan a tener forma de palo de golf apoyan la inclusión de "*Terebratula*" *sillimani* en *Cyrtothyris* y no en *Rectithyris*.

En la especie tipo de *Rectithyris*, *Terebratula depressa* las bases crurales son más bajas, y las placas de la charnela son quilladas (Middlemiss, 1959, 1976; Cox y Middlemiss, 1978).

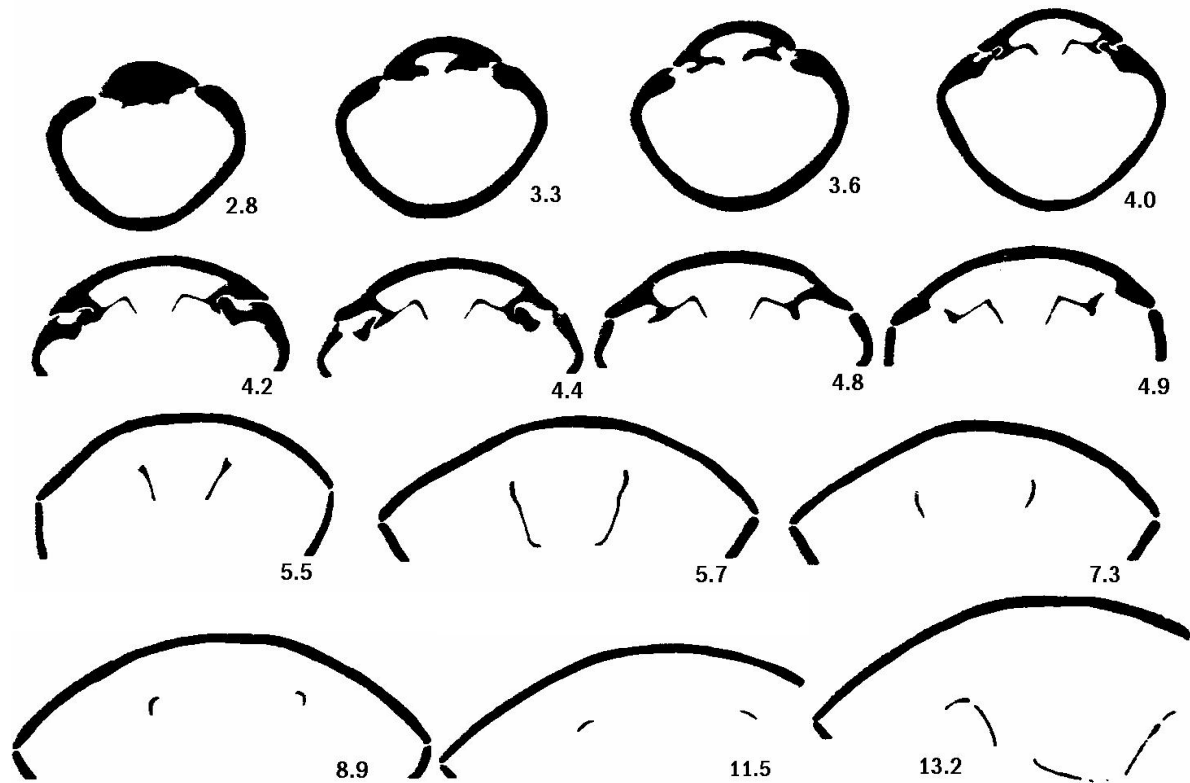


Figura 14.- Secciones seriadas transversales a través de *Cyrtothyris sillimani* (Imlay). En las secciones 3.3 y 3.6 se observan las placas cardinales cóncavas que pasan a ser virgadas (secciones 4.0 a 4.9). En la sección 5.7 se observa la máxima altura de los procesos crurales, y en la sección 13.2 se observa la banda transversal ancha, casi trapezoidal (Modificada de Imlay, 1937a).

Imlay (1937a) describió originalmente a las especies "*Terebratula*" *sillimani* y "*T.*" *tamaulipana* para la región de Miquihuana, Tamaulipas. Las secciones seriadas transversales que acompañan a la descripción de la primera pueden referirse a *Cyrtothyris* (Middlemiss, 1980; Owen 1981), un género descrito originalmente por Middlemiss (1959) del Aptiano superior de Upware, Inglaterra. Imlay (1937a, p. 573) distinguió a "*Terebratula*" *tamaulipana* de "*T.*" *sillimani* por el contorno más circular de esta última, la comisura anterior menos fuertemente uniplicada y la valva dorsal poco menos convexa. Sin embargo estas diferencias podrían deberse a la variación intraespecífica de la especie, ya que los ejemplares estudiados en este trabajo presentan formas circulares equibiconvexas y fuertemente uniplicadas y formas oval-alargadas con una valva dorsal menos convexa, casi plana; así como las mismas relaciones de L/A, L/E, y A/E (Figs. 12 y 13).

Cyrtothyris sillimani se distingue de la especie tipo *C. cyrta* (Middlemiss, 1959, 1976; Cooper, 1983), por su contorno menos circular, el foramen más pequeño y la falta de aplanamiento de la valva dorsal cerca de la comisura. Anteriormente Sandy (1990b, fig. 1) había considerado a *Terebratula tamaulipana* como sinónimo de *C. sillimani*, y en este trabajo se apoya la misma interpretación. La mayoría de los ejemplares tienden a presentar un contorno subcircular, con umbo corto. Es menor el número de ejemplares alargados y con umbo ligeramente más alargado.

Una característica particular de *Cyrtothyris sillimani* es la tendencia de la mayoría de los ejemplares a presentar cierto grado de distorsión en su contorno ventral; esta distorsión puede tener un componente ecológico y deberse al crecimiento de los individuos en grupos densos, como en el caso de '*Terebratula*' sp. del Tithoniano inferior de Saal, Bavaria (Fürsich y Palmer, 1984). Este tipo de distorsión también se presenta en la especie asociada *Colinella muellerriedi*, que se describe más adelante.

Aunque *Cyrtothyris sillimani* y *C. ndumuensis* (Owen, 1980), presentan el mismo grado de variación morfológica; esta última se diferencia de *C. sillimani* en su comisura anterior ligeramente sulcificada.

Un ejemplar incompleto se diferencia del resto de los ejemplares analizados al presentar un contorno oval-alargado y una uniplicación alta trapezoidal. Éste se asemeja mucho externamente a la especie *Cyrtothyris seeleyi* del Aptiano de Inglaterra (Middlemiss, 1959, lám. 18, figs. 3, 4). Sin embargo, el ejemplar está dañado en la parte posterior y no es posible observar la sínfisis, que es un carácter diagnóstico de la especie *C. seeleyi*. Además su comisura anterior es uniplicada, a diferencia de la comisura rectimarginada de *C. seeleyi*. *Cyrtothyris sillimani* (Imlay) se distingue por su sínfisis menos desarrollada y su contorno sub-circular.

Como se mencionó al principio de la discusión los géneros *Cyrtothyris* Middlemiss y *Rectithyris* presentan mucha similitud en su morfología externa, por esta razón se revisaron el mayor número posible de especies pertenecientes a ambos géneros. Las especies revisadas fueron: *Cyrtothyris cyrta* (Middlemiss, 1959, 1976; Cooper, 1983), *C. dallasi*, *C. seeleyi*, *C. uniplicata* (Middlemiss, 1959), *C. middlemissi* (Calzada, 1972; Middlemiss, 1980; Viera y Calzada, 1991), *C. cantabridgiensis* (Middlemiss, 1976), "*C.*" *maynci* (Owen, 1976), *C. ndumuensis* (Owen, 1980), *C. undisona* (Cooper, 1993), *Rectithyris depressa* (Sahni, 1929), *R. visquesneli* (Popiel-Barczyk, 1972), *R. shenleyensis* (Cox y Middlemiss, 1978), *R. wrightorum* (Owen, 1988), *R. calvezi* (Calzada y Calvez, 1991), *R. vespertina* (Cooper, 1955) y *R. whisky* (Sandy, 1991b).

Edad y distribución.- Autores como Middlemiss (1980) señalan la extensión del Dominio Boreal en algunas partes del norte de México, por lo que la presencia de *Cyrtothyris sillimani* en Tamaulipas, coincide con la típica distribución boreal del género. *Cyrtothyris sillimani* es una especie endémica del Valanginiano de México y junto con "*C.*" *maynci*, del Valanginiano de Groenlandia, constituyen las especies más antiguas del género.

Ejemplares.- FCMP/M4-14, FCMP/M4-15, FCMP/M4-16, FCMP/M4-17, FCMP/M4-18, FCMP/M4-19, FCMP/M4-20, FCMP/M4-21 y FCMP/M4-22.

Localidad.- "El Tanque", "Cuerpo Margoso de Miquihuana", Valanginiano de Tamaulipas.

Suborden **TEREBRATELLIDINA** Muir-Wood, 1955

Superfamilia **DALLINOIDEA** Beecher, 1893

Familia **KINGENIDAE** Elliot, 1948

Subfamilia **KINGENINAE** Elliot, 1948

Género **DZIRULINA** Noutsoubidze, 1945

Especie tipo.- *Terebratula dziroulensis* Anthula, 1899, del Albiano del Cáucaso.

***Dzirulina* sp. 1**

Lámina 7, figuras 1-8, 17-20.

Diagnosis.- *Dzirulina* de contorno subcircular a oval. Biconvexa en perfil lateral. Umbo corto y masivo. Placas deltoidales generalmente bien expuestas. Línea cardinal moderadamente ancha; interárea pequeña; comisura anterior ligada o débilmente uniplicada.

Descripción.- *Dzirulina* de concha pequeña, de 9.6 a 16.7 mm de longitud, 9.1 a 13.9 mm de anchura y 4.5 a 8.3 mm de grosor, la relación L/A es cercana a 1.1, el contorno es subcircular; variablemente equibiconvexa en perfil lateral. La comisura anterior varia de ligada a débilmente uniplicada, las comisuras laterales son rectas. El umbo es corto, ancho y masivo, bien desarrollado y ligeramente saliente (produced), con un pico subrecto, permesotírido; las crestas del pico son agudas y definen una interárea extensa con un deltidium pequeño, bien expuesto y un foramen circular, moderadamente grande. La superficie de la concha es lisa, con algunas líneas de crecimiento débiles. La concha es endopuntuada.

Discusión.- *Dzirulina* sp. 1 se distingue por su contorno circular, de las especies *D. pseudojurensis* (Smirnova, 1960; Owen, 1970; Dieni *et al.*, 1975; Somody, 1989); *D. plana* (Smirnova, 1960), *D. convexa* (Smirnova, 1960; Somody, 1989), *D. marianovkensis* (Owen, 1970), *D. regularis* (Smirnova, 1960), *D. ovula* (Anderson, 1938; Sandy *et al.*, 1995), *Dzirulina* sp. (Somody, 1989). Se asemeja en el contorno general y la convexidad de la concha, y el umbo a las especies *Dzirulina haughtoni* del Aptiano de Sudáfrica (Owen, 1980) y *D. elliptica* del Barremiano de Georgia (Kvakhadze, 1972), difiriendo por su menor tamaño y el menor número y desarrollo de las líneas concéntricas de crecimiento. Estas diferencias, las distribuciones endémicas y los cortos alcances estratigráficos de las diferentes especies de este género, nos permiten incluir a estos ejemplares dentro de una especie nueva.

Los ejemplares de *Dzirulina* sp. 1 difieren de la especie *Dzirulina* sp. 2, descrita más adelante, en sus menores dimensiones, en la relación L/A cercana a 1.1, el contorno subcircular, la comisura débilmente uniplicada (Fig. 14), en el menor número y menor desarrollo de las líneas de crecimiento.

Dzirulina sp. 1 también se asemeja en su contorno y sus dimensiones a las variantes subcirculares de otros dallinidos como *Psilothyris tamarindus* (Owen, 1965; Middlemiss 1968; Calzada 1976) y *P. chloris* (Calzada, 1976); estas dos últimas especies a menudo confundidas entre sí. *Dzirulina* sp. 1 difiere de estas especies en la menor convexidad de la valva ventral, las comisuras lateral y anterior, recta y ligada, respectivamente; el foramen más grande, permesotírido y el umbo suberecto; además la especie *Psilothyris chloris* tiende a presentar un contorno subcircular con sus bordes más rectos que les da una apariencia subpentagonal. Internamente el género *Dzirulina* (Kvakhadze, 1972, fig. 2) difiere de *Psilothyris* (Owen, 1965; Middlemiss, 1968, fig. 11; Calzada, 1976, figs. 22, 23; Sandy, 1986b), en el septo medio que es más corto. Ésto también provoca que la conexión entre éste y las placas de la charnela sea más breve a lo largo de la valva dorsal. Otra diferencia es la ausencia de una capucha laqueneiforme hacia la parte más anterior. *Dzirulina* sp. 1 también se asemeja en su contorno general y dimensiones a algunas variantes subcirculares de *Kingena* cf. *K. mesembrina* del Santoniano-Campaniano de la Península Antártica (Sandy, 1991b, fig. 4[24-27]).

Ejemplares.- FCMP 99/27, FCMP 99/28, FCMP 99/29, FCMP 02/160.

Localidad.- “El Martillo”, Formación San Lucas, Miembro Superior Las Fraguas, Aptiano de Michoacán.

***Dzirulina* sp. 2.**

Lámina 7, figuras 9-16; Lámina 8. figuras 1-8.

Diagnosis.- *Dzirulina* de contorno oval-alargado a subpentagonal-alargado; equibiconvexa en perfil lateral; comisura anterior uniplicada. Umbo corto y masivo. Placas deltoidales generalmente bien expuestas.

Descripción.- *Dzirulina* mediana de 18.4 a 20 mm de longitud, 12 a 16.4 mm de anchura y 8.7 a 11.7 mm de grosor, en estos ejemplares la relación L/A es muy variable, va de 1.14 a 1.57; su contorno es oval-alargado o subpentagonal-alargado; la concha es equibiconvexa en perfil lateral; la comisura anterior presenta una uniplicación débil o fuertemente trapezoidal, las comisuras laterales son rectas; la interárea es ancha, triangular, las crestas del pico están bien marcadas y son angulosas; en los ejemplares el sedimento oculta al foramen, o el umbo ventral está fragmentado, imposibilitando ver la forma de la interárea y el deltidium; el foramen es circular, pequeño, permesotírido. La concha es lisa, pero con líneas de crecimiento bien marcadas, que aumentan de densidad hacia el margen anterior.

Discusión.- Esta forma de *Dzirulina* presenta un mayor rango de variación que la forma anterior, en su contorno, el desarrollo de la comisura anterior y el grado de convexidad. Esta variabilidad ocasiona que de manera individual algunos ejemplares se asemejen a otras especies de este género: unos ejemplares se asemejan ligeramente a *Dzirulina pseudojurensis* (Owen, 1970, lám 9, figs. 2, 4) en su contorno, el tipo de foramen pedicelar y las líneas de crecimiento bien marcadas; diferenciándose de esta última por la comisura anterior uniplicada y recta, y porque la mayor anchura se encuentra en la línea media o en posición anterior a la misma. Por otra parte, los ejemplares se asemejan en sus dimensiones y contorno subpentagonal a la especie *Dzirulina regularis* (Smirnova, 1960; Owen, 1970, lám. 10, fig. 5), que es ligeramente más alargada, presentando su mayor anchura posterior a la línea media, y posee un pico subrecto, y una comisura anterior fuertemente uniplicada, casi trapezoidal.

Dentro de los ejemplares recolectados se encuentra un ejemplar subpentagonal (Lám. 8, figs. 5-8), similar en el contorno y biconvexidad a *Dzirulina nettletonensis* (Owen, 1970), diferenciándose ésta por su mayor tamaño y su comisura ligada y recta. También es similar a *Waconella wacoensis* (Perkins, 1960; Owen, 1970), de la que se diferencia por su menor tamaño y la presencia de un septo medio visible.

Observaciones.- Noutsoubidze (1945) basó su género *Dzirulina* en la especie *Terebratula dziroulensis* Anthula del oeste de Georgia, pero él no ilustró, ni describió las

estructuras internas de la especie tipo. En una revisión del género *Dzirulina*, Kvakhadze (1972) presentó un conjunto de secciones seriadas transversales de un ejemplar de *D. dziroulensis* de la localidad tipo, las cuales son muy parecidas a las secciones seriadas que Smirnova (1960) presentó para su género *Belothyris*, por lo que actualmente ambos géneros son considerados como sinónimos (Kvakhadze, 1972; Owen, 1980), pero teniendo el género *Dzirulina* la prioridad por la fecha de su publicación. Somody (1989), menciona también la similitud entre estos dos géneros, pero al parecer desconoce los trabajos de Kvakhadze (1972) y Owen (1980) y continúa utilizando el nombre *Belothyris* al asignar varios ejemplares del Aptiano de las Bakony Mountains, Hungría, a este género. Sin embargo Somody señala que el nombre de la especie tipo *Terebratula dziroulensis*, está en desuso, ya que ésta no se ilustra ni se describe en los trabajos posteriores a la publicación original de Anthula (1899); él la ubica con un signo de interrogación en la sinonimia de la especie *B. pseudojurensis*.

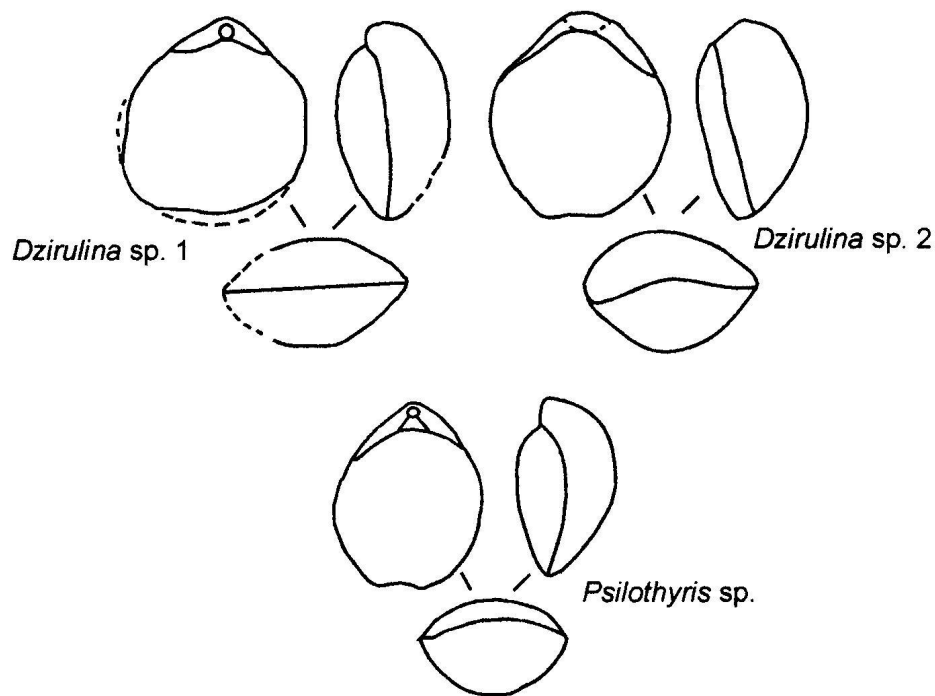


Figura 15.- Dallinidos del Miembro Superior Las Fraguas de la Formación San Lucas, en la localidad "El Martillo".

Edad y distribución.- El género *Dzirulina* se distribuye en el Hauteriviano y Barremiano de Europa central y occidental, específicamente del Hauteriviano de Suiza y este de Francia y posiblemente Hauteriviano de Inglaterra; Barremiano-Aptiano del norte del Cáucaso; Barremiano del Río Tskaltsitela, Georgia; probablemente del Aptiano Superior del norte de Zululand, Sudáfrica; ¿Aptiano? de Pezu, Pakistán; parte superior del Albiano inferior del

norte de California (Owen, 1973, 1980; Sandy *et al.*, 1995). *Dzirulina* sp. 1, *Dzirulina* sp. 2 representan los primeros registros del género para México.

Ejemplares.- FCMP 99/26, FCMP 99/30, FCMP 99/32, FCMP 02/159, FCMP 02/169.

Localidad.- “El Martillo”, Formación San Lucas, Miembro Superior Las Fraguas, Aptiano de Michoacán.

Género **PSILOTHYRIS** Cooper, 1955

Especie tipo.- *Psilothyris occidentalis* Cooper, 1955, del Albano de Arizona.

Psilothyris sp.

Lámina 8, figuras 9-12.

Diagnosis enmendada del género.- Contorno circular o alargado-oval o pentagonal. Anchura máxima aproximadamente a la mitad de la longitud de la valva dorsal. Biconvexa en perfil lateral, la valva dorsal puede estar más plana. Comisura lateral casi recta; la comisura anterior es rectimarginada, uniplicada o ligada. El umbo pedicelar es suberecto o erecto. Las agudas crestas del pico definen una interárea ancha que es subparalela a la línea cardinal. El foramen pedicelar es circular, mesotírido, de tamaño pequeño a grande. La línea cardinal varía de redondeada a casi-recta. Placas deltoidales bien expuestas, unidas o no. Las lámelas dentales están subparalelas. El septalio es cóncavo hacia la parte posterior de la concha. Las placas cardinales son subhorizontales. Las crestas internas de las fosetas están diferenciadas y dobladas de manera angular a partir de las placas cardinales. Más adelante, en la unión del septalio con las placas cardinales se desarrolla una cresta media; las placas se pueden sobrelapar. Las ramas crurales son triangulares o subcuadradas en sección transversal. Los procesos crurales convergen ventralmente, la banda transversal es ancha. El septo medio es corto y alcanza menos de un tercio de la longitud de la valva dorsal (Sandy, 1986b).

Descripción.- *Psilothyris* de concha biconvexa. El contorno es oval-subpentagonal. La comisura anterior es uniplicada. La anchura máxima se encuentra a media longitud de la valva dorsal o poco más anterior. El umbo es masivo, suberecto; las crestas del pico son angulosas. Las placas deltoidales no están unidas. El foramen es grande, mesotírido. La superficie de la concha presenta marcadas líneas concéntricas de crecimiento. En la valva

dorsal de un ejemplar parcialmente decorticado (FCMP-99/25) se logra observar un septo medio que alcanza casi 1/3 de la longitud de la valva dorsal.

Discusión.- *Psilothyris* sp. se distingue por su contorno oval-pentagonal; se asemeja en su morfología externa a una forma que Owen (1981, fig. 11-3[4a-c]), ilustró como ?*Psilothyris* sp. del Albiano de Francia. Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con una descripción del ejemplar que permita hacer una comparación más detallada; la única diferencia observable a partir del único ejemplar ilustrado por Owen, es la forma ligada de la comisura, mientras que en las formas de la Formación San Lucas es uniplicada. *Psilothyris* sp. se diferencia de la especie tipo *P. occidentalis* (Cooper, 1955) en su contorno más oval, la comisura anterior menos inclinada y la valva dorsal más convexa.

Psilothyris sp. también se asemeja en su contorno oval-pentagonal a otros terebratellidinos, como *Zittelina orbis* (Owen, 1970) del Jurásico Superior de Alemania; se diferencia de esta especie por la mayor anchura ubicada de manera más anterior, y la comisura anterior uniplicada.

Cooper (1955) describió una fauna de braquiópodos de la Caliza Mural de Arizona, dentro de la cual estableció al género *Psilothyris*, y como especie tipo a *P. occidentalis*. Ilustró varios ejemplares tratados con ácido, en los que describió las etapas precampagiforme, terebrataliforme y dalliniforme del desarrollo del lazo (Cooper, 1955, lám. 3, figs. 4-24). Además en la misma lámina ilustró (lám. 3, fig. 25) para comparación el cardinalia, sin el lazo braquial de un ejemplar de la Lower Greensand de Faringdon, Berkshire, el cual identificó como *Psilothyris tamarinda* (J. de C. Sowerby). El nombre *tamarinda* se debe a un error ortográfico de Cooper, ya que la especie fue asignada originalmente como *Terebratula tamarindus* J. de C. Sowerby. Más tarde Owen (1965) establece al género *Tamarella* y menciona la estrecha similitud entre su género y *Psilothyris* Cooper, haciendo hincapié en la necesidad de estudios posteriores, ya que en ese momento no se contaba con las secciones seriadas de la especie tipo del género *Psilothyris*, que permitieran establecer la posible sinonimia entre ambos géneros. Sandy (1986b) resuelve este problema al presentar las secciones seriadas a través de un ejemplar de *P. occidentalis*. Internamente *Psilothyris* también se asemeja al género *Rugitella* (Owen, 1965, p. 70), por ejemplo, ambos presentan unas lámelas dentales divergentes, un septalio ancho y somero, anteriormente arqueado y las placas cardinales fusionadas. Lobacheva (1966) describió varias especies bajo el género *Psilothyris*, pero posiblemente estas estén mejor ubicadas bajo el género *Advenina* (Sandy, 1986a).

Edad y distribución.- *Psilothyris* Cooper es un género con una extensa distribución geográfica en el Berriasiano?-Hauteriviano?-Albiano, incluso Cenomaniano. Está registrado en Inglaterra, Francia, España, Suiza, Italia (Cerdeña), los Dinárides, Hungría (los Cárpatos), Bulgaria, la Crimea, el norte del Cáucaso, Kazajstán (Mangyshlak), norte de África, Arizona y México. Estos registros y los de Calzada (1976) indican una amplia distribución para el género (Sandy, 1986b; Manceñido, 1989, 2002). Sandy (1986a), menciona que los registros estratigráficamente más tempranos de este género en el Cretácico de Lobacheva (1966), pertenecen al género *Advenina*. Manceñido (1989, 2002) reporta su presencia en el Aptiano de la Tierra del Fuego. Los registros previos para México de este género son los de Cooper (1955) en el Albiano de Santa Rosa, Sonora y Ortiz-Hernández y Martínez-Reyes (1993), en la Caliza La Perlita en el Terreno Guerrero, en el Estado de Guanajuato, ambos reportaron a la especie *P. occidentalis*. La presencia de *Psilothyris* en Huetamo, Michoacán, amplía la distribución del género para México.

Ejemplares.- FCMP 02/143, FCMP 02/171.

Localidad.- “El Martillo”, Formación San Lucas, Miembro Superior Las Fraguas, Aptiano de Michoacán.

Familia **LAQUEIDAE** Thomson, 1927

Subfamilia **LAQUEINAE** Thomson, 1927

Género **COLINELLA** Owen, 1981

Colinella muellerriedi (Imlay, 1937)

Lámina 8, figuras 13-20; Lámina 9, figuras 1-16; texto-figs. 16, 17.

Especie tipo.- *Antipthychina? muellerriedi* Imlay, 1937a, del Valanginiano de México.

1937a *Antipthychina? mulleriedi* [sic] Imlay, p. 568, lám. 82, figs. 9-24; texto fig. 4.

1937a *Antipthychina? lata* Imlay, p. 569, lám. 82, figs. 1-7; texto fig. 5.

1981 *Colinella muellerriedi* (Imlay) Owen, p. 306, fig. 11-3 (9a-c).

Diagnosis.- *Colinella* de contorno subcircular, oval o subpentagonal. Valva ventral mucho más convexa que la dorsal.

Descripción enmendada.- *Colinella* de tamaño pequeño a mediano, de 9.6 a 20.9 mm de longitud, 6.4 a 19.6 mm de anchura y 4.8 a 16 mm de espesor (Fig. 16). Su contorno es muy variable, subcircular, oval-ancho, oval-alargado o subpentagonal (Fig. 17). La anchura máxima varía en posición, aunque generalmente en posición media. La concha es biconvexa. El máximo espesor en posición media. La comisura anterior generalmente es buplicada y en algunas formas juveniles y adultas es unisulcada. La comisura lateral se curva ligeramente hacia la valva ventral y anteriormente se curva abruptamente hacia la valva dorsal.

La valva ventral es más convexa que la dorsal, llegando a ser casi globosa. El umbo de la valva ventral es corto y subrecto, casi en contacto con la valva dorsal. Las crestas del pico son subangulosas y mesotíridas. El foramen pedicelar es pequeño e imperceptible.

El ángulo apical es de unos 105° a 115°. Hacia la parte media de la valva ventral hay un sulcus estrecho y somero, de longitud variable relacionado con la comisura anterior, bien delimitado por dos carenas, cuyos flancos están deprimidos. La valva dorsal es planoconvexa con un pliegue delgado y de longitud variable limitado por dos sulcus que corresponden con el relieve de la valva ventral. Algunas variantes presentan una comisura anterior unisulcada, en la que sólo se desarrolla un sulcus dorsal ancho y profundo y un pliegue ventral bien desarrollado (Fig. 17). La concha es lisa, pero marcada por finas líneas de crecimiento, y está densamente endopuntuada.

La descripción de la morfología interna se basa en las secciones seriadas transversales ilustradas por Imlay (1937a, fig. 4) y Owen (1981, fig. 11-1): la valva ventral tiene un contorno semicircular con una concha gruesa; las placas dentales son cortas, engrosadas y ligeramente convergentes, y soportan a dos dientes cardinales subcuadrados, inclinados hacia el interior que encajan perfectamente dentro de unas fosetas de la misma forma. La valva dorsal presenta un septalio ancho y somero que se va ensanchando hacia la parte anterior, dando origen a unas placas cardinales alargadas-triangulares soportadas por un sólido septo medio, bajo y persistente. Las ramas descendentes del lazo braquial se extienden desde los extremos distales de las placas cardinales y parecen conectarse hacia la parte anterior con el septo medio. Las ramas ascendentes desarrollan una ancha capucha laqueiforme rectangular con una abertura central ancha y espinas laterales (Fig. 18).

Discusión.- Imlay (1937a) describió originalmente a los dallinidos del Valle de Miquihuana, Tamaulipas, asignándolos tentativamente al género jurásico *Antipthychina* Zittel, 1880, un zeillérido de Europa. Más tarde, Owen (1981) comparó las secciones seriadas de *A. ? muellerriedi* Imlay (1937a, fig. 4) con unas más completas que él mismo realizó de otro ejemplar de *A. muellerriedi* de la localidad tipo (Owen, 1981, fig. 11-1), y de un ejemplar del

Hauteriviano de Safi, Marruecos (Owen, 1981, fig. 11-2). Este autor mencionó la gran similitud entre estas dos secciones seriadas y las asignó al género *Colinella*. Estas secciones seriadas también son muy parecidas a las del género *Waconella* del Comancheano de Texas, en lo que se refiere al septo medio, el septalio y las placas cardinales; éstas difieren de *Waconella*, en tener el punto de fijación para las ramas descendentes sobre el septo medio del lazo braquial localizado más adelante y en poseer espinas laterales sobre la capucha laqueiforme (Owen, 1981, p. 306). Imlay (1937a, p. 569) describió a la especie *Antipthychina? lata*, diferenciándola de *A.? muellerriedi* por su mayor anchura y su buplicación más débil. Sin embargo, al revisar casi doscientos ejemplares, lo que Imlay consideró originalmente como dos especies, aquí se considera como variación intraespecífica (Figs. 16 y 17), encontrándose incluso formas de contornos subcirculares y ovals, y formas fuertemente buplicadas. Otro aspecto interesante es la tendencia a la asimetría en el contorno de la mayoría de los ejemplares.

Al comparar las secciones seriadas transversales de *Antipthychina? muellerriedi* y *A.? lata* que Imlay (1937a, figs. 4 y 5) ilustró, la única diferencia observable es el septo medio más alto de *A.? lata*.

En 1940, Imlay describió e ilustró una serie de secciones seriadas a través de una especie referida como *Antipthychina? formosa* (Imlay, 1940 fig. 7). Esta serie es más completa que las previas (Imlay 1937a), y se asemeja mucho a las secciones seriadas ilustradas por Owen (1981, figs. 11-1, 11-2) de *Colinella muellerriedi* y *Colinella* sp., excepto únicamente porque no es posible observar la capucha laqueiforme con sus típicas espinas laterales. Calzada (1987) erigió al género y especie nuevos *Nekvasiloveia magransi*, y después la reubicó en el género *Colinella* (Calzada y Urquiola, 1998), incluyendo en su sinonimia a la *Colinella* sp. ilustrada por Owen (1981, fig. 11-3[8a-c]), ampliando así la distribución del género hasta el Hauteriviano inferior de las Provincias de Castellón y Valencia, España. Sin embargo, aunque el ejemplar ilustrado por Calzada (1987, fig. 3) como *Nekvasiloveia magransi* se asemeja externamente mucho a las especies de México y Marruecos, las secciones seriadas ilustradas por Calzada (1987, fig. 2) difieren en algunas características típicas del género, como la forma del contorno de la valva ventral, la forma del septalio y las placas cardinales, además de que no es posible observar la capucha laqueiforme.

Colinella muellerriedi (Imlay) se diferencia de *C. magransi* (Calzada) en su contorno menos pentagonal-alargado, la intraplicación más profunda, la valva dorsal ligeramente más convexa, el umbo erecto, y el foramen imperceptible. De *C. formosa* (Imlay, 1940) se

diferencia en su perfil lateral más globoso, su pico relativamente más pequeño, y el foramen pedicelar más pequeño, casi imperceptible.

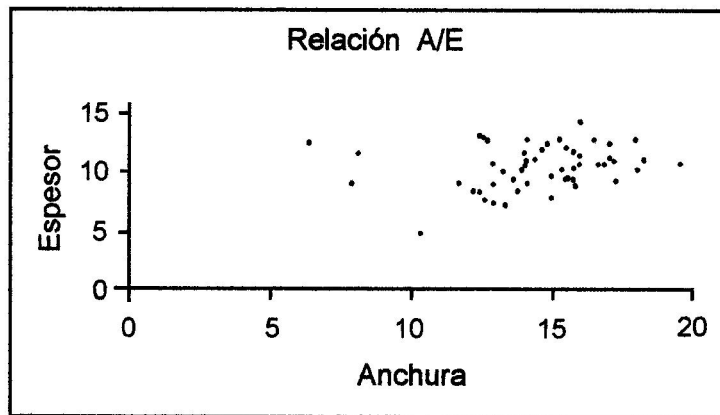
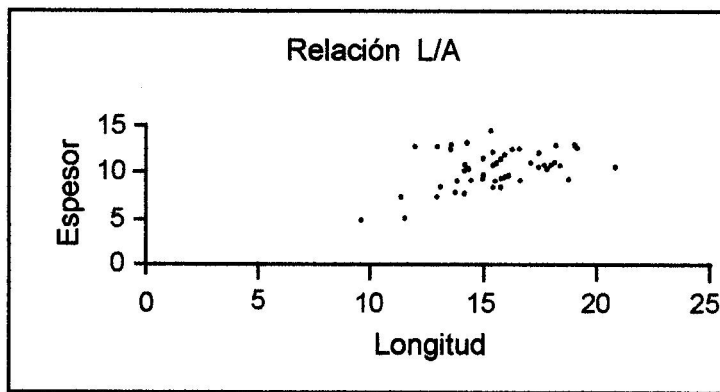
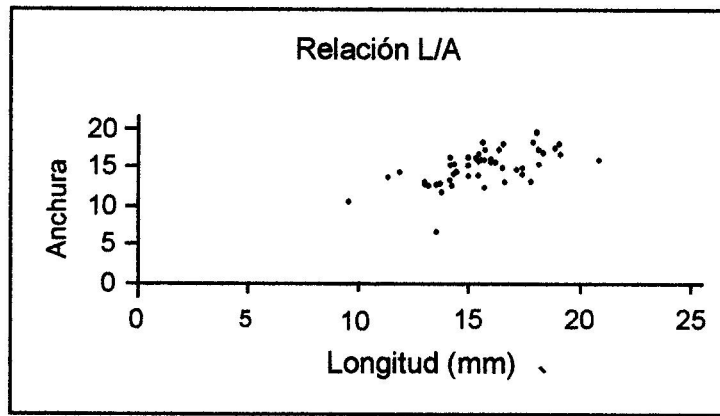


Figura 16.- Diagramas de dispersión que muestran la relación entre la longitud, la anchura y el espesor de 50 ejemplares de *Colinella muellerriedi*.

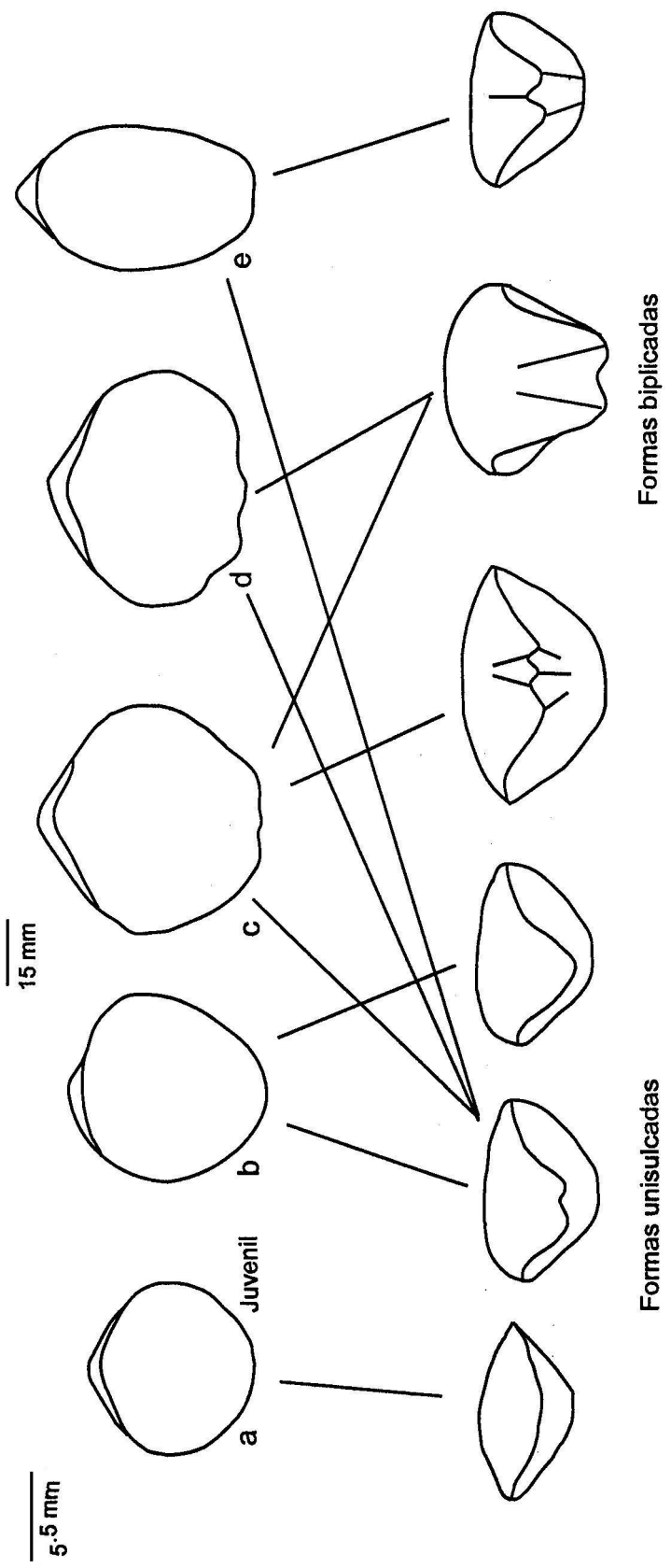


Figura 17.- Variación intraespecífica en el contorno y la comisura anterior en *Colinella muelleri*. Escalas a = 5.5 mm, b-e = 15 mm

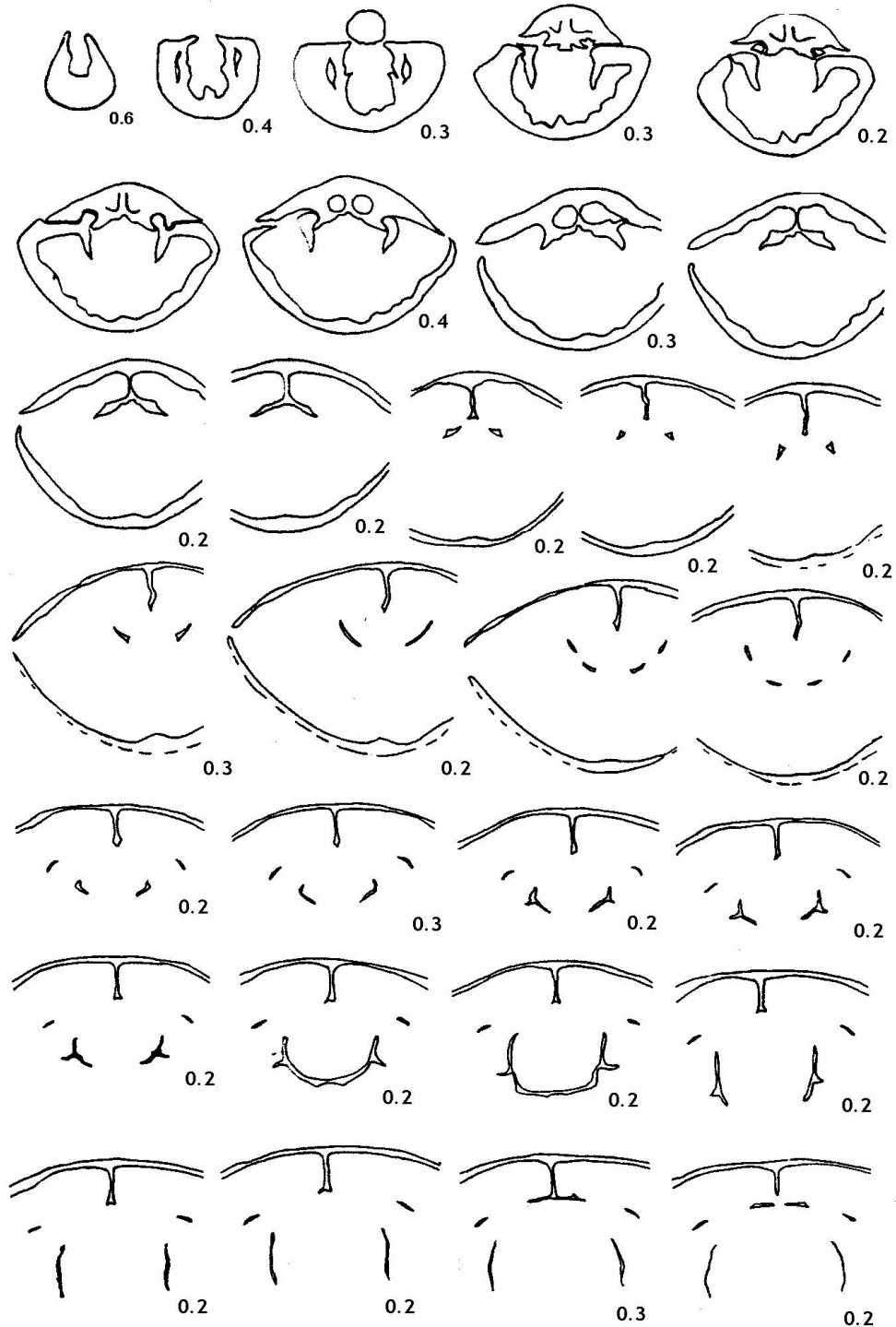


Figura 18.- Treinta secciones seriadas a través de un ejemplar de *Colinella muellerriedi* (Imlay)
(Modificada de Owen, 1981).

Edad y distribución.- El género *Colinella* presenta una distribución Tethysiana-Jurasiana, registrada para el Valanginiano y Albiano de México (Imlay, 1937a, 1940; Owen en González-León y Jacques-Ayala, 1988) y el Hauteriviano de España y Marruecos (Owen,

1981; Calzada, 1987; Calzada y Urquiola, 1998). La especie *Colinella muellerriedi* (Imlay) es la más abundante de las encontradas en la localidad “El Tanque” del Valle de Miquihuana. Owen identificó esta especie en el Albiano de la Caliza Mural en Sonora (González-León y Jacques-Ayala, 1988).

Ejemplares.- FCMP/M4-23, FCMP/M4-24, FCMP/M4-25, FCMP/M4-26, FCMP/M4-27, FCMP/M4-28, FCMP/M4-29, FCMP/M4-30, FCMP/M4-31, FCMP/M4-32, FCMP/M4-33, FCMP/M4-34, FCMP/M4-35, FCMP/M4-36, FCMP/M4-37, FCMP/M4-38, FCMP/M4-39, FCMP/M4-40, FCMP/M4-41 y FCMP/M4-42.

Localidad.- “El Tanque”, “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Valanginiano de Tamaulipas.

DISCUSION

I. Ambientes de Depósito y Paleoecología

a. “Cuerpo Margoso de Miquihuana”

La Plataforma de Valles-San Luis Potosí es una provincia geológica que fue descrita en 1969 por Carrillo-Bravo, localizada en el Altiplano Mexicano. Abarca la parte central del estado de San Luis Potosí y áreas pequeñas de los estados de Guanajuato, Querétaro, Tamaulipas y Nuevo León (Basañez-Loyola *et al.*, 1993). Según Carrillo-Bravo (1969) fue un segmento de la corteza constituida por rocas paleozoicas y triásicas que fueron intensamente plegadas, falladas y erosionadas que dieron origen a una estructura en forma de meseta, sobre la cual se depositaron con carácter transgresivo las rocas del Jurásico Superior y del Cretácico (Tavitas y Solano, 1984).

En el Jurásico Superior se presentó actividad tectónica de suma importancia para Norte América, cuando se inicia la abertura del Golfo de México (Viniestra-Osorio, 1971, 1980). En esta época los mares alcanzaron gran amplitud en todo el país, iniciándose la actividad geológica de sedimentación marina más importante de México, (López-Ramos, 1981; Alencáster, 1995). En el noreste el ambiente continental se modificó mediante una transgresión marina a un conjunto de tres islas jurásicas denominadas, Agua Nueva-Río Verde al poniente, Miquihuana al norte y Tanchipa al sureste, islas que limitaron la parte oriental del geosinclinal central del Jurásico Superior. Estas islas formaron parte de un grupo mayor de islas distribuidas hacia el oriente, conocidas como el Archipiélago Tamaulipeco, parcialmente cubierto por rocas sedimentarias marinas, con cambios laterales muy bien marcados, y reconocidos en las formaciones Tamán (cuenca) y Pimienta (neríticos abiertos) en la zona norte; La Casita (costeros o del nerítico superior), La Caja, y Olvido (cuencas restringidas o lagunares) y Zuloaga (mar somero) en el NE de México, con sus equivalentes Cotton Valley, Buckner, y Smackover en Texas y San Andrés (mares someros y lagunares) en la zona de Poza Rica (Carrillo-Bravo, 1971; López-Ramos, 1981; Tavitas y Solano, 1984).

Durante el Cretácico, el conjunto de las tres islas fue totalmente cubierto por sedimentos de ambiente nerítico originándose así la Plataforma Valles-San Luis Potosí. Al mismo tiempo, el resto del Archipiélago jurásico fue cubierto por rocas de ambiente profundo, formándose la Cuenca Mesozoica Tampico-Tuxpan (Tavitas y Solano, 1984).

En la Plataforma Valles-San Luis Potosí se depositaron rocas lagunares del Cretácico Inferior (Formación Guaxcamá), rocas arrecifales y lagunares del Cretácico Superior

(Formación El Abra), rocas infraneríticas transgresivas de la Formación Tamasopo, así como rocas lagunares y epineríticas de la misma Formación Tamasopo en su porción superior y depósitos litorales de la Formación Cárdenas (Tavitas y Solano, 1984). Autores como Middlemiss (1980) y Owen (1981) han mencionado que durante el Cretácico Inferior algunas partes del norte de México presentaban condiciones ecológicas similares a las que existían en esa misma época en partes del sureste de Francia y en Marruecos.

Los sedimentos que constituyen al “Cuerpo Margoso de Miquihuana” (Fig. 19), fueron depositados en un ambiente lagunar de aguas someras, con abundancia de material terrígeno. La macrofauna reportada incluye a los siguientes organismos: el gasterópodo *Harpagodes* aff. *mexicanus*; los bivalvos *Exogyra reedi*, *Lucina* aff. *kellumi*, *Astarte* cf. *A. durangensis*, los cefalópodos *Thurmaniceras* sp., *T. novohispanicus*, *Cymatoceras* cf. *C. neocomiensis* y *Olcostephanus filiter*, y los braquiópodos *Colinella muellerriedi*, *Cyrtothyris sillimani* y *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay, 1937a; Carrillo-Bravo, 1971). Tavitas (en Carrillo-Bravo, 1971) identificó a la siguiente microfauna: *Calpionella alpina*, *C. darderi*, *C. elliptica*, *Tintinopsella carpatica*. En esta localidad los braquiópodos son los organismos más abundantes; se encuentran en nódulos de caliza, y las conchas están articuladas en perfecto estado de preservación, inclusive con parte de la concha original; en otros ejemplares la concha está completamente disuelta o parcialmente decorticada, formando moldes. Dentro de los ejemplares colectados destacan por su abundancia y variación morfológica el dallinido *Colinella muellerriedi*. Varios puntos nos pueden indicar que los braquiópodos de esta localidad estaban formando parte de una asociación de vida, que se depositó *in situ* o que fue arrastrada no muy lejos de su sitio original de muerte, como son: (a) La abundancia de estos braquiópodos en una sola capa y formando nódulos, lo que indica cierto grado de apiñamiento de los braquiópodos; ésto se observa claramente por la presencia casi monoespecífica en cada nódulo y un contorno asimétrico de la mayoría de los ejemplares; (b) valvas completamente articuladas y la ausencia de restos fragmentados en las capas, que indican poco o nulo transporte por corrientes; (c) la presencia de varios estadios de desarrollo de las diferentes especies, desde formas juveniles hasta individuos gerónticos, lo que indica la ausencia de clasificación por tamaño y forma debido a las corrientes (Hallam, 1961; Middlemiss, 1962).

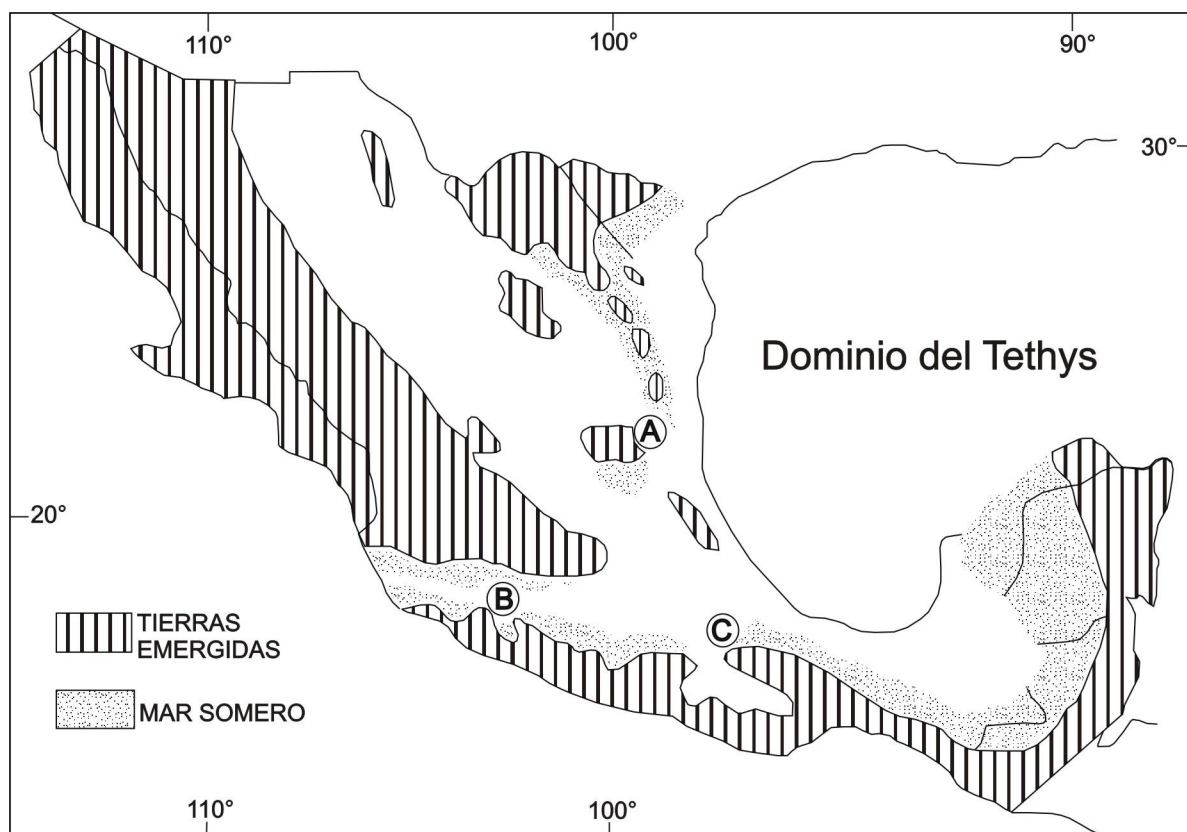


Figura 19.- Localización de las áreas de estudio durante el Valanginiano-Aptiano. **A.** “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Tamaulipas; **B.** Formación San Lucas, Michoacán; **C.** Formación San Juan Raya, Puebla (Mapa basado en Alencáster, 1995).

b. Formaciones San Juan Raya y San Lucas, Localidad “El Martillo”

Al igual que en el noreste de México, las secuencias sedimentarias marinas que se depositaron durante el Neocomiano y el Aptiano, comprenden una gran variedad de ambientes, como lo demuestran las diversas faunas y la litología en donde se encuentran. En el Cretácico Temprano la mayor parte de la mitad meridional de México estuvo cubierta por un mar epicontinental que en la mayor parte central fue más profundo. Las tierras emergidas se encontraban en una franja ancha a lo largo del margen occidental de la región, y corresponden a masas cratónicas y a depósitos volcánicos. Durante todo el Cretácico Temprano en la parte sur de la región (sur de Guerrero, Oaxaca y Chiapas), se localizaban tierras altas formadas por rocas metamórficas y volcánicas antiguas, sobre las que se depositaron en algunos sitios, durante el Jurásico, capas rojas de origen continental (López-Ramos, 1981). Los mares neocomiano-aptianos cubrieron algunas islas y penínsulas del Jurásico Tardío, pero otras quedaron descubiertas. De acuerdo con este escenario, las

faunas pelágicas de amonites se encuentran en las facies de cuenca, que ocupan la parte central de la región y en aguas profundas alrededor de las costas (Alencáster, 1987, 1995).

En el sureste del Estado de Puebla afloran sedimentos ricamente fosilíferos en varias localidades, siendo las más conocidas las de San Juan Raya (Fig. 19), Zapotitlán y San Antonio Texcala o de las Salinas. Las principales unidades litoestratigráficas son las formaciones Zapotitlán y San Juan Raya. La primera consiste en una secuencia de lutita, arenisca y marga (Calderón, 1956; Buitrón y Barceló-Duarte, 1980). Contiene una fauna del Barremiano de rudistas monopléuridos, corales (Reyeros, 1963), varias especies de nerinéidos del género *Cossmanea* y bivalvos de los géneros *Cardium*, *Neithea*, *Pholadomya* y *Exogyra*, y los gasterópodos *Lunatia* y *Actaeonina* (Alencáster, 1956). La segunda unidad es la Formación San Juan Raya (Calderón, 1956), compuesta de marga arcillosa, arenisca, caliza en capas delgadas, conglomerado, con yeso y sal en depósitos locales. Contiene arrecifes típicamente coralinos, con bancos de ostreidos, asociados con una gran diversidad de gasterópodos y bivalvos, briozoarios, esponjas, equinoides cidáridos, crustáceos y abundantes gusanos tubícolas (Mülleried, 1933-1934; Alencáster, 1956; Buitrón, 1970; Buitrón y Barceló-Duarte, 1980; Feldman *et al.*, 1995). Entre los gasterópodos predominan los nerinéidos, los casiópodos y los cerítidos (Buitrón y Barceló-Duarte, 1980) y entre los bivalvos destaca la especie *Pterotrignia plicatocostata*. Los braquiópodos son escasos, en particular los terebratúlidos, así como algunas amonites. Los corales y los briozoarios se encuentran íntimamente asociados en los arrecifes que poblaron la zona litoral, de agua somera y de alta energía. Los amonites *Phylloceras* y *Lytoceras* son formas lisas y obesas (González-Arreola, 1974) que por su forma se consideran organismos pelágicos de mar abierto, por lo que su asociación con faunas litorales denota arrastre hacia la costa después de su muerte (Alencáster, 1987).

Varios autores sugieren que tanto la litología como el carácter de la fauna de tipo litoral, indican que se trata de un paleoambiente lagunar peri-arrecifal de plataforma mareal (tidal-flat) de aguas someras. Asociaciones similares aunque de edades y litofacies diferentes se encuentran en el Albiano de Texas, el Cenomaniano de Bohemia (Ager, 1965) y el Kimmeridgiano del Jura francés (Ager y Evamy, 1964).

Ya que en el apartado del Marco Geológico y Estratigrafía se discuten las diferentes facies y relaciones estratigráficas pertenecientes a la región de Huetamo, Michoacán, aquí sólo se describe a la Formación San Lucas (Fig. 19). Ésta fue dividida en dos Miembros; el Inferior, Terrero Prieto, en la localidad "El Cuachalalate" consiste de lutita, arenisca calcárea y conglomerado. La fauna estudiada incluye a bancos de rudistas de las especies

Amphitriscoelus waringi, *A. pluriloculata*, *Caprina* cf. *C. massei* y bancos del bivalvo *Chondrodonta munsoni*; así como capas de caliza con *Nerinea prefleuriaui*, y parches arrecifales mono-específicos de corales meandroides (García-Barrera, 1997). En este miembro también se han registrado amonites del Valanginiano superior al Barremiano (Gómez-Luna *et al.*, 1993; González-Arreola *et al.*, 1996; Barragán *et al.*, 2004). El Miembro Superior, Las Fraguas, consiste de lutita, arenisca, calcárea feldespática, lodolita y argilita. Dominan los sedimentos volcánoclasticos, que contienen una buena cantidad y diversidad de invertebrados marinos de edad aptiana, incluyendo los braquiópodos rinconélidos *Kallirhynchia* cf. *K. concinna*, y *Sulcirhynchia* sp., y los dallinidos *Dzirulina* sp. 1, *Dzirulina* sp. 2 y *Psilothyris* sp. Éstos se encuentran asociados a diversos bivalvos de los géneros *Gryphaea*, *Pterotrigonia*, *Crassatella*, *Neithea* y *Arca*; gasterópodos de los géneros *Mesoglauconia* y *Cassiope*; amonites atribuidos tentativamente a la especie *Pseudohaploceras* cf. *P. liptoviense*; y equinodermos del género *Holectypus*, además de fragmentos de madera (García-Barrera, 1997; Valdiosera, 2002). En esta asociación los braquiópodos rinconélidos son más abundantes y se encuentran principalmente en los sedimentos volcánoclasticos, mientras que los dallinidos son mucho más escasos y están distribuidos principalmente en la facies calcárea de la secuencia.

Diversos investigadores han notado la estrecha similitud entre las distintas faunas marinas de la región de Huetamo, Michoacán y de la Formación San Juan Raya del estado de Puebla. Para ambas localidades se han establecido con base en la litología y las faunas presentes, ambientes de plataformas protegidas o zonas lagunares, entre los arrecifes y la línea de costa (Alencáster, 1978; Feldman *et al.*, 1995; García-Barrera, 1997; Valdiosera, 2002), cuyas condiciones ambientales eran comunes a los arrecifes Neocomianos (Kauffman y Johnson, 1988).

II. Paleoecología de los Braquiópodos Mesozoicos

A partir de los sedimentos que los rodean y sus adaptaciones particulares, se puede deducir que en las tres localidades, los braquiópodos rinconélidos y terebratulídeos, se encontraban distribuidos en facies diferentes dentro del ambiente peri-arrecifal (Fig. 20). Por una parte, en la Formación San Juan Raya, los rinconélidos, *Cyclothyris* cf. *C. americana*, *Cyclothyris* sp. y *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis*, se encuentran de manera predominante en el frente arrecifal (Fore Reef), en sedimentos de calcilutita, detritales y en la cercanía de bancos de corales solitarios y espículas de erizo. Por otra parte, así como en Europa

(Middlemiss, 1979, 1984), el terebratúlido *Moutonithyris moutoniana* prefería las condiciones más tranquilas de la laguna (Back Reef), encontrándose asociado a sedimentos arcillosos. La forma globosa del taxón referido aquí a *Cyclothyris* sp., indica que pudo haber tenido un estilo de vida semi-infaunal, con la parte posterior enterrada en el sedimento suave como los rinconélidos jurásicos *Torquirhynchia* (Childs, 1969; Brookfield, 1973) y *Septirhynchia* (Manceñido y Walley, 1979) que también vivían en ambientes peri-arrecifales.

En el caso de la Formación San Lucas, el rinconélido *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* es mucho más abundante y predomina en las areniscas, mientras que los dallinidos son mucho más escasos, encontrándose principalmente en los estratos calcáreos.

Los braquiópodos presentan adaptaciones morfológicas particulares que les permitían vivir en este tipo de ambiente como son la presencia en rinconélidos de un foramen bordeado, grande, el cual presumiblemente mantenía y sostenía a un pedículo sólido y fuerte (*Kallirhynchia* cf. *K. concinna*) capaces de asirlo en las agitadas aguas someras de este hábitat (Ager, 1964, 1965, 1967a). Otra adaptación para vivir en agua de alta energía es la presencia de picos masivos (*Cyclothyris* sp.). Ager (1965) menciona que otras características destacadas de los braquiópodos como adaptaciones a ambientes peri-arrecifales es su gran tamaño (*Moutonithyris moutoniana* y *M. dutempleana*); así como en el caso de los rinconélidos la presencia de costillas gruesas (*Kallirhynchia* cf. *K. concinna*).

Autores como Ager (1965) y Rozycki (1948) han señalado que una característica adaptativa muy particular de los braquiópodos rinconélidos de este ambiente es la presencia de comisuras anteriores asimétricas, sin embargo estos autores no aclaran la función de esta asimetría (Fürsich y Palmer, 1984; Gaspard, 1991). Existen otros argumentos que señalan que esta característica representa una adaptación para vivir en ambientes sujetos a corrientes de marea (Brookfield, 1973), a corrientes marinas templadas (Haas, 1893), o que en algunas formas terciarias esta asimetría facilita el paso de las corrientes inhalantes y exhalante y por lo tanto incrementa la eficiencia alimenticia de los braquiópodos (Cooper, 1959). Fürsich y Palmer (1984) al analizar esta característica en un gran número de especies de braquiópodos, la mayoría mesozoicos, concluyen que esta característica se presenta en braquiópodos que vivían en una gran variedad de sustratos y ambientes, no sólo en el ambiente arrecifal o costero, y que al parecer no les proporcionaba ninguna ventaja o desventaja selectiva con respecto a los braquiópodos no-asimétricos.

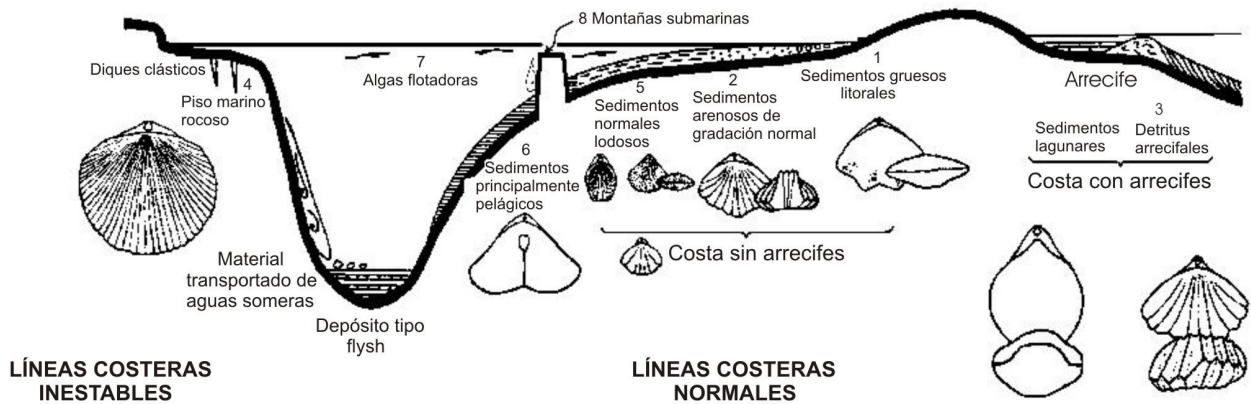


Figura 20.- Ambientes sedimentarios de los braquiópodos mesozoicos (Modificada de Ager, 1965 y Sandy, 1997a).

Esta asimetría es común en los rinconélidos *Lamellaerhynchia* y *Cyclothyris* de la Formación San Juan Raya, y *Proteorhynchia* del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, aunque en este último pudo haberse debido al crecimiento en grupos densos. En el caso de *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis*, presenta una torcedura asimétrica, dirigida en 11 ejemplares a la izquierda y en 11 a la derecha.

Por eso es importante anotar que las características presentadas por los braquiópodos no siempre están restringidas a habitats particulares, ya que diferentes especies del mismo género probablemente se extendieron a través de los diferentes ambientes marinos someros (Ager, 1965).

En cuanto a las evidencias de relaciones interespecíficas, como suspensívoros epifaunales, no es sorprendente que los braquiópodos se encuentren asociados a otros suspensívoros sésiles como bivalvos, esponjas, ascideas, gusanos tubícolas, briozoarios, balanos y corales ahermatípicos (Ager, 1967b; Rudwick, 1970; Taylor y Wilson, 2003). En el caso de los braquiópodos estudiados se encontraron dos ejemplos de este tipo de relaciones: cerca de la comisura anterior de la valva ventral de un ejemplar de *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* de la Formación San Juan Raya se encuentra incrustada una pequeña colonia de briozoarios de forma circular. En otro ejemplo sobre las valvas dorsales de algunos ejemplares de *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* de la Formación San Lucas, se encuentran asociados tubos de anélidos (ver lám. 4, fig. 6). La presencia de briozoarios y anélidos cerca de la comisura anterior permite establecer que estas interrelaciones se dieron en vida del braquiópodo, ya que tanto los gusanos tubícolas, como la colonia de briozoarios, pudieron haberse aprovechado de las corrientes inhalantes producidas por los braquiópodos para alimentarse.

III. Cambios Ambientales Globales durante el Cretácico y su Papel en los Patrones de Distribución de los Braquiópodos

Los braquiópodos, siendo organismos marinos bentónicos, sésiles, y con un breve estadio de larva nadadora libre (larva lecitotrófica), son sensibles a los factores ambientales de distribución y por lo tanto adecuados para los análisis biogeográficos. Las bases de los patrones paleobiogeográficos de las faunas de los braquiópodos del Jurásico y Cretácico del Mesozoico del Noroeste y el Sur de Europa, y de la Ex-Unión Soviética, en relación con la distribución de las masas paleocontinentales y los océanos antiguos fueron establecidas y resumidas en una serie de artículos (Ager, 1960, 1967a, 1971, 1973, 1986; Ager y Walley, 1977; Ager y Sun, 1989; Owen, 1973; Middlemiss, 1961, 1973, 1976, 1979, 1981, 1983, 1984). Estudios más recientes para Europa incluyen los de Gaspard (1989, 1999) y Sandy (1991a). Autores como Middlemiss (1973) y Owen (1973) identificaron tres dominios (llamados también de manera indistinta reinos faunísticos) principales, los cuales se extienden hasta América: (a) El Dominio Boreal, que incluye a la Plataforma del Norte de Europa (Sur-Sureste de Inglaterra, la Cuenca Inferior de Saxony en el Norte de Alemania, Sur y Este de la Cuenca de París, la Plataforma Rusa y Groenlandia, (b) el Dominio del Tethys, que abarca al Sur de Francia, las Cadenas Ibéricas en España, Norte de África, regiones alpinas y gran parte de México; (c) Dominio del Jura (o Subtethisiano), el cual recibe su nombre por que está mejor representado en los Montes Jura de Francia y Suiza y ubicado esencialmente en el margen norte del Tethys (Middlemiss, 1967, 1979; Gaspard, 1999); incluye también a la parte adyacente de la Cuenca de París; esta región se extiende al oeste hasta Provenza, el Este de España, Cerdeña, las islas Baleares, el sur-oeste de Marruecos, y al este en el Noreste de Bulgaria, la Crimea, el Norte del Cáucaso y Kopet-Daga; en Norte América posiblemente en la región del Golfo Oeste de los Estados Unidos y partes del norte de México (Gaspard, 1999). Smirnova (1984) también discutió la distribución paleogeográfica de los braquiópodos del Cretácico Temprano del Mundo. Ella reconoció cuatro regiones paleobiogeográficas, la región Mediterránea (correspondiente al cinturón del Tethys) y las regiones Europea, Ártica y Pacífica correspondientes al cinturón Boreal). Sin embargo, en ocasiones algunas especies de amplia distribución dificultan reconocer los límites entre estas regiones, ya que parecen estar representadas en dos o tres regiones (Gaspard, 1999).

En años recientes, dado el creciente aumento de términos y regiones paleobiogeográficas, se llevó a cabo un intento por definir y revisar la clasificación y nomenclatura en la paleobiogeografía marina (Westermann, 2000a, b; Cecca y Westermann, 2003).

Para México destacan los trabajos paleobiogeográficos sobre las faunas de los braquiópodos mesozoicos de México de Owen (1981) y Sandy (1990b, 1991a, c, 1997a, b, 2001). Autores como Middlemiss (1980), Ager y Sun (1980), y Manceñido (2002), han hecho breves referencias sobre los braquiópodos mesozoicos de México.

Ya que el Cretácico ha sufrido menos metamorfismo y erosión que los sistemas geológicos previos, está representado en los continentes modernos por un extenso registro de sedimentos y fósiles de aguas someras y continentales. Además, los sedimentos y fósiles cretácicos están bien distribuidos en el mar profundo, en contraste a los registros dispersos de mar-profundo de los periodos Triásico y Jurásico; esta diferencia refleja el hecho de que los movimientos de las placas a través de la superficie de la tierra fueron lo suficientemente rápidos y, a que un gran porcentaje de los sedimentos de mar profundo, previos al Cretácico Inferior, fueron destruidos a lo largo de las zonas de subducción. La abundancia relativa de los sedimentos cretácicos en las cuencas oceánicas y en los continentes nos ayuda a interpretar los patrones paleogeográficos y la actividad global (Stanley, 1989), agrupados por Rosen (1984) como actividad TECO (Tectónicos, Eustáticos, Climáticos, y Oceanográficos). A continuación se exponen estos acontecimientos, los cuales estuvieron íntimamente relacionados, así como su repercusión en la distribución de los braquiópodos durante este periodo:

A. Las superplumas del Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano) que transportaron calor y material volcánico desde el manto de la Tierra pueden estar relacionadas de alguna forma compleja a los cambios ambientales (Larson, 1991a, b; Larson y Olson, 1991). Los datos de las placas oceánicas, las cadenas montañosas submarinas y los flujos de basaltos continentales indican que hace aproximadamente 120 millones de años la tasa de formación de la corteza oceánica en el Pacífico se incrementó de manera notable. Durante el Aptiano la tasa de producción de corteza aumentó hasta ocho veces (Fig. 21), casi al inicio del Long Cretaceous Normal magnetic period (Largo periodo magnético Normal del Cretácico) (Scott, 1995). Larson y Olson (1991) probaron la hipótesis de que este periodo magnético estaba relacionado a la actividad de la pluma del manto profundo. Schlanger *et al.* (1981) y Larson

(1991b) mencionaron la intrigante correlación entre las tasas de producción de la corteza en el Cretácico y el depósito de lutitas oscuras. Las lutitas oscuras se depositaron durante el clima más templado que acompañó los niveles más grandes de CO₂ del Cretácico (Scott, 1995). Hubo intervalos en donde estas lutitas oscuras cubrieron grandes áreas del piso marino somero. Existe una aparente conexión entre la temperatura global, la circulación del agua y la presencia o ausencia de lutitas (o lodos) oscuras en el registro sedimentario. Se sabe que estos lodos se forman cuando se agota el oxígeno de las aguas del fondo. Al parecer los extensos lodos oscuros de este tipo se acumularon en aguas someras cuando la circulación inusualmente pobre dentro de las cuencas oceánicas llevó al estancamiento de gran parte de la columna de agua (Stanley, 1989). Esto pudo haber llevado a la virtual extinción de grupos de braquiópodos como los ciclótiridos y los pigópodos (Ager, 1981). Durante esta época la gran actividad volcánica probablemente estuvo asociada con un incremento en la liberación de gases de CO₂ y otros químicos (Scott, 1995).

B. La continua fragmentación de Pangea y la dispersión de los continentes se encuentran entre los sucesos más importantes de la geografía global durante el Cretácico. Especialmente dramática fue la separación de Pangea. Al principio del Cretácico, Gondwana seguía intacta, pero apenas unida a los continentes del norte. Sin embargo, al final del periodo, Sudamérica, África, y la India se transformaron en entidades discretas de los continentes actuales que representan fragmentos de Gondwana, solamente la Antártica y Australia continuaron unidas entre sí (Stanley, 1989).

La fragmentación y separación de los continentes durante el Cretácico provocó la formación de nuevos océanos y que los preexistentes se ensancharan. En el Cretácico Temprano fueron muy notables las aperturas del Atlántico Sur, el Golfo de México y el Mar Caribe (Stanley, 1989). El desarrollo del Océano Atlántico Central durante el Jurásico Medio-Cretácico Temprano llevó a un incremento en el número de géneros de braquiópodos de baja latitud, comunes entre las regiones de México/Pacífico Oriental y Europa Noroccidental del Tethys (Sandy, 1991a).

Posteriormente, durante el Cretácico Tardío se da una disminución marcada en el número de géneros compartidos, ya que al mismo tiempo que este océano se ensanchaba, se convertía en una barrera en contra de la dispersión, aunque al parecer algunos géneros eran cosmopolitas. Esta misma tendencia se registra también para otros macroinvertebrados, p. ej. rudistas y corales (Douglas *et al.*, 1973; Sandy, 1991a).

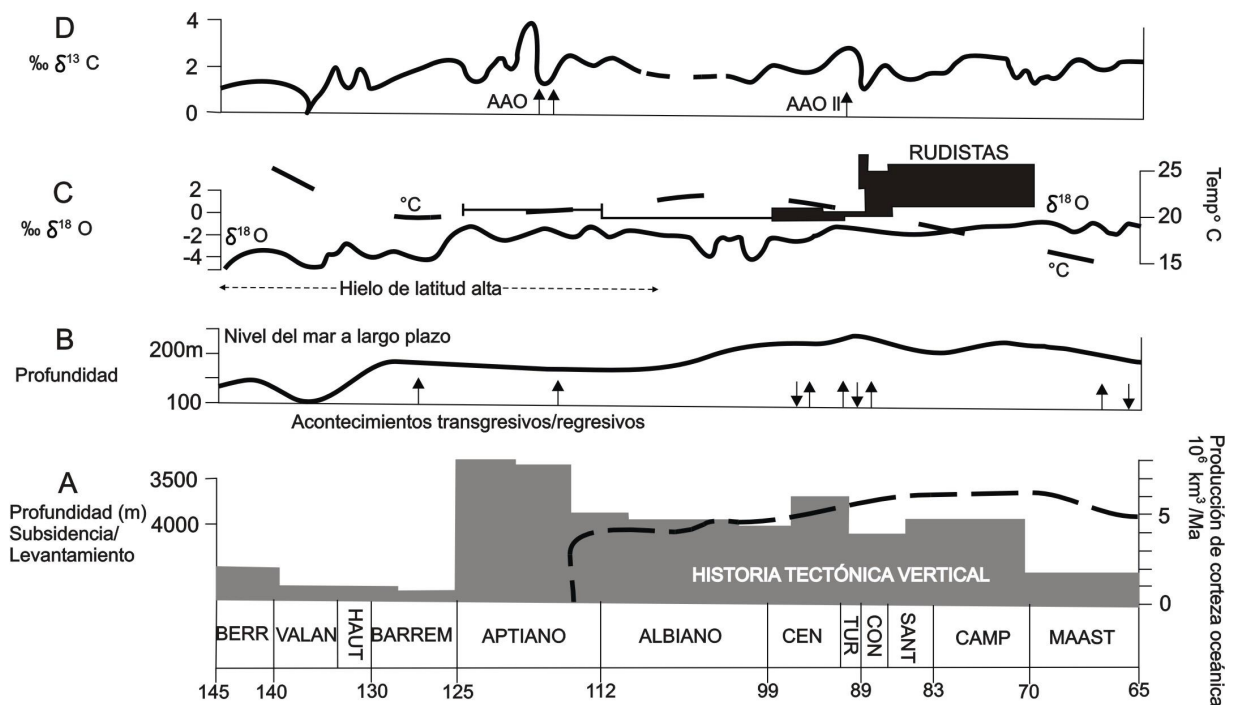


Figura 21.- Tendencias ambientales globales a largo plazo durante el Cretácico. **A.** Tasa de producción de la corteza oceánica con base en el vulcanismo del Pacífico medio (Larson, 1991a). La historia tectónica del atolón en el sitio 462 del Deep Sea Drilling Project es un ejemplo del ritmo de origen y subsidencia (Schlanger *et al.*, 1981). **B.** Cambios en el nivel del mar a largo plazo (Haq *et al.*, 1988) y ritmo de los acontecimientos transgresivos (flechas hacia arriba) y regresivos (flechas hacia abajo) registrados por inconformidades (Scott *et al.*, 1988; Hancock y Kauffman, 1979). **C.** Cambios en los isótopos de oxígeno de acuerdo al volumen de carbonatos pelágicos (Renard, 1986); tendencias en la temperatura de la superficie del mar (línea punteada) (Douglas y Savin, 1975), intervalo aproximado de la presencia de hielo de latitud alta (Frakes y Francis, 1988); y paleotemperaturas basadas en el análisis de isótopos de oxígeno de los rudistas de la ex-Yugoslavia (Polsak y Leskovsek-Sefman, 1973). **D.** Cambios en los isótopos de carbono de acuerdo al volumen de carbonatos pelágicos (Renard, 1986) y los acontecimientos anóxicos oceánicos (AAO) (Arthur y Schlanger, 1979) (Modificada de Scott, 1995).

C. Fluctuaciones en el nivel del mar. Durante el Periodo Cretácico, se dio un aumento global del nivel del mar (Ager, 1981; Stanley, 1989). Diversos autores han propuesto un número variable de transgresiones: Cooper (1977) postuló de trece a catorce episodios transgresivos entre el Valanginiano tardío y el Maastrichtiano temprano, separados por episodios de regresión eustática. Para el mismo periodo Haq *et al.* (1988), Scott *et al.* (1988) y Hancock y Kauffman (1979) propusieron hasta seis episodios transgresivos (Fig. 21) y Schlanger (1986) mencionó hasta seis pulsos de transgresiones marinas del Albiano al Maastrichtiano. Cooper (1977) asumió una relación directa con la tasa de dispersión del fondo oceánico, e implicó una marcada ciclicidad en este proceso. Por ejemplo, la regresión del Berriasiano al Valanginiano coincide con el decremento en la tasa de la formación de la

corteza propuesta por Larson (1991b) (Fig. 21). En el Cretácico Temprano la mayor parte de la mitad meridional de México estuvo cubierta por un mar epicontinental que en la parte central fue más profundo. Las tierras emergidas se encontraban en una ancha faja, a lo largo del margen occidental de la región, y corresponden a masas cratónicas y a depósitos volcánicos. Los mares neocomiano-aptianos cubrieron algunas islas y penínsulas del Jurásico Tardío, pero otras quedaron descubiertas (Alencáster, 1987). En Norte América, igual que México, Texas estaba cubierto por un mar epicontinental. Esto resultó en depósitos extensos de caliza pura. Quizá la máxima extensión hacia el norte de este mar tomó lugar a finales del Cretácico Temprano (Washita) cuando las aguas marinas llegaron hasta Nebraska (Owen, 1981).

Durante las transgresiones del Valanginiano tardío-Hauteriviano temprano y del Aptiano temprano, especies individuales o grupos de especies de braquiópodos fueron capaces de migrar grandes distancias. En Europa la migración hacia el norte de las especies de los dominios Jura y Tethys es muy notable, pero durante los mismos periodos también se va a dar una migración hacia el sur de las especies boreales (Middlemiss, 1984). El género *Colinella* pudo haber migrado a Europa durante la transgresión de Valanginiano tardío-Hauteriviano temprano, mientras que las especies *Moutonithyris moutoniana* y *M. dutempleana* llegaron a México durante la transgresión del Aptiano.

Sin embargo, algunos géneros y especies pueden ser endémicos para una región dada (Ager, 1967a; Middlemiss, 1973, 1979, 1980; Owen, 1973). La fauna de los braquiópodos *Proteorhynchia miquihuanensis*, *Cyrtothyris sillimani* y *Colinella muellerriedi* del Valanginiano del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, proporcionan un ejemplo de una fauna predominantemente endémica.

Durante el Cretácico Inferior las localidades y las rutas de migración de los diferentes géneros, muestran que no hay una delimitación estricta entre los diferentes dominios. Aún las diferentes especies de un mismo género pueden tener estrategias diferentes. El estadio de larva nadadora libre, aunque de corta duración, permite cubrir largas distancias de acuerdo a la velocidad de las corrientes. Sin embargo, las larvas son susceptibles de prolongar el estadio de larva por un periodo más largo si las condiciones ambientales (energía, temperatura promedio, salinidad, profundidad, nutrientes, etc.), y los sustratos, no son los convenientes (Gaspard, 1999).

La regresión del Barremiano marca una separación entre las faunas de braquiópodos del Cretácico Temprano y Cretácico Medio de Europa. Esta regresión va a provocar la disminución del número de braquiópodos (Middlemiss y Smirnova, 1988). El nivel marino del

Albiano tardío continuó aumentando hasta el límite Cenomaniano-Turoniano, marcando una explosión cenomaniana de expansión del fondo oceánico. El nivel marino también aumenta en el Campaniano tardío durante el último evento de expansión de fondo oceánico del Cretácico.

Como resultado, durante gran parte del Cretácico Tardío, el mar alcanzó los niveles más altos en la historia fanerozoica de la Tierra y los continentes estuvieron cubiertos ampliamente por depósitos marinos (Stanley, 1989).

Durante los movimientos transgresivos, las barreras físicas y los sustratos inadecuados fueron obstáculos que modificaron las rutas de migración y en consecuencia la distribución de los braquiópodos. De esta manera, al parecer los cambios ambientales registrados en las sucesivas asociaciones, también están relacionados a las latitudes, las cuales de hecho se correlacionan con los paleoclimas (Ager, 1965; Middlemiss, 1979; Gaspard, 1999).

D. Paleotemperaturas. En el periodo Cretácico, las temperaturas cambiaron de diferentes maneras en diferentes lugares, pero los registros de los isótopos de oxígeno de carbonatos y los fósiles sugieren que los climas generalmente se volvieron más templados durante la primera parte de este periodo (Fig. 21); al final del Cretácico Temprano, hace aproximadamente 100 millones de años, la temperatura promedio de la Tierra quizá alcanzó su nivel más alto. Después, durante el Cretácico Tardío las temperaturas disminuyeron (Douglas y Savin, 1975; Stanley, 1989; Scott, 1995).

La tendencia de un calentamiento general durante el Albiano-Cenomaniano está indicada por los datos de los isótopos; pero los isótopos al final del Cretácico no marcan el enfriamiento indicado por los fósiles en el Mar de Weddell, Antártica (Kennett y Barker, 1990). Las temperaturas basadas en los análisis de rudistas (Polsak y Leskovsek-Sefman, 1973) justifican la curva isotópica del Aptiano-Turoniano, pero los rudistas del Coniaciano-Campaniano registran temperaturas más altas que las de los fósiles pelágicos (Fig. 21). Un ámbito similar de valores isotópicos se ha encontrado en los hippuritidos del Santoniano-Campaniano de Grecia (Steuber, 1993). Quizá las plataformas de aguas someras eran más calidas y más salinas durante esta época que en la plataforma de mar abierto y las masas de agua de las cuencas (Scott, 1995).

De manera tradicional se ha asumido que los paleoclimas del Cretácico habían sido no-glaciales, pero la evidencia de lutitas del Valanginiano-Albiano con cantos rodados exóticos en el centro y el norte de Australia, sugieren procesos de movimientos glaciales según Frakes y Francis (1988). Estos autores indican depósitos sedimentarios similares

encontrados aproximadamente entre los 65° y 78° de paleolatitud norte que indican movimientos glaciares y, por lo tanto, hielo polar estacional durante el Cretácico Temprano (Fig. 21). En Alaska, ubicada en la actualidad a los 75° de latitud N, el registro sedimentario y de las plantas fósiles del Albiano superior a los 85° de paleolatitud norte, sugieren una fuerte estacionalidad en un clima frío y húmedo; la temperatura anual promedio se estimó en $10^{\circ}\text{C}\pm 3$ (Spicer y Parrish, 1986; Spicer, 2003). Weissert y Lini (1991) sugieren incluso pequeños glaciares polares.

En resumen, la tendencia de la temperatura global varió en un rango de 10°C , pero no fluctuó rápida ni erráticamente (Fig. 21). Al parecer la temperatura se mantenía relativamente estable por periodos de cinco a diez millones de años (Scott, 1995).

Las evaporitas que se habían formado durante el Jurásico se desplazaron hacia las fallas, que más tarde se ensancharon hasta formar el Golfo de México y el Atlántico Sur. A principios del Cretácico, estas cuencas se conectaron con el resto de los océanos del mundo, pero estas conexiones fueron estrechas y las evaporitas se acumularon a lo largo de los márgenes de las cuencas en los restringidos cuerpos de agua resultantes. De hecho, las evaporitas se depositaron sobre una gran parte del globo del Cretácico Temprano, una condición que reflejó los climas cálidos y tranquilos de este intervalo. Estos climas también resultaron en el crecimiento de arrecifes coralinos hasta los 30° N y S del Ecuador.

En Europa, además de las condiciones del sustrato, el aumento en las temperaturas durante el Cretácico Inferior, también favoreció la migración de algunas especies de braquiópodos hacia el norte del Tethys (Owen, 1973).

E. Un incremento en el carbono atmosférico caracterizó al clima de “invernadero” del Cretácico (Weissert y Lini, 1991). El nivel del CO_2 atmosférico está regulado por el ciclo del carbono, pero los sub-ciclos que operan a través de diferentes escalas de tiempo complican su operación (Kelley, 2003). Así para el Cretácico es posible identificar dos tipos principales de ciclos de carbono, los de corto y largo plazo, cada uno regulado por diferentes procesos. Los procesos de fotosíntesis y respiración vegetal son los responsables del ciclo de carbono terrestre de corto plazo. Las fuentes de almacenamiento del carbono son el CO_2 en la atmósfera, la biomasa vegetal y los suelos. En los océanos, el intercambio de CO_2 con la atmósfera está regulado por el intercambio en equilibrio a través de la interfase aire/océano. De esta manera, a diferencia del ciclo de carbono terrestre, el cual está dominado por el carbono orgánico, el ciclo marino está fuertemente influenciado por la química del carbono inorgánico, en la forma de iones disueltos de carbonato. Sin embargo, las capas superiores

de los océanos están llenas de vida y las transformaciones químicas en el ciclo de carbono marino están reguladas por las interacciones biológicas. El ciclo también está controlado por factores físicos tales como la temperatura, la cual a su vez afecta a la vida (Kelley, 2003).

Renard (1986) mediante datos de isótopos de carbono comprueba que en el Cretácico existieron numerosas fluctuaciones de corto plazo pero de amplia magnitud. Algunos de los picos obtenidos por Renard coinciden con acontecimientos oceánicos anóxicos registrados en las lutitas oscuras de mar profundo (Arthur y Schlanger, 1979) (Fig. 21). Sin embargo, los procesos que controlan el depósito preferencial y la preservación del ^{13}C no son claros y probablemente actúan de manera coordinada para producir las tendencias ilustradas por Renard (1986): Los incrementos en la $\delta^{13}\text{C}$ pueden ocurrir durante las transgresiones y se incrementa la profundidad de la cuenca en cuestión. Al mismo tiempo al incrementarse la vegetación en los continentes la concentración de ^{13}C en la atmósfera aumenta, lo cual afectó la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ en los océanos (Renard, 1986).

Las fluctuaciones a corto plazo son más interesantes para entender el cambio dentro de los sistemas de los arrecifes de plataforma. Durante la inundación de las plataformas del Aptiano medio y la transgresión del límite Cenomaniano-Turoniano se dieron incrementos y disminuciones abruptos en la relación del $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Cambios más extensos en esta relación se registraron durante el Albiano temprano y el Campaniano. Renard (1986) relacionó estos cambios con las transgresiones, pero los ecosistemas arrecifales también se vieron afectados por otros acontecimientos. Los picos positivos de la $\delta^{13}\text{C}$ pueden reflejar acontecimientos de altas tasas de depositación de ^{12}C en el carbono orgánico que enriqueció a las aguas oceánicas y, por lo tanto, a los carbonatos pelágicos en ^{12}C (Scholle y Arthur, 1980). Sin embargo, es claro que la tasa de enterramiento del carbono orgánico puede ser el resultado de bajas tasas de sedimentación, de altas tasas de productividad, o del bajo contenido de oxígeno de las aguas del fondo (DeBoer, 1982; Betts y Holland, 1991).

Las perturbaciones aptianas del ciclo de carbono de unos cuantos millones de años fueron interrumpidas por una excursión a corto plazo hasta los valores inferiores de los isótopos de carbono en el orden de unos cuantos cientos de años (Weissert y Linni, 1991). Los valores más altos de la $\delta^{13}\text{C}$ sugieren tasas muy altas de enterramiento del carbono, lo que resultó de un cambio complejo en el ciclo global del carbono. Las tasas de sedimentación del carbono pueden reflejar elevados niveles de CO_2 atmosférico, con tasas cada vez más altas de temperatura, humedad, intemperismo, lluvia y sedimentación e incrementos en los nutrientes oceánicos y la productividad marina (Weissert y Linni, 1991).

Los periodos relativamente breves de una $\delta^{13}\text{C}$ más leve reflejan un clima global más frío durante el Aptiano tardío y durante la transición al Albiano (Scott, 1995).

Los ciclos de carbono de largo plazo o geoquímicos operan a una escala de varios millones de años. Se distinguen de los ciclos de corto plazo en que en los primeros se incluyen las interacciones entre el sistema océano-atmósfera-biosfera y la geosfera.

Así, el ciclo de carbono de largo plazo abarca a los ciclos de corto plazo pero el inmenso tamaño de las reservas de carbono en la geosfera domina a los procesos a una escala mayor de tiempo. Actualmente, alrededor de $42\ 000 \times 10^{15}$ kg de Carbono están encerrados en los carbonatos enterrados (caliza, creta y dolomita) y $10\ 000 \times 10^{15}$ kg de Carbono están preservados como materia orgánica (carbón, petróleo, lodolitas orgánicas). Muchos son los procesos que están involucrados, incluyendo el intemperismo de silicatos, el escape de largo plazo de CO_2 de las crestas oceánicas y volcanes, metamorfismo y diagenesis, y enterramiento de carbono como rocas carbonatadas o de origen orgánico (Kelley, 2003).

Así las variaciones a largo-plazo en la $\delta^{13}\text{C}$ reflejan la interacción de varios factores y durante los 80 millones de años del Cretácico, la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se incrementó y fluctuó alrededor de un promedio (Schlanger *et al.*, 1987).

F. Una característica dominante del Cretácico fue la gran ruta marítima del Tethys, en la cual los vientos conducían las aguas superficiales hacia el oeste sin la obstrucción de enormes masas continentales. Los organismos en gran parte confinados a la región completamente tropical del Tethys incluían a corales, rudistas arrecifales, ciertos tipos de foraminíferos bentónicos y varios grupos de ammonoideos. En el Jurásico, el Tethys esencialmente era un cinturón tropical en donde prevalecía la depositación de carbonatos. Sin embargo, durante el Jurásico Tardío sólo los mares someros del Tethys se conectaban con los del Pacífico. Durante el Cretácico, la separación de Norte y Sudamérica proporcionó un pasaje oceánico de aguas profundas para esta región. La gran fuerza de la corriente del Tethys que fluía hacia el oeste, está demostrada por el hecho de que faunas cretácicas que se asemejan a las de la Ruta Marítima del Tethys, se han encontrado en montañas submarinas, a una distancia de 1, 750 km al oeste de Hawaii (Stanley, 1989).

La presencia de braquiópodos típicos del Tethys en el Valanginiano del Este de Groenlandia (los géneros *Pygope*, *Lacunosella*, *Nucleata?*, [Owen 1976]) ha sido interpretada como una señal del desarrollo de una "Corriente temprana del Golfo" en el Atlántico Norte (Ager y Walley, 1977). Esta corriente presumiblemente continuó como una ruta marítima epicontinental en la región del este de Groenlandia (Sandy 1991a).

Durante el Periodo Cretácico, el océano del Atlántico Norte continuó siendo demasiado pequeño para que la fuerza de coriolis produjera una circulación completamente circular como la del Atlántico actual. La distribución de los invertebrados marinos sugiere que a principios del Cretácico, tanto la región del Caribe como una gran extensión del territorio Mexicano estaban cubiertos por la prolongación occidental del Mar de Tethys (Fig. 19), dada la afinidad que muestran dichas faunas con las que caracterizan la Provincia Mediterránea de ese tiempo. La fauna de esa región se torna gradualmente endémica a partir del Aptiano, acentuándose el provincialismo en el transcurso del Albiano, cuando el mar cubrió una región muy extensa, pues es frecuente la presencia de especies comunes de foraminíferos, gasterópodos, rudistas y de otros grupos, tanto en Texas como en Baja California y en la mayor parte de los Estados de la República Mexicana, aún los situados en la planicie costera del Océano Pacífico (Alencáster, 1980).

IV. Paleogeografía de las Especies Estudiadas

Durante el Jurásico Tardío, mientras se empezaba a desarrollar el Océano Atlántico Central, se inicia una conexión entre las faunas de América y Europa en latitudes bajas. Durante el Cretácico Temprano los braquiópodos del Tethys muestran evidencia de migración, posiblemente en ambas direcciones, como una consecuencia del desarrollo de los océanos Atlántico Central y Norte. Estas migraciones se dieron entre la Europa Noroccidental, incluyendo las Islas Británicas, vía la región México/Caribeña (durante el Oxfordiano) hasta Sudamérica (durante el Valanginiano, Hauteriviano y Cenomaniano) (Sandy 1991a, fig. 5, ruta 1) y de Europa hacia el norte hasta latitudes altas hasta el este de Groenlandia (Sandy 1991a, fig. 5, ruta 4a; Ager y Walley 1977), y la Plataforma Rusa hasta el Mar de Barents (Sandy 1991a, fig. 5, ruta 4b).

En Europa las rutas de migración estuvieron controladas por dos factores principales: (a) la disponibilidad de rutas marítimas adecuadas y, (b) la presencia de ambientes (sustratos) adecuados dentro de las rutas marítimas. Un ambiente deposicional arcilloso era una barrera y no un corredor, para la mayoría de las especies, excepto para aquellas adaptadas a condiciones lodosas (p. ej. los géneros *Rugitella* y *Moutonithyris*). Un ambiente de alta energía también podría ser una barrera. La capacidad de migración probablemente también estaba controlada por la duración del estadio de larva nadadora libre (Middlemiss, 1979).

El número de vínculos genéricos entre las faunas trasatlánticas de braquiópodos aumentó durante el Cretácico Temprano. Estas conexiones también se ven reflejadas por la

presencia de ambientes de depósito muy similares en ambos lados del Atlántico, p. ej. entre partes del Norte de México (p. ej. Coahuila) y el sur de Francia y el sur-oeste de Marruecos (Middlemiss 1980; Owen 1981; Ager y Sun 1989).

Para el Valanginiano, los braquiópodos *Cyrtothyris sillimani* y *Colinella muellerriedi* del “Cuerpo Margoso de Miquihuana” (Fig. 22; Cuadro 1), reexaminados en este estudio, aunque endémicos a nivel de especie, representan a géneros europeos. *Cyrtothyris* es un género con un alto grado de endemismo a nivel de especie, típico del Aptiano, con un probable origen boreal que más tarde amplió su distribución hacia los Dominios Jura (Middlemiss, 1980) y Tethys (Middlemiss, 1979; Sandy, 1991a), llegando inclusive hasta Sudáfrica en el Albiano tardío (Owen, 1980) y el Campaniano tardío (Cooper, 1993). En Norte América el género está representado además por la especie “*Cyrtothyris*” *maynci* Owen (Owen, 1976) del Valanginiano de Groenlandia. Esta última especie, junto con *Cyrtothyris sillimani*, representan los registros más antiguos del género.

Colinella presenta una distribución tethysiana en el límite con la región Jura, registrándose para México en el Valanginiano de Tamaulipas con *C. muellerriedi* y, el Hauteriviano de Coahuila con *C. formosa* y *C. magransi*, del Hauteriviano del norte de Marruecos y el Este de España. *Proteorhynchia subtrigonalis* es una especie endémica del noroeste del país. Previamente Sandy (1990b) la había considerado como perteneciente al subgénero *Ptilorhynchia* (*Proteorhynchia*), siendo *Ptilorhynchia* un género Jurásico-Cretácico de latitudes medias a bajas del Hemisferio Norte. Sin embargo, en la reciente revisión del Treatise, Part H, Vol. 4 (Williams *et al.*, 2002) tanto *Ptilorhynchia* Crickmay como *Proteorhynchia* Owen, son considerados como géneros independientes, ubicados incluso en diferentes subfamilias.

El mayor aumento de los géneros compartidos entre Europa y México se da a principios del Aptiano-Albiano. Esto coincide con lo registrado por corales hermatípicos, rudistas y macro-foraminíferos (Douglas *et al.*, 1973). Durante el Aptiano se da un aumento notable en el número de géneros que pueden considerarse típicos del Tethys de Europa y que se encuentran también en Norte América. A los géneros descritos o reportados anteriormente se suman los revisados en este estudio: *Kallirhynchia*, *Sulcirhynchia*, *Lamellaerhynchia* y *Dzirulina*, los cuales en conjunto indican la continua existencia de conexiones trasatlánticas. Estas faunas revelan además una conexión entre las faunas de braquiópodos de las costas norte y sur del este del Tethys con el oeste (Ager y Sun, 1989).

De la fauna de braquiópodos de la Formación San Juan Raya (Fig. 22; Cuadro 1), *Cyrclothyris americana* fue descrita originalmente por Cooper (1955) en el Albiano medio de

Arizona y más tarde por Ager (1964) en el Albiano inferior de Texas. Su registro en México amplía su distribución geográfica y estratigráfica hacia latitudes más bajas, e incluidas ahora en el Aptiano. La especie referida aquí como *Cyclothyris* sp. muestra gran similitud con una forma del Albiano de Francia, asignada por Owen (1981) a este género. *Lamellaerhynchia rostriformis* es una especie ampliamente distribuida durante el Valanginiano-Barremiano de Europa, principalmente en los Dominios Boreal y Jura. En el Dominio del Tethys únicamente ha sido registrada tentativamente por Dieni *et al.* (1975) en Cerdeña, Italia, por lo que su registro en México incrementa su distribución para este dominio. Esta especie también ha sido reportada en el Valanginiano de Groenlandia (Owen, 1976) y el Aptiano de China (Sun, 1985). Otras especies de este género descritas para Norte América, incluyen una forma descrita originalmente por Ager (en Ager *et al.*, 1963) como *L. indi*, del Aptiano-Albiano de Texas, más tarde referida al género *Cyclothyris* (Owen, 1981, p. 299), e identificada por Owen (en González-León y Jacques-Ayala, 1988) en el estado de Sonora.

Moutonithyris moutoniana es otra especie con una amplia distribución en Europa. Middlemiss (1979) la considera como un miembro de la fauna del Tethys y escasa en las regiones que lo limitan (fauna Jura), que durante el Cretácico Temprano-Medio migró a través de Europa Noroccidental. Un ejemplar de esta especie fue colectado en estratos del Valanginiano de Mols Bjerge, Traill Ø agregando otro elemento típico del Tethys a la fauna del Este de Groenlandia (Sandy 1991a) y México. Este género fue registrado tentativamente por Gaspard (en Chiodi *et al.*, 1988), para el Albiano tardío de León, Guanajuato. *M. dutempleana*, aunque típica del Albiano de Europa y posiblemente de Madagascar, presenta algunos registros en el Aptiano tardío del Tethys de Europa (Dieni *et al.*, 1975; Somody, 1989). De esta manera, la fauna de braquiópodos de la Formación San Juan Raya, consta de formas típicas del Albiano, *Cyclothyris americana*, *Cyclothyris* sp. y *Moutonithyris dutempleana*. Esto coincide con lo expuesto para otros invertebrados (García Barrera, comunicación personal); *M. moutoniana* una especie con una amplia distribución estratigráfica y geográfica; así como *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis*, una especie característica del Valanginiano-Hauteriviano de Europa.

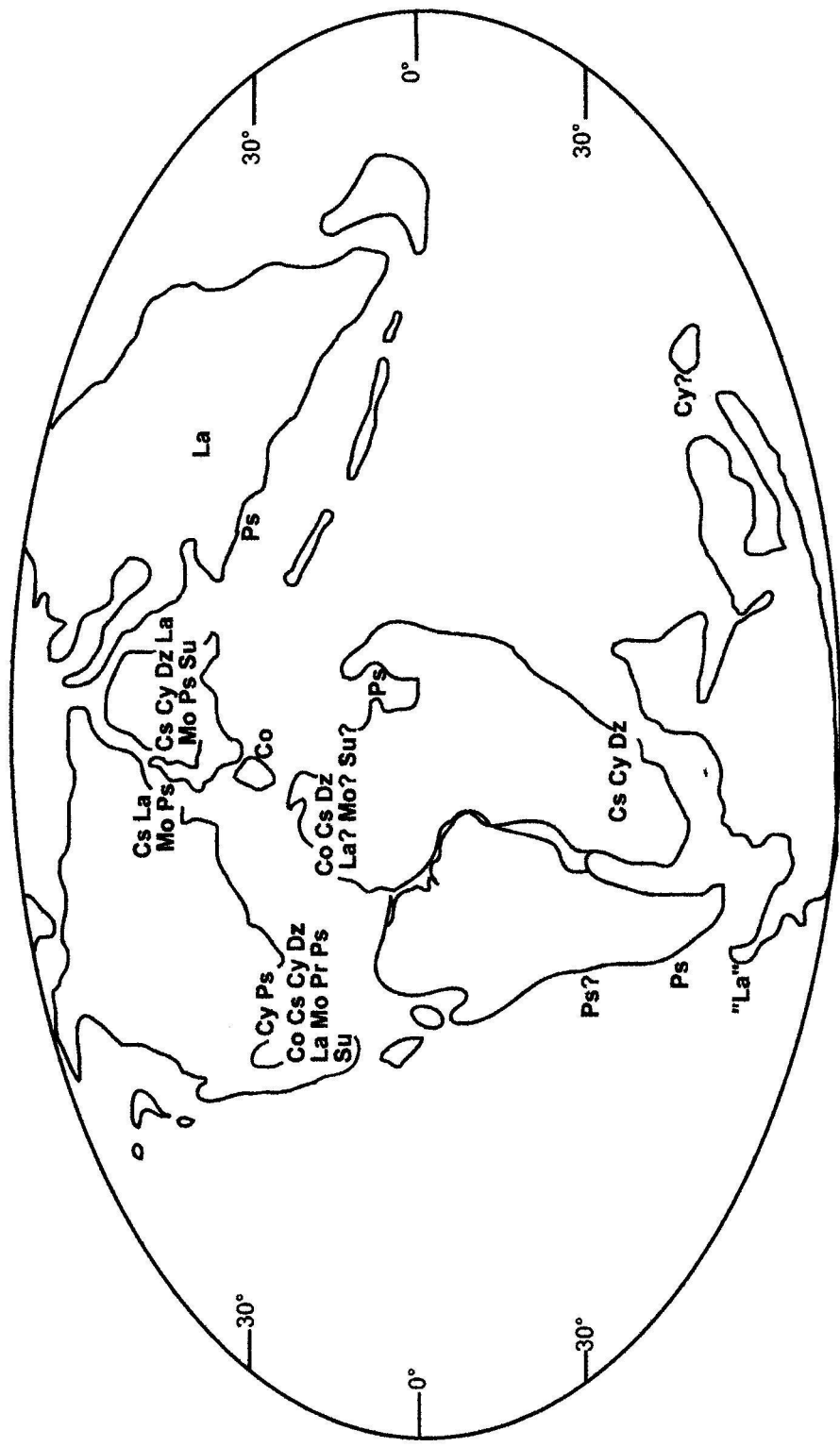


Figura 22.- Distribución mundial durante el Valanginiano-Aptiano de los géneros de braquiópodos analizados en este estudio. Co = *Colinella*, Cs = *Cyrtothyris*, Cy = *Cyclothyris*, Dz = *Dzirulina*, La = *Lamellaerhynchia*, Mo = *Moutonithyris*, Pr = *Proteorhynchia*, Ps = *Psilothyris*, Su = *Sulcirhynchia* (Mapa basado en Scotese et al., 1997).

C R E T A C I O		MIQUIHUANA	FM. SAN LUCAS	FM. SAN JUAN RAYA
TARDIO	MAASTRICHTIANO	<i>Proteorhynchia miquihuanaensis</i> (Imay)		
	CAMPANIANO	<i>Cyrtorhynchus sillmani</i> (Imay)		
NEOCOM	SANTONIANO	<i>Collinella muelleri</i> (Imay)		
	CONIACIANO	<i>Sulcithynchia</i>	BE, TE, MX	
	TURONIANO	<i>Kallirhynchia</i> cf. <i>K. concinna</i> (Sowberby)	BE, TE, MX	
	CENOMANIANO	<i>Dziruina</i>	EU	
		<i>Psilothyns</i>	JE, EU, MX	
	ALBIANO	<i>Cyclothyns</i> cf. <i>C. americana</i> (Cooper)	EU, MX	
		APTIANO	<i>Cyclothyns</i>	BE, TA, MX, CH, EU, MX, BE
TEMPR.	BARREMIANO		MX, BE, JE, JM, TE, TF	TE, JE
	HAUTERIVIANO		JE	JE
	VALANGINIANO		JE?	JE, BG
	BERRIASIANO		JE?	TE, TA
				<i>Lamellaerhynchia</i> cf. <i>L. rostriformis</i> (Roemer)
				<i>Moutonithyns moutoniana</i> (d'Orbigny)
				<i>M. dutempleana</i> (d'Orbigny)

Cuadro 1. - Distribución geográfica y alcances estratigráficos de los géneros y especies descritos en este estudio. China (CH); Dominio Boreal del Norte de Europa (BE) y Groenlandia (BG); Estados Unidos (EU); Dominio Jura de Europa (JE) y Marruecos (JM); Madagascar (MD); México (MX); Dominio del Tethys Europeo (TE) y del Norte de África (TA); Tierra del Fuego (TF), y Zululand, Sudáfrica (Z).

Dentro de la fauna de braquiópodos de la Formación San Lucas, en su Miembro Superior Las Fraguas, localidad “El Martillo” (Fig. 22; Cuadro 1): *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* representa un caso muy especial, ya que la especie *K. concinna* está distribuida principalmente en el Jurásico Medio (Bajociano-Batoniano, Calloviano?) de diversas localidades del mundo (Williams *et al.*, 2002). Su posible presencia en México estaría demostrando la sobrevivencia del género hasta el Aptiano, representando un ejemplo más de “taxón Lázaro”. Esto apoyaría la idea de la persistencia de algunos miembros de la subfamilia Kallirhynchiinae hasta el Cretácico Temprano (Williams *et al.*, 2002, p. 1358). Existen otros casos de géneros descritos originalmente para el Jurásico, como *Kutchithyris* y *Juralina*, que posteriormente fueron encontrados y descritos en depósitos marinos cretácicos (Middlemiss, 1980). *Sulcirhynchia* es un género del Valanginiano-Hauteriviano de Suiza e Italia y del Aptiano de Inglaterra, España y Rumania. De confirmarse la presencia de este género en México, este sería el primer registro del género en el Tethys de Norte América.

Psilothyris y *Dzirulina* son otros elementos típicos con una amplia distribución a nivel mundial. El primero es un género característico del Aptiano y fue descrito originalmente por Cooper (1955), *P. occidentalis* para el Albiano de Arizona y registrado posteriormente por Ortiz-Hernández y Martínez Reyes (1993) para el Hauteriviano inferior-Aptiano de León, Guanajuato. Manceñido (1989, 2002) reporta la presencia de este género para el Aptiano de Chile. El género *Dzirulina*, se registra por primera vez para México. El único reporte previo de este género para Norte América corresponde a la especie *D. ovula* (Sandy *et al.*, 1995) del Albiano inferior de California y se suma a la lista de géneros compartidos con Europa.

En resumen, los géneros y las especies estudiados presentan vínculos boreales de latitudes altas con Groenlandia y Europa, como *Cyrtothyris* y *Lamellaerhynchia*. Igualmente, presentan vínculos con las latitudes bajas de los Dominios Tethys-Jura con *Sulcirhynchia*, *Colinella* y *Cyrtothyris*, en el Sur-Oeste de Marruecos, el Sureste de Francia y Sur de España, así como con otros géneros que estuvieron ampliamente distribuidos en Europa (*Kallirhynchia*, *Moutonithyris*, *Psilothyris* y *Dzirulina*). La fauna de braquiópodos del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, del Valanginiano de Tamaulipas consiste de especies endémicas a nivel de especie (Fig. 22; Cuadro 1).

En lo que a las posibles direcciones de las rutas de dispersión de los géneros se refieren; éstas son difíciles de establecer por la presencia de algunos géneros y especies una amplia distribución geográfica y estratigráfica. Para esto se requiere de información estratigráfica detallada. Autores como Ager y Sun (1989) han sugerido que durante el Cretácico Temprano los braquiópodos no pudieron cruzar el Atlántico entre Europa y Norte América,

considerando más probable una dispersión transpacífica. En el caso del género *Colinella*, registrado en el Valanginiano de México y el Hauteriviano de Marruecos y España, podría representar un ejemplo de una dispersión de este a oeste del Tethys, a través de la apertura del Océano Atlántico Central.

Los contrastes entre las distribuciones cosmopolitas y endémicas al nivel de género y especie, sugieren diferencias importantes en las tolerancias ambientales, la duración de los estadios de larvas nadadoras libres y las capacidades de dispersión entre los diferentes taxones. Por ejemplo, la especie *Moutonithyris moutoniana* aunque estuvo restringida a sustratos arcillosos, logró a alcanzar una amplia distribución estratigráfica (Berriasiano-Aptiano) y geográfica (Oeste de Europa, Norte América y posiblemente África). En comparación el género *Cyrtothyris*, presenta un alto grado de endemismo a nivel de especie, incluyendo a la especie *C. sillimani*. Las diferencias entre los diferentes grupos son más evidentes al comparar la duración de los estadios de larva de los articulados y los linguláceos actuales, los primeros presentan una larva lecitotrófica de vida libre cuya duración varía de unas cuantas horas hasta uno o dos días, después de los cuales la larva se asienta sobre un sustrato. En el caso de los linguláceos actuales, estos presentan una larva planctotrófica que puede flotar en la columna de agua durante varios días, incluso meses (Malakhov, 1976). Además, en algunos casos bajo condiciones desfavorables los linguláceos son capaces de acelerar la morfogénesis y desarrollar un pedicelo y un lofóforo con muchos cilios (Zezina, 1976). Estas características le confieren a los linguláceos facilidades exclusivas para la migración (Ushatinskaya, 2000).

Llama la atención hasta el momento la ausencia en nuestro país y Texas de los pigópodos, un grupo de braquiópodos característico del Dominio del Tethys durante el Cretácico Inferior, generalmente asociado con la especie *Moutonithyris moutoniana*.

CONCLUSIONES

De la revisión taxonómica realizada en este estudio se concluye que:

- La fauna de braquiópodos del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Tamaulipas descrita originalmente por Imlay (1937a) y revizada más tarde parte por Owen (1981) que consistía de seis especies, se reduce a sólo tres: *Proteorhynchia miquihuanensis*, *Cyrtothyris sillimani* y *Colinella muellerriedi*. Las especies *Cylothyrus? subtrigonalis*, *Terebratula tamaulipana* y *Antiptychina? lata* son consideradas aquí como sinónimos.

- Además se describen por primera vez para México dos faunas aptianas de rinconeliformes (Clase Rhynchonellata): La fauna de la Formación San Juan Raya, en el estado de Puebla consiste de las especies *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* (Roemer), *Cylothyrus* cf. *C. americana* Cooper, *Cylothyrus* sp., *Moutonithyrus moutoniana* (d’Orbigny) y *M. dutempleana* (d’Orbigny). La fauna de la Formación San Lucas, en el Estado de Michoacán consiste de las especies *Sulcirhynchia* sp., *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* (Sowerby), *Psilothyris* sp., *Dzirulina* sp.1 y *Dzirulina* sp. 2.

- Los géneros *Kallirhynchia*, *Sulcirhynchia* y *Dzirulina* se registran por primera vez para México; y se propone la ampliación del alcance estratigráfico hasta el Aptiano de la especie *Kallirhynchia* cf. *K. concinna*, representando un posible taxón Lázaro.

- La mayoría de los ejemplares exhiben una gran variación intraespecífica, común entre los braquiópodos fósiles de la Clase Rhynchonellata.

- En cuanto a las relaciones paleobiogeográficas, dos géneros, *Cyrtothyris* y *Lamellaerhynchia* presentan vínculos con el Dominio Boreal de Groenlandia y Europa; mientras que el resto presenta vínculos genéricos con faunas características de los Dominios Tethys y Jura, en particular con el suroeste de Marruecos, sur de España y el sureste de Francia. Los braquiópodos del “Cuerpo Margoso de Miquihuana”, Tamaulipas, representan una fauna endémica a nivel de especie.

- Con respecto a los ambientes de depósito, con base a la litología y fauna acompañante, se ha propuesto para las tres localidades un ambiente lagunar peri-arrecifal. En general las características externas de las conchas de los braquiópodos coinciden con lo expuesto por Ager (1965) para este tipo de ambiente: formas grandes, de concha gruesa, forámenes pedicelares grandes y reforzados, terebratulidos marcadamente plicados en lo general y rinconélidos asimétricos.

Prospectivas:

Se resalta la importancia de continuar el estudio de estas especies mediante el uso de secciones seriadas transversales, así como el de microscopía electrónica de la microestructura de la concha, a fin de describir de manera más detallada a estas especies.

Aunque actualmente en México las faunas de braquiópodos mesozoicos están ampliamente distribuidas y en algunas localidades son muy abundantes, su situación taxonómica esta lejos de ser precisa; para resolver este problema es necesario llevar a cabo una nueva revisión taxonómica de estas faunas, lo cual permitirá tener un cuadro más exacto de sus relaciones paleobiogeográficas con otras regiones del mundo.

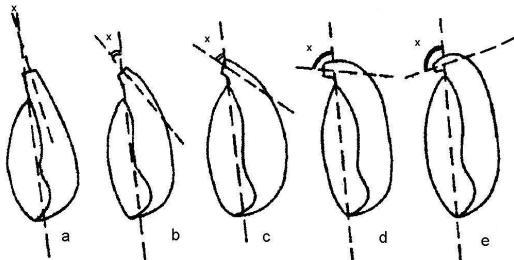
ANEXOS

GLOSARIO

La mayoría de los términos morfológicos y anatómicos se basan en Williams y Brunton (1997), a menos que se indique de otra forma.

Ángulo apical (*apical angle*). Ángulo formado por las pendientes del umbo.

Ángulo del pico (*beak angle*). Vistos en perfil lateral, el ángulo formado por el plano de la comisura en el eje de la charnela y la línea que corta al pico de la valva ventral.



Ángulos del pico, a. recto (0° - 20°); b. inclinado (20° - 30°); c. suberecto (30° - 70°); d. erecto (70° - 90°), e. incurvado (más de 90°).

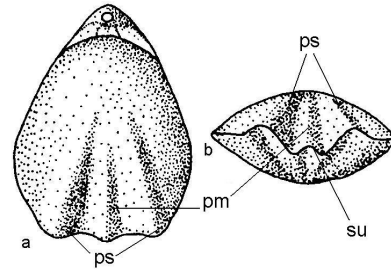
Ápofisis de la crus (*flange of crus*). Proyección lateral de la crus formada por la extensión anterior de parte de la placa cardinal externa adyacente a la base crural.

Área cardinal (*cardinal area*). Parte posterior de la valva de los braquiópodos articulados exclusiva del delthyrium o notothyrium.

Bases crurales (*crural bases*). Parte de las ramas crurales unidas a las placas cardinales o las placas de las fosetas y que separan a las placas internas y externas cuando estas últimas están presentes.

Biocoro (*biochore*). Unidad biogeográfica definida por el endemismo total de su biota (no taxones en particular) dentro de el entorno geográfico alrededor de una área núcleo (Westerman, 2000a).

Biplicado (*biplicate*). Plegamiento con un par de pliegues submediales en la valva dorsal separados por un sulcus que contiene a un pliegue medio más pequeño.



Plegamiento bíplicado, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviaturas: ps, pliegue submedial; pm, pliegue medio; su, sulcus.

Carina. Notable elevación angulosa de la superficie de la valva, externamente convexa en perfil transversal y radial en disposición.

Crestas del pico (*beak ridges*). Elevaciones lineales de la concha más o menos angulosas que se extienden desde cada lado del umbo a fin de delimitar casi toda, o a toda el área cardinal (Figura I).

Delthyrium. Abertura media triangular o subtriangular que corta al área cardinal ventral o a la pseudointerárea, que comúnmente sirve como foramen pedicelar (Figura I).

Deltidium. Cubierta del delthyrium formada por la unión de las placas deltoidales; es visible la línea de unión de las placas (Figura I).

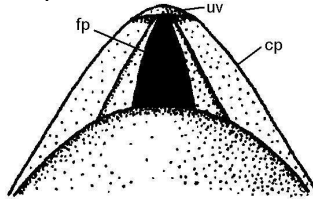
Dominio (*domaine, realm*). En paleobiogeografía término para designar al biocoro de mayor jerarquía [más inclusivo] (Westermann, 2000a).

Efecto Lázaro (*Lazarus effect*). Las múltiples definiciones e interpretaciones asociadas con el 'efecto Lázaro' han vuelto bastante confusa esta idea. Algunos autores consideran al efecto Lázaro como la desaparición temporal y reaparición de algunos taxones en el registro fósil en cualquier intervalo de tiempo. Otros investigadores lo consideran como un patrón restringido a episodios de extinción másiva (Fara, 2001). En este trabajo se tomó el concepto de taxón Lázaro bajo la primera consideración.

Estadio geróntico (*gerontic stage*). Estadio senil o anciano dentro de la ontogenia de los ejemplares, usualmente caracterizada por la

acumulación de líneas de crecimiento cerca del margen anterior de la concha (MacKinnon comunicación personal).

Hipotírido (*hypothyrid*). Foramen pedicelar localizado debajo o en el lado dorsal de las crestas del pico con el umbo ventral intacto.



Foramen hipotírido. Abreviaturas: cp, crestas del pico; fp, foramen pedicelar; uv, umbo ventral.

Homeomorfa (*homeomorphy*). Desarrollo paralelo de diferentes linajes que desarrollan morfologías externas parecidas (Cooper, 1983).

Inequivalva (*Inequivalve*). Concha en la que las valvas ventral y dorsal presentan una forma y/o tamaño diferentes (Modificado del Merriam-Webster Online Dictionary).

Interárea. Sector posterior de la concha con su borde de crecimiento en la línea de la charnela; también más comúnmente utilizado para cualquier plano o superficie curva que se encuentra entre el pico y el margen posterior de la valva y cortada por el delthyrium o el notothyrium (Figura I).

Lámelas ascendentes del lazo (*ascending lamellae of loop*). Par de elementos ventrales de lazo largo de los terebratelloideos que se continúan en la parte anterior con lámelas descendentes ventralmente recurvadas y que posteriormente se unen por medio de una banda transversal.

Lámelas descendentes (*descending lamellae*). Par de elementos dorsales del lazo que se extienden anteriormente desde las ramas cruales y recurvados ventralmente en sus extremos anteriores.

Lámelas o placas dentales (*dental plates*). Lámelas variablemente dispuestas de la concha secundaria que son las bases de los dientes de la charnela y que se extienden hasta el piso de la valva ventral.

Lazo (*loop*). Soporte del lofóforo compuesto por la concha secundaria y la braquiotesta; se extiende anteriormente desde las ramas cruales a manera de un aparato cerrado que puede ser corto (Centronellidina, Terebratullidina) o largo (Terebratellidina) o una derivación de estas dos formas.

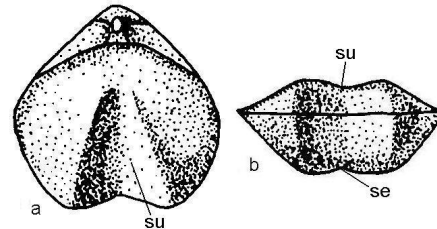
Lazo campagiforme (*campagiform loop*). Fase del desarrollo del lazo de ciertos terebratúlidos marcada por unos elementos ascendentes proporcionalmente grandes y con forma de embudo sin lacunas laterales.

Lazo terebrataliforme (*terebrataliiform loop*). Lazo curvado largo típico del género *Terebratalia* y géneros relacionados, con bandas conectoras que se extienden entre las lamelas descendentes y el septo medio.

Lazo terebrateliforme (*terebratelliform loop*). Lazo curvado largo terebrateloideo con bandas conectoras laterales que unen a las lamelas descendentes con el septo medio; morfológicamente similar al lazo terebrataliforme, pero derivado de una ontogenia del lazo diferente.

Ligada, estadio del plegamiento (*ligate of folding*). Ver lobulado.

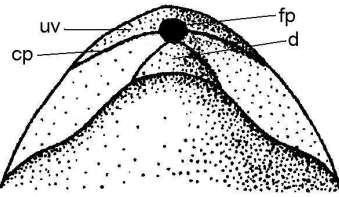
Lobulado (*lobate*). Plegamiento en el cual un seno en una de las valvas se dirige de manera opuesta a un solo sulcus en la otra valva; comisura rectimarginada.



Plegamiento lobulado, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviaturas: se, seno; su, sulcus.

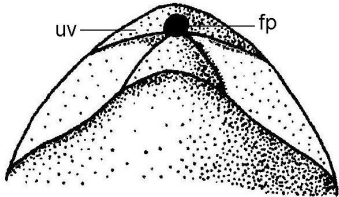
Longitud anterior/posterior. La longitud posterior es la parte de la línea de la longitud máxima que se encuentra posterior a la línea de la anchura máxima; la longitud anterior es la parte anterior correspondiente a esa línea (Middlemiss, 1959).

Mesotírido (*mesothyrid*). Foramen pedicelar localizado principalmente en el umbo ventral y parcialmente en el delthyrium, las crestas del pico parecen cortar al foramen.



Foramen mesotírido. Abreviaturas: cp, crestas del pico; d, delthyrium; fp, foramen pedicelar; uv, umbo ventral.

Permesotírido (*permesothyrid*). Foramen pedicelar localizado principalmente dentro del umbo ventral.



Foramen permesotírido. Abreviaturas: ver mesotírido.

Pico (*beak*). Extremidad del umbo, comúnmente puntiaguda (Figura 1).

Pico saliente (*produced beak*). Pico que sobresale marcadamente más allá del extremo posterior de la valva dorsal, pero que es angosto y cónico. 'Saliente' no es sinónimo de 'largo', ya que un pico largo también puede ser ancho, pero un pico bastante corto puede ser saliente (Middlemiss, 1959).

Placas deltidiales (*deltidial plates*). Par de placas que crecen hacia la línea media desde los márgenes del delthyrium, cerrándolo parcial o completamente (Figura 1).

Plica. Ondulación marcada de la comisura, reflejada en el interior de la concha, con la cresta dirigida dorsalmente; comúnmente pero no invariablemente asociada con el pliegue dorsal y el sulcus ventral.

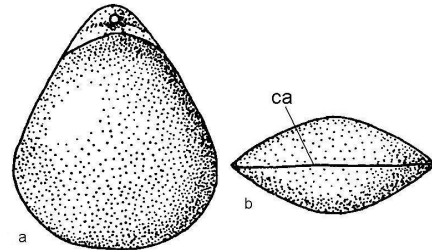
Pliegue (*Fold*). Elevación importante de la superficie de la valva: externamente convexa en perfil transversal y radial desde el umbo. Véase sulcus.

Proceso crural (*crural process*) Parte puntiaguda de la crus dirigida oblicuamente hacia la línea media y hacia la valva ventral (ver ramas crurales).

Ramas crurales (*plural, crura; sing. crus*). Procesos pareados que se extienden desde el cardinalia o el septo para dar soporte al extremo posterior del lofóforo; los extremos distales también pueden prolongarse hacia las lámelas primarias de la espira de la lámela descendente del lazo.

Ramas crurales calcariformes (*calcariform crura*). Ramas crurales falciformes que se distinguen por los procesos que se dirigen hacia la valva dorsal en sus extremos distales.

Rectimarginada (*rectimarginate*). Comisura anterior plana o recta.



Comisura rectimarginada, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviatura: ca, comisura anterior.

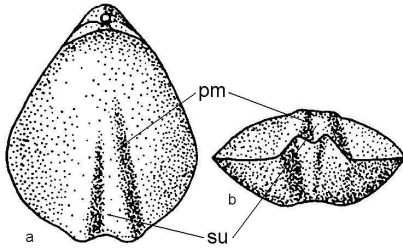
Seno (*sinus*). Ondulación marcada de la comisura con una cresta ventralmente dirigida, comúnmente pero no invariablemente asociada con el pliegue ventral y el sulcus dorsal.

Septalio (*septalium*). Estructura en forma de canal de la valva dorsal entre las bases crurales, que consta de las placas crurales (o estructuras homólogas) fusionadas medialmente y usualmente soportado por un septo medio.

Sínfisis (*symphytium*). Placas deltidiales fusionadas dorsal o anteriormente desde el foramen pedicelar y que retienen sólo una débil línea de unión.

Sulcus (pl. sulci). Depresión marcada de la superficie de la valva, externamente concava en perfil transversal y radial desde el umbo. Véase pliegue.

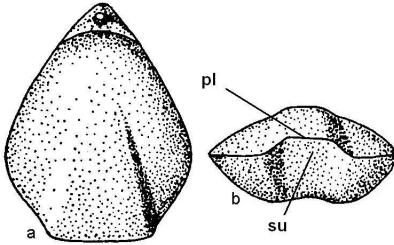
Sulcificado (*sulcificate*). Forma de plegamiento en donde la valva dorsal presenta un pliegue medio interrumpido por un sulcus medio somero.



Plegamiento sulcificado, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviaturas: pm, pliegue medio; su, sulcus.

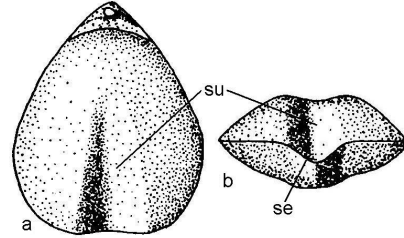
Taxón Lázaro. Vease 'Efecto Lázaro'

Uniplicado (*uniplicate*). Forma de plegamiento en donde la valva ventral presenta un sulcus medio y la comisura anterior una plica media.



Plegamiento uniplicado, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviaturas: pl, plica; su, sulcus.

Unisulcado (*unisulcate*). Forma de plegamiento en donde la valva dorsal presenta un sulcus medio y la comisura anterior un seno medio.



Plegamiento unisulcado, vistas dorsal (a) y anterior (b). Abreviaturas: se, seno; su, sulcus.

Umbo (pl. umbones). Parte apical de la región posterior de las valvas (Figura I).

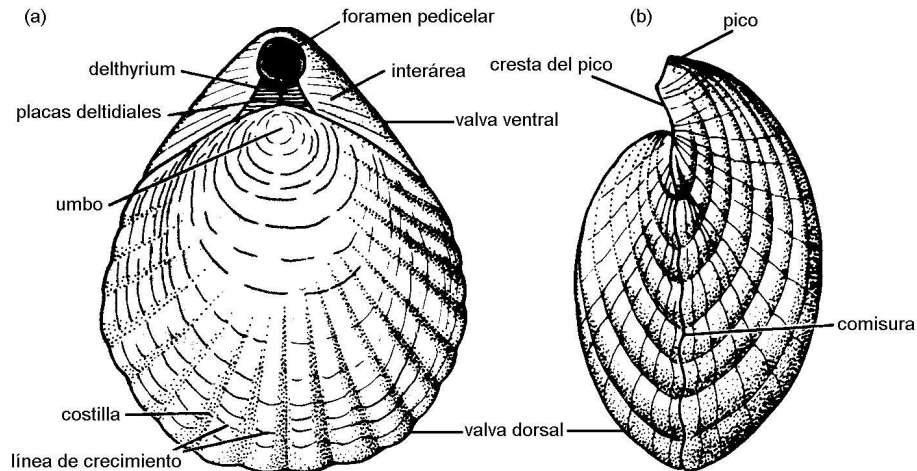


Figura I.- Morfología externa de un braquiópodo tipo (*Magellania*), vistas dorsal (a) y lateral (b) (Tomada de Clarkson, 1986).

SUBDIVISIONES GEOLOGICAS DEL MESOZOICO (Edades tomadas de la International Stratigraphic Chart, 2004).

Era	Sist.	Serie	Piso	Edad Ma
M E S O Z O I C O	C R E T Á C I C O	S U P E R I O R	MAASTRICHTIANO	65.5 ±0.3
			CAMPANIANO	70.6 ±0.6
			SANTONIANO	83.5 ±0.7
			CONIACIANO	85.8 ±0.7
			TURONIANO	89.3 ±1.0
			CENOMANIANO	93.5 ±0.8
		I N F E R I O R	ALBIANO	99.6 ±0.9
			APTIANO	112.0 ±1.0
			BARREMIANO	125.0 ±1.0
			HAUTERIVIANO	130.0 ±1.5
			VALANGINIANO	136.4 ±2.0
			BERRIASIANO	140.2 ±3.0
			TITHONIANO	145.5 ±4.0
			KIMMERIDGIANO	150.8 ±4.0
	S U P.	OXFORDIANO	155.7 ±4.0	
		CALLOVIANO	161.2 ±4.0	
		BATHONIANO	164.7 ±4.0	
		BAJOCIANO	167.7 ±3.5	
	M E D I O	AALENIANO	171.6 ±3.0	
		TOARCIANO	175.6 ±2.0	
		PLIENSBAQUIANO	183.0 ±1.5	
		SINEMURIANO	189.6 ±1.5	
	I N F E R I O R	HETTANGIANO	196.5 ±1.0	
		RHAETIANO	199.6 ±0.6	
		NORIANO	203.6 ±1.5	
		CARNIANO	216.5 ±2.0	
	S U P.	LADINIANO	228.0 ±2.0	
		ANISIANO	237.0 ±2.0	
		OLENIKIANO	245.0 ±1.5	
	I N F. M E D.	INDUANO	249.7 ±0.7	
		251.0 ±0.4		

Ma = Millones de años

REFERENCIAS

- Ager, D. V. 1960. Brachiopod distributions in the European Mesozoic. International Geological Congress, Copenhagen, Report 21(22):20-25.
- Ager, D. V. 1964. Further new rhynchonelloid brachiopods from the Texas Cretaceous. *Journal of Paleontology*, 38(1):109-112, 1 pl.
- Ager, D. V. 1965. The adaptation of Mesozoic brachiopods to different environments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 1(2):143-172.
- Ager, D. V. 1967a. Some Mesozoic Brachiopods in the Tethys Region. In: C. G. Adams & D. V. Ager (eds.) Aspects of Tethyan Biogeography. *Systematics Association Publication*, 7:135-151.
- Ager, D. V. 1967b. Brachiopod Palaeoecology. *Earth Science Reviews*, 3:157-179.
- Ager, D. V. 1971. Space in time in brachiopod history. In: F. A. Middlemiss, P. F. Rawson & G. Newall (eds.) Faunal Provinces in Space and Time. *Geological Journal Special Issue*, 4:95-110.
- Ager, D. V. 1973. Mesozoic Brachiopoda. In: A. Hallam (ed.) Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, p. 431-436.
- Ager, D. V. 1981. Major marine cycles in the Mesozoic. *Journal of the Geological Society of London*, 138(2):159-166.
- Ager, D. V. 1986. Migrating fossils, moving plates and an expanding earth. *Modern Geology*, 10(4):377-390.
- Ager, D. V. 1995. World Palaeobiogeography in the time of the Dinosaurs (in the light of Dinosaur and Brachiopod Distributions). In: W. A. S. Sarjeant (ed.) Vertebrate Fossils and the Evolution of Scientific Concepts. Gordon and Breach Publishers, Australia, p. 301-307.
- Ager, D. V. & Evamy, B. D. 1964. The Geology of the southern French Jura. *Geologists' Association, Proceedings*, 74:325-355.
- Ager, D. V., Underwood, J. R., & DeFord, R. K. 1963. New Cretaceous Brachiopod from Trans-Pecos Texas. *Journal of Paleontology*, 37(2):371-378, 1 pl.
- Ager, D. V., Childs A., & Pearson, D. A. B. 1972. The Evolution of the Mesozoic Rhynchonellida. *Geobios*, 5(2-3):157-234.
- Ager, D. V. & Walley, C. D. 1977. Mesozoic brachiopod migrations and the opening of the North Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 21(2): 85-99.
- Ager, D. V. & Sun, D.-L. 1989. Distribution of Mesozoic brachiopods on the northern and southern shores of Tethys. *Palaeontologia Cathayana*, 4:23-51.

- Aguayo-Camargo, J. E. 1998. The Middle Cretaceous El Abra Limestone at its type locality (facies, diagenesis and oil emplacement), East-Central Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Sociedad Geológica Mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(1):1-8.
- Aguilera, J. G. 1906. Excursión de Tehuacán á Zapotitlan et San Juan Raya: México, D. F. Congreso Geológico Internacional 10, Libro guía de la excursión.
- Aguilera-Franco, N., Hernández-Romano, U., Barceló-Duarte, J. & Martínez-Medrano, M. 1998. Cambios litológicos y paleontológicos registrados a través del Límite Cenomaniano-Turoniano en la región de Zotoltilán-La Esperanza, Guerrero: Implicaciones sedimentológicas. *Sociedad Mexicana de Paleontología, Revista*, 8(2):101-122.
- Alencáster, G. 1956. Pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 2, 47 pp.
- Alencáster, G. 1977. Moluscos y braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas. Universidad Nacional Autónoma de México. *Instituto de Geología, Revista*, 1(2):151-166.
- Alencáster, G. 1978. Distribución de Faunas Marinas del sur de México y del Norte de América Central durante el Cretácico. En: Ferrusquía, I. V. (ed.) Conexiones Terrestres entre Norte y Sudamérica. Universidad Nacional Autónoma de México, *Instituto de Geología, Boletín* 101:47-63.
- Alencáster, G. 1987. Moluscos Bentónicos de la Mitad Meridional de México durante el Cretácico. *Sociedad Mexicana de Paleontología, Revista*, 1(1):1-23.
- Alencáster, G. 1995. Moluscos Extintos (Rudistas) del Cretácico del Estado de Chiapas. *Investigación, Ciencias y Artes en Chiapas*, 1(1): 68-94.
- Alencáster, G. de C. & Buitrón, B. E. 1965. Estratigrafía y Paleontología del Jurásico Superior de la Parte Centromeridional del Estado de Puebla. Parte II. Fauna del Jurásico Superior de la Región de Petlalcingo, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 21, 53 pp., 14 láms.
- Allain, R. 2002. Discovery of Megalosaur (Dinosauria, Theropoda) in the Middle Bathonian of Normandy (France) and its Implications for the Phylogeny of Basal Tetanurae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22(3):548-563.
- Allison, E. C. 1955. Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico. *Journal of Paleontology*, 29(3):400-432.
- Almazán, E. V. & Buitrón, B. E. 1984. Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California Norte, México. *III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria*, p. 378-387.
- Almeras, Y., A. Bouillier, & A. Laurin. 1990. Les zones des brachiopods du Jurassique en France. *Annales Scientifiques de l'Universite de Besancon, (Geologie), Ser. 4*, 10:3-30, 3 pls.

- Anderson, F. M. 1938. Lower Cretaceous deposits in California and Oregon. *Geological Society of America, Special Paper*, 16: 1-339, 34 pls.
- Anthula, D. J. 1899. Ueber die Kreidefossilien des Kaukasus mit einem Allgemeinen Ueberblick ueber die Entwicklung der Sedimentaerbildungen des Kaukasus. In: F. Frech & G. V. Arthaber, Neue Forschungen in den Kaukasischen Laendern. *Beitraege zur Paläeontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients*, 12(2):53-159, pls. 2-7.
- Arthur, M. A. & Schlanger, S. O. 1979. Cretaceous "Oceanic Anoxic Events" as a causal factors in development of reef-reservoired giant oil fields. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 63(6):870-885.
- Asgaard, U. & Bromley, R. G. 1991. Population dynamics and autoecology of '*Rhynchonella*' *triangularis*, a Late Cretaceous rocky coast brachiopod. In: D. I. Mackinnon, D. E. Lee, & J. D. Campbell (eds.) *Brachiopods through Time. Proceedings of the 2nd International Brachiopod Congress, University of Otago/Dunedin/New Zealand/5-9 February 1990*, p. 247-252.
- Bărbulescu, A., Neagu, T., Lăzăroiu, I., & Vodislav, C. 1975. Brachiopode Eocretacice din Dobrogea de Sud. (Early Cretaceous brachiopods from southern Dobrogea). *Studii si Cercetari de Geologie, Geofizica, Geografie (Seria Geologie)*, 20(1):111-141, 6 pls.
- Barceló-Duarte, J. 1978. Estratigrafía y petrografía detallada del área de Tehuacán-San Juan Raya, Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería, 143 pp.
- Barragan, R., González-Arreola, C. & Villaseñor, A. B. 2004. Palaeological significance of Barremian ammonite assemblages and facies variations from Southwest Mexico. *Lethaia*, 37(3):223-234.
- Basáñez-Loyola, M. A., Fernández-Turner, R. & Rosales-Domínguez C. 1993. Cretaceous Platform of Valles-San Luis Potosí, Northeastern Central Mexico. In: Simo, J. A. T., Scott R. W., Masse, J.-P. (eds.) *Cretaceous Carbonate Platforms. American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, 56:51-59.
- Beecher, C. E. 1893. Revision of the Families of Loop-Bearing Brachiopoda. The Development of *Terebratalia obsoleta*, Dall. *Connecticut Academy of Arts and Sciences, Transactions*, 9(2):376-399, 3 pls.
- Benest, M., Gaspard, D., & Ghali, M. 1996. Les Brachiopodes de L'Avant-Pays Ouest-Algérien Lors de la Phase Transgressive Maximale du Berriasien Supérieur; Systématique, Environment, Paléogéographie. *Geobios*, 29(1):13-34, 3 pls.
- Benigni, C., Casati, P. & Pirini, C. R. 1982. Stratigrafia del Giurassico dei dintorni di Foza (Altopiano di Asiago). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 88(1):45-74, 2 pls.
- Betts, J. N. & Holland, H. D. 1991. The oxygen content of ocean bottom waters, the burial efficiency of organic carbon, and the regulation of atmospheric oxygen. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 97(1):5-18.

- Böse, E. 1906. Excursión de San Luis Potosí a Tampico, México. X Congreso Geológico Internacional, México, Libro Guía de la Excursión 30, 16 pp.
- Böse, E. 1910. Monografía geológica y paleontológica del Cerro de Muleros cerca de Ciudad Juárez, Edo. de Chihuahua. *Instituto de Geología, Boletín*, 25:1-189.
- Böse, E. 1923. Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero. *Instituto de Geología, Boletín*, 42:1-219.
- Boullier, A. & F. Michaud. 1987. Terebratulides (Brachiopodes) nouveaux du Jurassique Supérieur du Chiapas (Sud-Est du Mexique). *Revue de Paléobiologie*, 6(2):279-288.
- Brookfield, M. E. 1973. The Life and death of *Torquirhynchia inconstans* (Brachiopoda, Upper Jurassic) in England. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13(4):241-259.
- Buckman, S. S. 1906. Brachiopod Nomenclature. *Annals and Magazine of Natural History, Ser.*, 7, 18(107):323-327.
- Buckman, S. S. 1918. Brachiopoda of the Namyau Beds, Northern Shan States, Burma. *Palaeontologia Indica*, 3(2):1-299, 21 pls.
- Buitrón, B. E. 1970. Equinoides del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 30, 46 pp.
- Buitrón, B. E. & Barceló-Duarte, J. 1980. Nerineidos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, *Instituto de Geología, Revista*, 4(1):46-55.
- Burckhardt, C. 1930. Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain. *Société Paléontologique de la Suisse, Mémoire*, 49-50:1-280, 18 tables.
- Burri, F. 1953. Beiträge zur Systematik der Brachiopoden aus der untersten Kreide im westschweizerischen Juragebirge. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 46(2):269-285, 1 pl.
- Burri, F. 1956. Die Rhynchonelliden der Unteren Kreide (Valanginien-Barrémien) im westschweizerischen Juragebirge. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 49(2):599-701, 15 pls.
- Calderón-García, A. 1956. Bosquejo Geológico de la Región de San Juan Raya, Puebla: México, D. F. XX Congreso Geológico Internacional, Libro-guía de la excursión A-11:9-27.
- Calzada, S. 1971. *Rhynchonella lata* var. *miliani*, Bataller 1947. *Sulcirhynchia miliani* (Bataller, 1947). *Acta Geológica Hispánica*, 5(5):143-146.
- Calzada, S. 1972. *Cyrtothyris middlemissi* n. sp. del Aptense de Garraf (Barcelona). *Acta Geológica Hispánica*, 7(2):66-68.

- Calzada, S. B. 1976. Braquiópodos Infracretácicos del Levante Español. Trabajos del Museo Geológico del Seminario Conciliar de Barcelona, Sección de Bioestratigrafía del C. S. I. C., 15(149):1-86, 15 pls.
- Calzada, S. 1987. Un nuevo género de Braquiópodos Eocretácicos. *Revue de Paléobiologie*, 6(2):321-324.
- Calzada, S. B. 1997. Miscelánea sobre braquiópodos. *Batalleria*, 7(1):31-34.
- Calzada, S. & Calvez, H. 1991. Una nueva especie de *Rectithyris* del Albiense Aragonés (Brachiopoda, Cretácico). *Lucas Mallada*, 3:27-38.
- Calzada, S. & Urquiola, M. M. 1998. Precisiones sobre dos braquiópodos hautiverienses del Levante Español. *Batalleria*, 8(1):11-12.
- Campa, M. F. 1978. La Evolución Tectónica de Tierra Caliente, Guerrero. *Sociedad Geológica Mexicana, Boletín*, 39:52-64.
- Campa, M. F. & Coney, P. J. 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20(6):1040-1051.
- Carrillo-Bravo, J. 1961. Geología del Anticlinorio Huizachal-Peregrina al N-W de Ciudad Victoria Tamps. *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín*, 13(1-2):1-98.
- Carrillo-Bravo, J. 1969. Resumen de exploración geológica de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí. Informe Geológico No. 535. Petróleos Mexicanos, Z. N., Tampico, Tam., (Informe Inédito).
- Carrillo-Bravo, J. 1971. La Plataforma Valles-San Luis Potosí. *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín*, 23(1-6):1-101.
- Castillo, A. D. & Aguilera, J. G. 1895. Fauna Fósil de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, *Comisión Geológica de México*, 1:1- 55, 24 láms.
- Cecca, F. & Westermann, G. E. G. 2003. Towards a guide to palaeobiogeographic classification. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 201(1-2):179-181.
- Childs, A. 1969. Upper Jurassic Rhynchonellid Brachiopods from Northwestern Europe. *British Museum (Natural History) (Geology), Bulletin, Supplement*, 6:1-119, 12 pls.
- Chiodi, M., Monod, O., Busnardo, R., Gaspard, D., Sanchez, A., & Yta, M. 1988. Une discordance Ante Albienne datée par une faune d'ammonites et de brachiopods de type téthysien au Mexique Central. *Geobios*, 21(2):125-135.
- Clarkson, E. N. K. 1986. Paleontología de Invertebrados y su Evolucion. Paraninfo, España
- Clerc, M. & Favre, J. 1910. Catalogue illustré de la Collection Lamarck. Pt. 1, Fossiles: fasc. 1., 22 pls. Geneve: Muséum D'Histoire Naturelle. INCOMPLETE.

- Cocks, L. R. M. 1985. Brachiopoda In: Murray, J. W. (ed.), Atlas of Invertebrate Macrofossils, Longman, The Palaeontological Association, England, 241 pp.
- Cooper, G. A. 1955. New Cretaceous Brachiopoda from Arizona. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 131(4):1-18, 4 pls.
- Cooper, G. A. 1959. Genera of Tertiary and Recent Rhynchonelloid brachiopods: *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 139(5):1-190, 22 pls.
- Cooper, G. A. 1983. The Terebratulacea (Brachiopoda), Triassic to Recent: A Study of the Brachidia (Loops). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 50:1-445, 77 pls.
- Cooper, M. R. 1977. Eustacy during the Cretaceous: its implications and importance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 22(1):1-60.
- Cooper, M. R. 1993. Rectithyrid brachiopods (Terebratulacea) from the Cretaceous of Zululand. *Durban Museum Novitates*, 18:1-12.
- Cox, M. M. & Middlemiss, F. A. 1978. Terebratulacea from the Cretaceous Shenley Limestone. *Palaeontology*, 21(2):411-441, pls. 40-42.
- Credner, H. 1864. Die Brachiopoden der Hilsbildung im nordwestlichen Deutschland. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 16:542- 583, 4 pls.
- Crickmay, C. H. 1933. Attempt to zone the North American Jurassic on the basis of its brachiopods. *Geological Society of America, Bulletin*, 44:871-894, pl. 6.
- Davidson, T. 1851. A Monograph of the British Fossil Brachiopoda (Vol. 1, Part 3: The Oolitic and Liasic Brachiopoda). *Palaeontographical Society, Monograph*, 4:1-64, pls. 1-13.
- Davidson, T. 1855. A Monograph of the British Fossil Brachiopoda (Vol. 1, Part 2, The Cretaceous Brachiopoda; No. 2-Appendix and Index to Vol. 1). *Palaeontographical Society (London), Monograph*, 8:1-30, pl. A.
- Davidson, T. 1876-1878. Supplement to the Jurassic and Triassic Species. In: T. A. Davidson A Monograph of the British Fossil Brachiopoda 4 (Part 2, section 2), *Palaeontographical Society, Monograph*: 145-241, pls. 17-29.
- DeBoer, P. L. 1982. Cyclicity and the storage of organic matter in middle Cretaceous pelagic sediments. In: G. Einsele and A. Seilacher (eds.) Cyclic and Event Stratification. Springer, Berlin, p. 456-475.
- Dieni, I., Middlemiss, F. A., & Owen, E. F. 1975. The Lower Cretaceous Brachiopods of east-central Sardinia. *Società Paleontologica Italiana, Bollettino*, 12(2):166-216, 7 pls.
- Douglas, R. G., Moullade, M., & Nairn, A. E. M. 1973. Causes and consequences of drift in the South Atlantic. In: D. H. Tarling and S. K. Runcorn (eds.), Implications of Continental Drift to the Earth Sciences, London, Academic Press, p. 517-537.

- Douglas, R. G. & Savin, S. M. 1975. Oxygen and carbon isotope analyses of Tertiary and Cretaceous microfossils from Shatsky Rise and other sites in the North Pacific Ocean. In: Larson, R. L., Moberly Initial Reports of Deep Ses Drilling Project, 32:509-520.
- Douglas, T. A. & W. J. Arkell. 1928. The stratigraphical distribution of the Cornbush I: The South-Western Areas. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, 84:112-170, pls. 9-12.
- Douglas, T. A. & W. J. Arkell. 1932. The stratigraphical distribution of the Combash II: The South-Western Areas. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, 88(2):117-178, pls. 10-12.
- Douvillé, H. 1916. Les terrains secondaires dans le Massif de Moghara a l'est de l'Isthme de Suez d'apres les explorations de M. Couyat-Barthoux. *Paleontologie. Academie des Sciences, Memoires*, Ser. 2, 54:1-184, 21 pls.
- Duméril, A. M. C. 1806. Zoologie analytique ou méthode naturelle de classification des animaux. XXIV Allais, Paris, 344 pp.
- Elliot, G. F. 1948. The evolutionary significance of brachial development in terebratelloid Brachiopoda. *Annals and Magazine of Natural History*, 12(1):297-317.
- Erben, H. K. 1956. El Jurásico Medio y el Calloviano de México. Congreso Geológico Internacional XX Sesión, México, 140 pp., 19 láms.
- Fabre, S. 1950. Brachiopodes. In: M. Collignon, Recherches sur les faunes Albiennes de Madagascar, III, L'Albien de Komihévitra (Cercle de Soalala). *Annales Geologiques du Service des Mines de Madagascar*, 17:2-54, pl. 3.
- Fara, E. 2001. What are Lazarus taxa?. *Geological Journal*, 36(3-4):291-303.
- Feldman, R. M., Vega, F. J., García-Barrera, P., Rico-Montiel, R., & Martínez, L. L. 1995. A new species of *Meyeria* (Decapoda: Mecochiridae) from the San Juan Raya Formation (Aptian: Cretaceous), Puebla State, Mexico. *Journal of Paleontology*, 69(2):402-406.
- Felix, J. 1891. Versteinerungen aus der mexicanischen Jura und Kreide formation. *Palaeontographica*, 37(1):140-194, pl. 27.
- Felix, J. & Lenk, H. 1891. Übersicht über die Geologischen Verhältnisse des Mexicanischen Staates Oaxaca. *Palaeontographica*, 37(1):117-194, 9 pls.
- Flores, T. 1908. Datos para la Geología de Oaxaca. *Sociedad Geológica Mexicana, Boletín*, 5:107-128, 1 lám., 1 mapa.
- Frakes, L. A. & Francis, J. E. 1988. A guide to Phanerozoic cold polar climates from high-latitude ice-rafting in the Cretaceous. *Nature*, 333(6173):547-549.
- Füllop, J. 1964. A Bakonyhegyseg Alsó-Kreta (Berriazi-Apti) Kepzod-Menyei – *Geologica Hungarica, Seria Geologica*, 13:1-194, 31 pls.

- Fürsich, F. T. & Palmer, T. 1984. Commisural asymmetry in brachiopods. *Lethaia*, 17(4):251-265.
- García-Barrera, P. 1997. Bioestratigrafía y Biogeografía local de los Rudistas Cretácicos (Hippuritacea) de la región de Huetamo, Michoacán. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, División de Estudios de Posgrado, UNAM, 100 pp.
- Gaspard, D. 1974. Sur une nouvelle espèce de Terebratulidae (*Praelongithyris rogeri*). Brachiopode de l'Albien des Ardennes. Comptes Rendus Hebdomadaires des Sciences de l'Académie des Sciences (Paris), Ser. D, 278(24):3059-3062.
- Gaspard, D. 1976. Caractères Morphologiques et Microstructure de '*Terebratula dutempleana*' d'Orbigny. *Annales de Paleontologie, Invertebres*, 62(2):123-138, 5 pls.
- Gaspard, D. 1989. Explosion de Brachiopodes au Crétacé Inférieur dans la Mer Epicontinentale Jurassienne. *Revue de Paléobiologie, Volume Special*, 3:81-102, 9 pls.
- Gaspard, D. 1991. Le cas de non-symétrie chez les rhynchonelles. Quelle(s) signification(s)? In: P. R. Racheboeuf *et al.*, (eds.) Les fossiles sont en forme; Morphographie, morphologie, morphométrie, morphofonctionnelle, morphogenèse. *Geobios, Mémoire Special*, 13: 33-44, 1 pl.
- Gaspard, D. 1999. Distribution of Lower Cretaceous brachiopods in Europe (Berriasian to Aptian). *Société Géologique de France, Bulletin*, 170(3):311-326, 4 pls.
- Glaçon, J. 1952. Les monts du Hodna (partie orientale). In: 19^e International Geological Congress, Alger.- *Monographies regionales*, 1^{re}: Algérie, 7:1-90.
- Gómez-Espinosa, M. C. 2003. Sistemática de los Gasterópodos de la Región de Jalpan (Plataforma Valles – San Luis Potosí), Queretaro, México. Tesis de Maestría, Instituto de Geología, Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, 83 pp.
- Gómez-Luna, M. E., Contreras y Montero, B., Guerrero-Suástegui, M., & Ramírez-Espinoza, J. 1993. Amonitas del Valanginiano Superior, Barremiano de la Formación San Lucas en el área de Huetamo, Michoacán. *Sociedad Mexicana de Paleontología, Revista*, 6(1):57-65.
- González-Arreola, C. 1974. *Phylloceras* del Cretácico Inferior de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. México. *Sociedad Geológica Mexicana, Boletín*, 35:29-37.
- González-Arreola, C., Pantoja-Alor, J., Oloriz, F., Villaseñor, A., & García-Barrera, P. 1996. Lower Aptian Ammonitina, *Pseudohaploceras liptoviense* (Zeuschner) in Cumburindio Formation (southwestern Mexico). *Geobios*, 29(1):35-43.
- González-León, C. & Jacques-Ayala, C. 1988. Estratigrafía de las rocas cretácicas del área de Cerro de Oro, Sonora Central. *Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, Boletín*, 5(1-2):1-23.
- Grădinaru, E. & Bărbulescu, A. 1989. La Faune des Brachiopodes Neocomiens de Codlea (Zone de Brasov, Carpates Orientales). *Revue Roumaine de Geologie Geophysique et Geographie (Serie de Geologie)*, 33:97-114, 4 pls.

- Gray, J. E. 1840. Synopsis of the Contents of the British Museum, 42nd ed. 370 pp., London.
- Gray, J. E. 1848. On the Arrangement of the Brachiopoda. *Annals and Magazine of Natural History (London)*, Ser. 2, 2:435-440.
- Haas, H. J. 1893. Kritische Beitrage zur Kenntnis der Jurassischen Brachiopodenfauna des schweizerischen Jurabirges und seiner angrenzenden Landestesheile. Part III. Die Terebratulae biplicatae des Malm. *Schweizerische palaeontologische Gesellschaft, Abhandlungen*, 20:103-147, pls. 11-23.
- Hallam, A. 1961. Brachiopod life assemblages from the Marlstone Rock-Bed of Leicestershire. *Palaeontology*, 4(4):653-659.
- Hancock, J. M & Kauffman, E. J. 1979. The great transgressions of the Late Cretaceous. *Journal of the Geological Society*, 136:175-186.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail, P. R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles, In: C. K. W. Wilgus *et al.* (eds.), Sea-Level Changes: An Integrated Approach. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 42:71-108.
- Heim, A. 1926. Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 20(1):84-87.
- Hernández-Láscares, D. & Galván-Mendoza, E. 1990. *Lamellaerhynchia* cf. *renauxiana* (D'Orbigny) (Brachiopoda Rhynchonellidae) del Cretácico Inferior de la Región de San Lucas Teletitlán, Estado de Puebla, Centro Sur de México. *Sociedad Mexicana de Paleontología, Revista*, 2(2):47-55, 1 lám.
- Hertlein, L. G. & Grant, U. S. 1944. The Cenozoic Brachiopoda of Western North America. University of California, *Publications in Mathematics and Physical Sciences*, 3:1-236, 21 pls.
- Housa, V. 1965. La Klippe de Stramberg. In: Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France: Carpathes Tchecoslovaques. *Société Géologique de France, Bulletin*, 7:1074-1077.
- Imlay, R. W. 1936. Geology of the western part of the Sierra de Parras. *Geological Society of America, Bulletin*, 47(7):1091-1151.
- Imlay, R. W. 1937a. Lower Neocomian Fossils from the Miquihuana Region, Mexico. *Journal of Paleontology*, 11(7):552-574, pls. 70-83.
- Imlay, R. W. 1937b. Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico. *Geological Society of America, Bulletin*, 48(5):587-630.
- Imlay, R. W. 1938. Studies of the Mexican Geosyncline. *Geological Society of America, Bulletin*, 49(11):1651-1694.

- Imlay, R. W. 1940. Neocomian faunas of Northern Mexico. *Geological Society of America, Bulletin*, 51(1):117-190, pls. 1-21.
- Imlay, R. W. 1944. Correlation of the Cretaceous Formations of the Greater Antilles, Central America, and Mexico. *Geological Society of America, Bulletin*, 55(8):1005-1046.
- Jacob, C. & Fallot, P. 1913. Étude sur les Rhynchonelles Portlandiennes, Néocomiennes et Mésocrétacées du Sud Est de la France. *Société Paléontologique Suisse, Mémoires*, 39(2):1-82, pls-1-11.
- Jaworski, E. 1929. Eine Liasfauna aus nordwest Mexico. *Société de Paléontologie de Suisse, Mémoires*, 48(4):1-12.
- Jones, T. S. 1938. Geology of Sierra de la Peña and Paleontology of the Indidura Formation, Coahuila, Mexico. *Geological Society of America, Bulletin*, 49(1):69-150.
- Karakasch, N. I. 1907. Nizhne-melovyya otlozhenia Kryma i ikh fauna. (The Lower Cretaceous of the Crimea and its relationship to the Pygopidae.). *Travaux Société Histoire Naturelle St. Petersbourg, Sect. Geol. et Min.*, 32(5):1-482, 28 pls.
- Kauffman, E. G. & Johnson, C. C. 1988. The Evolution of Late Jurassic and Cretaceous Reefs. A short course on the evolution of reef communities. *Annual meeting of the Geological Society of America*, Denver, Colorado.
- Keller, G. 1952. Die stratigraphisch-fazielle Entwicklung der marinen Unterkreide im nordwestlichen Teutoburger Wald. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 104(3):474-498.
- Kelley, S. P. 2003. Biogeochemical cycles. In: P. Skelton (ed.) *The Cretaceous World*. The Open University and Cambridge University Press, Cambridge, p. 185-207.
- Kellum, L. B. 1936. Geology of the mountains west of the Laguna district. *Geological Society of America, Bulletin*, 47(7):1039-1090.
- Kellum, L. B. & Robinson, W. I. 1962. Geology of the West-Central Part of the Sierra de Tlahualilo, Coahuila, Mexico. *Michigan Academy of Science, Arts, and Letters, Papers*, 48:223-261.
- Kemper, E. 1963. Die Aufschlüsse der Unterkreide im Raum Rheine-Ahaus. *Geological Jarbusch*, 80:447-494.
- Kennett, J. P. & Barker, P. F. 1990. Latest Cretaceous to Cenozoic climate and oceanographic developments in the Weddell Sea, Antarctica: An ocean-drilling perspective. *Proceedings of the ODP Science Research*, 113:937-960.
- Kvakhadze, N. N. 1972. K revizii brakhiopod roda *Dzirulina*. (A contribution to revision of the brachiopod genus *Dzirulina*). *Paleontologicheskii Zhurnal*, 1972(2):142-147 [In Russian; English Translation, *Paleontological Journal*, 6(2):270-274.
- Kuhn, O. 1949. *Lehrbuch der Palaeozoologie*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 329 pp.

- Lankester, R. 1863. On certain Cretaceous Brachiopoda. *Geologists*, 6:414-415.
- Larson, R. L. 1991a. Latest pulse of the Earth: Evidence for a mid-Cretaceous superplume, *Geology*, 19(6):547-550.
- Larson, R. L. 1991b. Geological consequences of superplumes. *Geology*, 19(10):963-966.
- Larson, R. L. & Olson, P. 1991. Mantle plumes control magnetic reversal frequency. *Earth Planetary Sciences Letters*, 107(3-4):437-447.
- Lescinsky, H. L., Ledesma-Vázquez, J., & Johnson, M. E. 1991. Dynamics of Late Cretaceous Rocky Shores (Rosario Formation) from Baja California, Mexico. *Palaeos*, 6(2):126-141.
- Leymerie, A. 1842. Suite du Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube. *Société Géologique de France, Mémoires*, 5(1):1-34.
- Lobacheva, S. V. 1966. In: Bogdanova, T. N. & Lobacheva, S. V. 1966. Fauna neokoma Kopet-Daga. (Neocomian Fauna of the Kopet Daga.) In: *Problema Neftegazonosnosti Srednei Azii. Vsesoiuznyi Nauchno- Issledovatel'skii Geologicheskii Institut (VSEGEI), Trudy*, 130(16):1-142, 13 pls.
- Lobacheva, S. V. 1974. O rode *Cylothyris* (Brachiopoda). (The Brachiopod Genus *Cylothyris*.) *Paleontologicheskii Zhurnal*, 8(1):72-82, 1 pl.
- López-Ramos, E. 1981. Paleogeografía y Tectónica del Mesozoico en México. Universidad Nacional Autónoma de México *Instituto de Geología, Revista*, 5(2):158-177.
- Lorient, P. de. 1863. Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage Néocomien Moyen du Mont Salève. *Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, Mémoires*, 10:1-214, 22 pls.
- Lorient, P. de. 1864. Description de quelques brachiopodes crétacés. *Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, Mémoires*, 17(2):437-447, 1 pl.
- Makridin, V. P. 1955. Nekotorye iurskie rinkhonellidy Evropeiskoi chasti SSSR. (Some Jurassic Rhynchonellids from the European Part of the USSR.) *Zapiski Geologicheskogo Otdeleniia Kharkovskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, 12:81-91.
- Malakhov, V. V. 1976. Nekotorye stadii razvitiia zamkovoii brakhiopody *Cnismatocentrum sakhalinensis parvum* i problema evoliutsii sposoba zaklatskii tselomicheskoi mezodermy. (Certain Stages of Embryogenesis in *Cnismatocentrum sakhalinensis parvum* [Brachiopoda Testicardines] and the Problem of Evolution of the Way of Origin of Coelomic Mesoderm). *Zoologicheskii Zhurnal*, 55(1):66-75.
- Maldonado-Koerdell, M. 1948a. Nuevos datos geológicos y paleontológicos sobre el Triásico de Zacatecas (México). *Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, Anales*, 5 (3-4):291-306.

- Maldonado-Koerdell, M. 1948b. Sobre el hallazgo de *Rhynchonella lacunosa* (Quenstedt), *Aucella* sp. y otros fósiles en la Sierra de Cruillas, Tamps., México. *Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Boletín*, 66(1-2):95-107.
- Maldonado-Koerdell, M. 1950. Otro Equinoide y un braquiópodo del Cretácico Medio Inferior del Estado de Colima, México. *Ciencia*, 10(7-8):206-208.
- Manceñido, M. O. 1989. Occurrence of *Psilothyris* (Brachiopoda, Terebratulidina) in the Cretaceous of southernmost Patagonia, with an account on the global distribution of the genus. Symposium on Latinamerican Cretaceous Resources. Events and Rhythms, Abstracts, 12.
- Manceñido, M. O. 2002. Paleobiogeography of Mesozoic brachiopod faunas from Andean-Patagonian areas in a global context. *Geobios, Mémoire Special*, 24:176-192.
- Manceñido, M. O. & Walley, C. D. 1979. Functional morphology and ontogenetic variation in the Callovian brachiopod *Septirhynchia* from Tunisia. *Palaeontology* 22(2):317-337, pl. 36.
- Manceñido, M. O. & Owen, F. E. 2002. Subfamily Kallirhynchiinae. In: R. L. Kaesler (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology Pt. H, Brachiopoda*, Vol. 4. The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas, p. 1358-1359.
- M'Coy, F. 1844. A Synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone fossils of Ireland. viii + 207 pp.
- Méndez-Franco, A. L. 2003. Bioestratigrafía de ammonites y variaciones de litofacies en una secuencia estratigráfica del Barremiano-Aptiano (Cretácico Inferior) del área del Cañón de la Huasteca, Estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, 128 pp.
- Meyer, C. J. A. 1864. Notes on Brachiopoda from the Pebble-bed of the Lower Greensand of Surrey, With Descriptions of the New Species, and Remarks on the Correlation of the Greensand Beds of Kent, Surrey, and Berks, and of the Farringdon Sponge-Gravel, etc. *Geological Magazine*, 1(6):249-257, pls. 11, 12.
- Middlemiss, F. A. 1959. English Aptian Terebratulidae. *Palaeontology*, 2(1):94-142, pls. 15-18.
- Middlemiss, F. A. 1961. Brachiopods and shorelines in the Lower Cretaceous. *Annals and Magazine of American Museum Natural History.*, Ser. 13, 4:613-626.
- Middlemiss, F. A. 1962. Brachiopod ecology and Lower Greensand palaeogeography. *Palaeontology*, 5(2):253-267.
- Middlemiss, F. A. 1968. Brachiopodes du Crétacé Inférieur des Corbières Orientales (Aude). *Annales de Paléontologie, Invertébrés*, 54(2):173-197, 3 pls.
- Middlemiss, F. A. 1973. The geographical distribution of Lower Cretaceous Terebratulacea in Western Europe. In: R. Casey & P. F. Rawson (eds.) *The Boreal Lower Cretaceous*, The Proceedings of an International Symposium organized by Queen Mary College

(University of London) and the Institute of Geological Sciences, 17-30 Sept., *Geological Journal Special Issue*, No, 5:111-120.

- Middlemiss, F. A. 1976. Lower Cretaceous Terebratulidina of Northern England and Germany and their geological background. *Geological Jarbusch*, A30:21-104, 11 pls.
- Middlemiss, F. A. 1979. Boreal and Tethyan brachiopods in the European Early and Middle Cretaceous. *Aspekte der Kreide Europas. International Union of Geological Sciences, Publication, Series A(6):551-361.*
- Middlemiss, F. A. 1980. Lower Cretaceous Terebratulidae from south-western Morocco and their biogeography. *Palaeontology*, 23(3):515-556, 7 pls.
- Middlemiss, F. A. 1981. Lower Cretaceous Terebratulidae of the Jura region. 1. Revision of some species described by Pictet and De Loriol (1872). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 74(3):701-733.
- Middlemiss, F. A. 1983. Lower Cretaceous Terebratulidae of the Jura region. 2. The Aptian fauna of La Presta and Noirvaux Dessus and the Upper Albian Fauna of la Vraconne. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 76(3):669-687, 1 pl.
- Middlemiss, F. A. 1984. Cretaceous terebratulid events in western and southern Europe and their relation to the stage boundaries. *Cretaceous Research*, 5:345-348.
- Middlemiss, F. A. & Smirnova, T. N. 1988. Barremian Brachiopoda. In: M. Rakus (ed.) Evolution of the Northern Margin of Tethys. The Results of the IGCP Project 198-Vol.1. *Société Géologique de France, Mémoires, Hors Serie*, 154(3):75-77.
- Moisseiev, A. S. 1939. O stratigrafii i brakhiopodakh nizhnego mela Gagrinskogo raiona (Abkhaziia). (On the Stratigraphy and Brachiopods of the Lower Cretaceous Deposits of the Gagry Region (Abkhazia)). *Uchenye Zapiski Leningradskogo Gosudarstvennogo Universiteta (LGU), Seriya Geologo-Pochvenno-Geograficheskaja*, 34(7):186-208.
- Motchurova-Dekova, N. 1994. New Data about the evolution and phylogenetic relations of brachiopods families Basiliolidae and Cyclothyrididae on the basis of Late Cretaceous rhynchonellids from Bulgaria. *Geologica Balcanica*, 24(4):21-29, pls. 1-2.
- Motchurova-Dekova, N. 1995. Late Cretaceous Rhynchonellida (Brachiopoda) from Bulgaria. I. Genus *Cyclothyris* M'Coy. *Geologica Balcanica*, 25(3-4):35-74, 10 pls.
- Motchurova-Dekova, N. 1997. New data on *Cyclothyris difformis* from the Cenomanian of NE Bulgaria and remarks on the lectotype of *Cyclothyris compressa* (Rhynchonellida, Brachiopoda). *Revue de Paléobiologie*, 16(1):215-219, 1pl.
- Muir-Wood, H. M. 1934. On the internal structure of some Mesozoic Brachiopoda. *Royal Society of London, Philosophical Transactions, B* 223(505):511-517, 2 pls.
- 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. 1965. Subfamily Rectithyridinae. In: R. C Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, p. H795.
- Muir, J. M. 1936. [Review of] Geology of the Tampico region, Mexico. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 20(11):1494-1495.
- Müllerried, F. K. G. 1933-1934. Estudios Paleontológicos y Estratigráficos en la Región de Tehuacán, Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México. *Instituto de Biología, Anales*, 4:33-39, 73-79, 309-338 (1933), 5: 55-88 (1934).
- Müllerried, F. K. G. 1936. Estratigrafía preterciaria preliminar del Estado de Chiapas. *Sociedad Geológica Mexicana, Boletín*, 9:31-41.
- Myers, R. L. 1968. Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosí, Mexico. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 24, 89 pp.
- Navarro-Santillán, D. & García-Barrera, P. 2000. Primer Registro del Género *Cameithyris* (Brachiopoda: Terebratulidae) para el Cretácico Superior de Norteamérica. VII Congreso Nacional de Paleontología y I Simposio Geológico en el Noreste de México. Linares, N. L., México. 24-26 de Julio del 2000. Libro de Resúmenes, 52-53 pp.
- Navarro-Santillán, D. & Villaseñor-Martínez, A. B. 2000. Estudio Preliminar de la Fauna de Braquiópodos Rinconélicos de Tamán, San Luis Potosí. *Geos*, 20(3), Resúmenes y Programa de la 2ª Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Puerto Vallarta, Jal., México. 30 Octubre-3 de Noviembre del 2000, p. 299.
- Nekvasilova, O. 1973. The brachiopod genus *Bohemirhynchia* gen. n. and *Cyclothyris* McCoy (Rhynchonellidae) from the Upper Cretaceous of Bohemia. *Sbornik Geologických Ved (Paleontologie)*, 15:75-118, 12 pls.
- Noutsuobidze, K. 1945. (Les Brachiopodes du Cretace inferieure de la Georgie occidentale.). *Akademiia Nauk Gruzinskoi SSR, Geologicheskii Institut, Trudy (Tbilisi)*, 2(7) (2):145-238. [In Georgian, Russian résumé].
- Ochoterena, H. F. 1960. Variación intraespecifica en *Parathyridina mexicana* n. sp., Terebratúlido del Oxfordiano de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana* 9, 40 pp.
- Orbigny, A. d' 1847-1851. Paleontologie Francaise. Animaux Mollusques et Rayonnes fossiles de France. Terrains Cretaces, Vol. 4, (Brachiopoda). 390 pages, Pls. 490- 599. Paris: V. Masson. (1-32:1848; 33-104:1849; 105-328:1850; 329-390: 1851).
- Ortíz-Hernández, L. E. & Martínez-Reyes, J. 1993. Evidence of Cretaceous hot-spot intraplate magmatism in the central segment of the Guerrero Terrane: *Proceedings of the First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference*, p. 110-112.
- Owen, E. F. 1956. The Lower Cretaceous Brachiopods «*Rhynchonella*» *gibbsiana* (J. C. de Sowerby) and *Sulcirhynchia hythensis* sp. nov. *Annals and Magazine of Natural History* (London), Ser. 12, 9(99):164-172, 3 pls.

- Owen, E. F. 1962. The Brachiopod Genus *Cyclothyris*. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 7(2):39-63, pls. 4-5.
- Owen, E. F. 1965. Some Lower Cretaceous Terebratelloidea. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 11(2):47-72.
- Owen, E. F. 1970. A revision of the brachiopod subfamily Kingeninae Elliot. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 19(2):29-83, 14 pls.
- Owen, E. F. 1972. A new Rhynchonelloid brachiopod from the Upper Jurassic rocks of British Columbia. *Geological Survey of Canada, Paper*, 72(26):1-8, 1 pl.
- Owen, E. F. 1973. The distribution of Lower Cretaceous (Berriasian-Barremian) rhynchonelloid and terebratelloid brachiopods in the northern hemisphere. In: R. Casey & P. F. Rawson (eds.), *The Boreal Lower Cretaceous, The Proceedings of an International Symposium organized by Queen Mary College (University of London) and the Institute of Geological Sciences, 17-30 Sept.*, *Geological Journal, Special Issue*, No, 5: 121-130.
- Owen, E. F. 1976. Some Lower Cretaceous Brachiopods from east Greenland. *Meddelelser om Groenland*, 171(3):1-19, 3 pls.
- Owen, E. F. 1980. Cretaceous brachiopods from northern Zululand. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 34(4):273-284.
- Owen, E. F. 1981. Distribution of Some Mesozoic Brachiopods in North America. In: J. Gray, A. J. Boucot, and W. B. N. Berry, (eds.) *Communities of the Past*. Hutchison Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, 297-309 pp.
- Owen, E. F. 1988. Cenomanian brachiopods from the Lower Chalk of Britain and northern Europe. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 44(2):65-175, 18 pls.
- Owen, E. F. & Thurrell, R. G. 1968. British Neocomian rhynchonelloid brachiopoda. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 16(3): 99-123, pls. 1-4.
- Pantoja-Alor, J. 1959. Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, Estado de Michoacán. *Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Boletín*, 50:1-36.
- Pantoja-Alor, J. 1990. Redefinición de las unidades estratigráficas de la secuencia mesozoica de la región de Huetamo-Altamirano, estados de Michoacán y Guerrero. *Sociedad Geológica Mexicana, Memoria*, p. 121.
- Pantoja-Alor, J. 1992. La Formación Mal Paso y su importancia en la estratigrafía del Sur de México. *Sociedad Geológica Mexicana, XI Convención Geológica Nacional Memoria*, p. 121.
- Pantoja-Alor, J. 1993. Description of the localities visited in the field trip B. In: J. Pantoja Alor, G. Alencáster, and A. Gómez-Caballero (eds.) *Geology and Rudist communities of the Huetamo region, State of Michoacan, Mexico*. UNAM, Instituto de Geología. 3rd International Conference on Rudist. Mexico. Guide Book field trip B. p. 11-40.

- Pauca, M. & Patruilus, D. 1960. Contributii la Studiul Paleontologic al Depozitelor Albiene de la Giurgiu (Valea Dunarii). *Studii si Cercetari de Geologie* (Bucharest), 5(1):85-100, 6 pls.
- Pérez-Ibargüengoitia, J. M., Hokuto-Cartillo, A. & de Cserna, Z. 1965. Reconocimiento geológico del área de Petlalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 21, 21 pp.
- Perkins, B. F. 1960. Biostratigraphic studies in the Comanche (Cretaceous) Series of Northern Mexico and Texas. Part II. Biostratigraphy of the Aurora Limestone in the Ojo de Agua Area, Sierra de Tlahualilo, Coahuila, Mexico. *Geological Society of America, Memoir*, 83:1-138, 34 pls.
- Pictet, F.-J. & De Loriol, P. 1872. Description des fossiles du terrain Cretace des environs de Sainte-Croix. Pt. V. Brachiopodes. *Matériaux pour la Paléontologie Suisse*, Ser. 6, 1, 158 pp., pls. 195-208.
- Polsak, A. & Leskovsek-Sefman, H. 1973. Investigation of the paleotemperature relations of a part of the Cretaceous sedimentation basin in western Dinarids, basen on the oxygen isotope method. *Geol. Vjesn. Inst. Geol. Istraz. Zagr. Hrvatsk. Geol. Drustva*, 25:113-126.
- Popiel-Barczyk, E. 1972. Albian-Cenomanian brachiopods from the Environs of Annopol on the Vistula with some remarks on related species from the Cracow Region. *Prace Museum Ziemi*, 20:119-149, 4 pls.
- Popiel-Barczyk, E. 1977. A further study of Albian-Cenomanian brachiopods from the environs of Annopol of the Vistula with some remarks on related species from Cracow Region, Poland. *Prace Museum Ziemi*, 26:25-54, 6 láms.
- Quenstedt, F. A. 1868-1871. Die Brachiopoden. In: *Petrefactenkunde Deutschlands*, 2(1), p.1- 748, 61 Pls. Leipzig: Fuess. (1-160:1868, 161-464:1869, 465-748:1870, pls. 37-61:1871).
- Raisz, E. 1959. Landforms of Mexico. Cambridge Massachussets, private edition, map with text, scale 1:3,000,000.
- Renard, M. 1986. Chimisme d'l ocean, phénomènes géodynamiques internes et évolution de la biosphere. *Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitane, Bulletin*, 10: 593-606.
- Reyeros, N. M. 1963. Corales del Cretácico Inferior de San Juan Raya, Estado de Puebla, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Paleontología Mexicana*, 17, 21 pp.
- Rivera-Carranco, E., Hernández, A., & Buitrón, B. E. 1984. *Septaliphoria potosina* n. sp. (Brachiopoda: Rhynchonellida) del Jurásico Tardío de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria*, p. 216-224.
- Roemer, F. A. 1836. Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithen-Gebirges. 218 p. Hannover.

- Roemer, F. A. 1839. Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithen-Gebirges. 59 p. Hannover.
- Roemer, F. A. 1841. Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreide-Gebirges. 145 p. Hannover.
- Rosen, B. R. 1984. Reef coral biogeography and climate through the late Cainozoic: Just islands in the sun or a critical pattern of islands?. In: P. J. Brenchley (ed.) *Fossils and Climate*. Wiley, Chichester. 201-262 pp.
- Rozycki, S. Z. 1948. Uwagi o rhynchonellidach jury gornej pasma krakowsko-czestochowskiego. (Remarks about Upper Jurassic Rhynchonellidae of the Cracow-Czestochowa Chain). *Service Geologique de Pologne, Bulletin*, 42:16-40.
- Ruban, D. A. 2004. Diversity dynamics of Early-Middle Jurassic brachiopods of Caucasus, and the Pliensbachian-Toarcian mass extinction. *Acta Palaeontologica Polonica*, 49(2):275-282.
- Rudwick, M. J. S. 1970. *Living and Fossil Brachiopods*. Hutchinson University Library, London, 199 pp.
- Rzhonsnitskaya, M. A. 1956. Systematization of Rhynchonellida. En: Resúmenes de los Trabajos Presentados. *International Geological Congress, Mexico, Report*, 20:125- 126.
- Sahni, M. R. 1929. A Monograph of the Terebratulidae of the British Chalk. *Palaeontological Society, Monograph*, 81:1-62. 10 pls.
- Salas, G. P. 1949. Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca. *Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín*, 1:79-156, 13 láms., 1 mapa.
- Sandy, M. R. 1986a. Lower Cretaceous brachiopods from Provence, France, and their biostratigraphical distribution. *British Museum (Natural History), Bulletin (Geology)*, 40(4):177-196.
- Sandy, M. R. 1986b. Brachiopod systematics and the transverse serial sectioning method: some recommendations for this technique and clarification of a taxonomic problem assisted by this method. In: P. R. Racheboeuf & C. Emig (eds.) *Les Brachiopodes Fossiles et Actuels, Actes du 1^{er} Congrès International sur les brachiopodes, Brest 1985, Biostratigraphie du Paléozoïque*, 4:143-150.
- Sandy, M. R. 1990a. A new Early Cretaceous articulate brachiopod from the Northwest Territories, Canada, and its paleobiogeographic significance. *Journal of Paleontology*, 64(3):367-372.
- Sandy, M. R. 1990b. Early Cretaceous brachiopods from Mexico and their paleobiogeographic significance. *Journal of Paleontology*, 64(6):942-956.
- Sandy, M. R. 1991a. Aspects of Middle-late Jurassic-Cretaceous Tethyan brachiopod biogeography in relation to tectonics and palaeoceanographic developments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 87(1):137-154.

- Sandy, M. R. 1991b. Cretaceous brachiopods from James Ross Island, Antarctic Peninsula, and their Paleobiogeographic Affinities. *Journal of Paleontology*, 65(3):396-411.
- Sandy, M. R. 1991c. Biogeographic affinities of some Jurassic-Cretaceous brachiopod faunas from the Americas and their relation to tectonic and paleoceanographic events. In: D. I. MacKinnon, D. E. Lee, and J. D. Campbell (eds.) *Brachiopods through Time, 2nd International Brachiopod Congress, Proceedings, University of Otago/Dunedin/New Zealand/5-9 February*, 415-422 pp.
- Sandy, M. R. 1997a. Mesozoic brachiopods of Mexico- A Review and some comments on their Paleobiogeographic affinities and Paleoecology. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 14(2):219-224.
- Sandy, M. R. 1997b. Mesozoic brachiopoda from North America, with particular reference to Mexico: shedding light to paleoecology, paleobiogeography, and Evolution. In: González-León, C. M. & Stanley, G. D. Jr. (eds.), *U.S.-Mexico Cooperative research: International Workshop on the Geology of Sonora Mexico Memoir*. Publicaciones ocasionales No. 1, Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM.
- Sandy, M. R. 1998. Loop ontogeny of the Late Triassic (Norian) terebratulid brachiopod *Pseudorhaetina antimoniensis* Sandy from Sonora, Mexico and its taxonomic significance. *Journal of Paleontology*, 72(1):28-35.
- Sandy, M. R. 2001. Mesozoic articulated brachiopods from the Western Cordillera of North America: their significance for palaeogeographic and tectonic reconstruction, palaeobiogeography and palaeoecology. In: C. H. C. Brunton, L. R. M. Cocks, and S. L. Long (eds.) *Brachiopods Past and Present, The Systematics Association, Special Volume Series 63*:394-410.
- Sandy, M. R. Murphy, M. A., & Rodda, P. U. 1995. *Dzirulina* (Brachiopoda; terebratulidina) from California, U.S.A.- Additional record of an Early Cretaceous Transatlantic brachiopod genus. *Journal of Paleontology*, 69(5):838-845.
- Sandy, M. R. & Pantoja-Alor, J. 1998. Early Cretaceous Rhynchonellids Brachiopods From San Lucas, Michoacán, Mexico. *Sociedad Mexicana de Paleontología, México, D. F. VI Congreso Nacional de Paleontología, Memoria (Resúmenes)*, p. 67-68.
- Schlanger, S. O. 1986. High frequency sea-level fluctuations in Cretaceous Time: an emerging geophysical problem. In: K. J. Hsü (ed.) *Mesozoic and Cenozoic Oceans, Geodynamics Series*, 15:61-74.
- Schlanger, S. O., Jenkyns, H. C. & Premoli-Silva, I. 1981. Volcanism and vertical tectonics in the Pacific Basin related to global Cretaceous transgressions. *Earth Planetary Sciences Letters*, 52:435-449.
- Schlanger, S. O., Arthur, M. A., Jenkyns, H. C. & Scholle, P. A. 1987. The Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event, I. Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine $\delta^{13}\text{C}$ excursion. In: J. Brooks and A. J. Fleet (eds.) *Marine Petroleum Source Rocks. Geological Society, Special Publications*, 26:371-399.

- Scholle, P. A. & Arthur, M. A. 1980. Carbon isotope fluctuations in Cretaceous pelagic limestones: Potential stratigraphic and petroleum exploration tool. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 64:67-87.
- Scotese, G. R. 1997. Paleogeographic Atlas. PALEOMAP Progress Report 90-0497, Department of Geology. University of Texas at Arlington, Texas, 37 pp.
- Scott, R. W. 1995. Global environmental controls on Cretaceous reefal ecosystems. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 119(1-2):187-199.
- Scott, R. W. , Frost, S. H. & Shaffer, B. L. 1988. Early Cretaceous sea-level curves . Gulf Coast and southeastern Arabia. In: C. K. Wilgus *et al.* (eds.). Sea-level Changes An Integrated Approach. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, 42:275-284.
- Seigle, A. B., Fitzgerald, P. C. & Carlson, S. J. 2004. Intraspecific variation between two extant populations of *Laqueus californianus* as modeled by elliptical Fourier analysis. Geological Society of America, *Abstracts with Programs*, 36(5):316.
- Shi, Xiao-Ying. 1992. Jurassic Rhynchonellids from North Qinghai-Tibetan Plateau, China: A Study on Internal Structures. *Palaeontographica, Abt. A*, 225(4-6):79-166, 6 pls.
- Shi, Xiao-Ying & Grant, R. E. 1993. Jurassic rhynchonellids: internal structures and taxonomic revisions. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 73:1-190, 18 pls.
- Smirnova, T. N. 1960. O novom podsemeistve nizhnemelovykh dallinid. (A new subfamily of the Lower Cretaceous dallinids). *Palaeontologicheskii Zhurnal*, 1960(2):114-120, 1 pl.
- Smirnova, T. N. 1963. Rannemelovye brachiopody Kryma i severnogo Kavkaza. *Avtoreferat Dissertatsii na Soiskanie Uchenoi Stepeni Kandidata Geologo-Mineralogicheskikh Nauk*, 21 pp.
- Smirnova, T. 1972. Rannemelovye brachiopody Kryma i Severnogo Kavkaza. (Brachiopods of the Lower Cretaceous of the Crimea and Northern Caucasus.). 143 pages, 13 pls.
- Smirnova, T. 1984. Rannemelovye brachiopody (Morfologiya, sistematika, filogeniya, znachenie dlya biostratigrafii i paleozoogeografii). [(Early Cretaceous brachiopods (Morphology, systematics, phylogeny, significance for biostratigraphy and paleozoogeography)]. Izdatel'stvo "Nauka", Moskva 240 pp. (in Russian).
- Somody, Á. 1989. A survey of the Aptian Brachiopoda from the Northern Bakony Mountains (Hungary). *Fragmenta Mineralogica et Palaeontologica*, 14:41-62, 4pls.
- Sour-Tovar, F. & García-Barrera, P. 1995. Braquiópodos Fósiles de la Formación San Lucas (Neocomiano-Aptiano) en el Estado de Michoacán, Significado Paleogeográfico. V *Congreso Nacional de Paleontología, Memoria*, p. 27.
- Sowerby, J. 1812-1815. The Mineral Conchology of Great Britain, 1. Publicada por el autor, London. p. i-vii, 234 pp., pls. 1-102.

- Sowerby, J. de C. 1823-1825. The Mineral Conchology of Great Britain, 5. Publicada por el autor. London. p. 1-168, pls. 407-503.
- Sowerby, J. de C. 1826-1829. The Mineral Conchology of Great Britain, 6. Publicada por el autor, London. p. 1-230, pls. 504-609.
- Spicer, R. A. & Parrish, J. T. 1986. Paleobotanical evidence for cool north polar climates in middle Cretaceous (Albian-cenomanian) time. *Geology*, 14(8):703-706.
- Stanley, G. D., Jr., González-Leon, C. M., Sandy, M. R., Senowbary-Daryan, B., Doyle, P., Tamura, T., & Erwin D. H. 1994. Upper Triassic Invertebrates from the Antimonio Formation, Sonora, Mexico. *The Paleontological Society, Memoir*, 86:1-33, 11 pls.
- Stanley, S. M. 1989. Earth and Life Through Time. W. H. Freeman and Co., New York, 689 pp.
- Steuber, T. 1993. Stable carbon and oxygen isotope compositions of rudist shells. In: Alencáster, G. & Buitrón, B. E. (eds.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Rudist, Mexico*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, p. 61.
- Sulser, H. & Friebe, G. 2002. Brachiopods from the Plattenwald Bed (Albian, Cretaceous) of the Helvetic Alps of Vorarlberg (Austria). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 95(3):415-427.
- Sun, D. L. 1985. Discovery of early Cretaceous *Peregrinella* (Brachiopoda) in Xizang (Tibet) and its significance. *Palaeontologia Cathayana*, 2: 211-221, 3 pls.
- Tavitás, E. J. G. & Solano, B. J. M. 1984. Estudio Bioestratigráfico del Subsuelo en el Oriente de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, Estados SE de Tamaulipas y O de San Luis Potosí. *III Congreso Latinoamericano de Paleontología, Memoria*, p. 225-236.
- Taylor, P. D. & Wilson, M. A. 2003. Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities. *Earth-Science Reviews*, 62(1-2):1-103.
- Thomson, J. A. 1927. Brachiopod Morphology and Genera (Recent and Tertiary). *New Zealand Board of Science and Art, Manual*, 7:1-338, 2 pls.
- Ushantiskaya, G. T. 2000. Brachiopods. In: Zhuravlev, A. Y. & Riding, R. (eds.), *The Ecology of the Cambrian Radiation*. Columbia University Press, New York, 350-369 pp.
- Valdiosera, C. E. M. 2002. Una nueva localidad fosilífera del Cretácico Temprano en el Estado de Michoacán: Aspectos Paleontológicos, Estratigráficos y Paleoecológicos. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, 40 pp.
- Viera, L. I. & Calzada, S. 1991. Un yacimiento de braquiópodos en el Albiense inferior (complejo urgoniano) del macizo de Aitzgorri (Guipúzcoa). *Munibe (Ciencias Naturales)*, 43:9-19, 1 lám.
- Villaseñor-Martínez, A. B. 1991. Aportaciones a la Bioestratigrafía, basada en fauna de Ammonites, de la Sucesión del Jurásico Superior (Kimmeridgiano-Tithoniano) del Área

- de Mazapil, Zacatecas, México. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, División de Estudios de Posgrado, UNAM, 156 pp.
- Viniegra-Osorio, F. 1971. Age and evolution of salt basins of southern Tamaulipas, Mexico. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*, 55:478-494.
 - Viniegra-Osorio, F. 1980. Great carbonate bank of Yucatán, southern Mexico. *Journal of Petroleum Geology*, 3(3):247-278.
 - Waagen, W. 1883. Salt Range Fossils. I. Productus-Limestone Fossils. *Geological Survey of India, Memoirs, Palaeontologia Indica*, Ser.13, 4(2):391- 546, pls. 29-49.
 - Walker, J. F. 1868. On the species of Brachiopoda, which occur in the Lower Greensand at Upware. *Geological Magazine*, 5:399-407, 2 pls.
 - Weber, R. 1997. How old is the Triassic flora of Sonora and Tamaulipas and news on Leonardian floras in Puebla and Hidalgo, Mexico. In: G. D. Jr. Stanley and C. M. González-Leon, (eds.) Special issue dedicated to the International workshop on The geology of northwestern Sonora. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 14(2): 225-243.
 - Weissert, H. & Lini, A. 1991. Ice age interludes during the time of Cretaceous greenhouse climate?. In: D. W. Muller, J. A. McKenzie and H. Weissert (eds.). *Controversies in Modern Geology*. Academic Press, New York, p. 173-191.
 - Westermann, G. E. G. 2000a. Biochore classification and nomenclature in paleobiogeography: an attempt at order. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 158(1-2): 1-13.
 - Westermann, G. E. G. 2000b. Marine faunal realms of the Mesozoic: review and revision under the new guidelines for biogeographic classification and nomenclature. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, and Palaeoecology*, 163(1-2):49-68.
 - Williams, A., Carlson, S. J., Brunton, C. H. C., Holmer, L. E., & Popov, L. 1996. A supra-ordinal classification of the Brachiopoda. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 351(4):1171-1193.
 - Williams, A. & Brunton, C. H. C. 1997. Morphological and Anatomical Terms Applied to Brachiopods. In: Kaesler (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology Pt. H, Brachiopoda*, Vol. 1, The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas, 423-440 pp.
 - Williams, A., Brunton, C. H. C., Carlson, S. J., Álvarez, F., Blodgett, R. B. A., Boucot, J., Cooper, P., Dagys, A. S., Grant, R. E., Yu-Gan, J., MacKinnon, D. I., Manceñido, M. O., Owen, E. F., Jia-Yu, R., Savage, N. M., & Dong-Li, S. 2002. *Treatise on Invertebrate Paleontology Pt. H, Brachiopoda*, Vol. 4. R. L. Kaesler (ed.) The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas, XXXIX + 921-1688 pp.
 - Zezina, O. N. 1976. *Ekologiya i rasprostranenie sovremennykh brachiopod* [Ecology and distribution of Recent brachiopods]. Moscow: Nauka, 138 pp.

- Zittel, K. A. Von. 1880. Class 2, Brachiopoda In: Handbuch der Palaeontologie, Vol. 1, p. 641-722.

LÁMINAS

LÁMINA 1

Figuras 1-20.- *Proteorhynchia miquihuanensis* (Imlay, 1937). Valanginiano, Valle de Miquihuana. **1-4**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-1 x 2; **5-8**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-2 x 2; **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-3 x 2; **13-16**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-4 x 2; **17-20**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-5 x 2.

LÁMINA 1



LÁMINA 2

Figuras 1-4.- *Cyclothyris* cf. *C. americana* Cooper, 1955. Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 98/874a x 1.5.

Figuras 5-12.- *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* (Roemer, 1836). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla. **5-8** vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 97/836 x 1.5; **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 97/835 x1.5.

Figuras 13-16.- *Cyclothyris* sp. Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 98/874b x 1.25.

Figuras 17-18 *Cyclothyris* cf. *C. americana* Cooper, 1955. Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal y ventral, FCMP 96/690 x 1.5.

Figuras 19-20.- *Lamellaerhynchia* cf. *L. rostriformis* (Roemer, 1836). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal y ventral, FCMP 96/693 x 1.5, forma juvenil.

LÁMINA 2



LÁMINA 3

Figuras 1-4.- *Cyclothyris* sp. Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla. Vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 98/874c x 1.25.

Figuras 5-8.- *Sulcirhynchia* sp. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. Vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 02/144 x 1.5.

Figuras 9-20.- *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* (Sowerby, 1812). Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 99/18 X 1.5; **13-16**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 99/22 x 2; **17-20**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, Q₁₂ 11 x 1.5.

LÁMINA 4

Figuras 1-12.- *Kallirhynchia* cf. *K. concinna* (Sowerby, 1812). Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **1-4**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, Q₁₂ 72 x 1.5; **5-8**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, observese el tubo de anélido asociado en la valva ventral, Q₁₂ 14 x 1.5; **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 02/142 x 1.5.

Figuras 13-20.- *Moutonithyris moutoniana* (d'Orbigny, 1849). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla. **13-16**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral, FCMP 97/818 x 2; **17-20**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral, FCMP 98/820 x 1.25. Formas juveniles.

LÁMINA 4

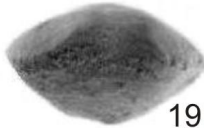
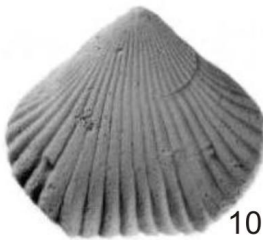


LÁMINA 5

Figuras 1-4.- *Moutonithyrís dutempleana* (d'Orbigny, 1849). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 97/823 x 1.5.

Figuras 5-8.- *Moutonithyrís moutoniana* (d'Orbigny, 1849). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 97/816 x 1.5

Figuras 9-12, *Moutonithyrís dutempleana* (d'Orbigny, 1849). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 96/396 x 1.

Figuras 13-16, *Moutonithyrís moutoniana* (d'Orbigny, 1849). Aptiano, Formación San Juan Raya, Puebla, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 96/397a x 1.25.

LÁMINA 5

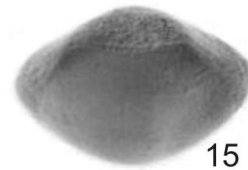
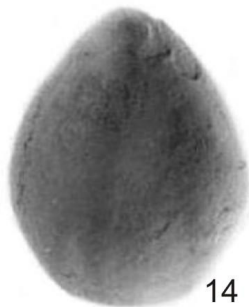
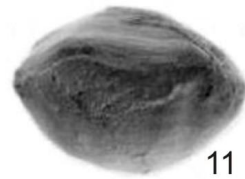
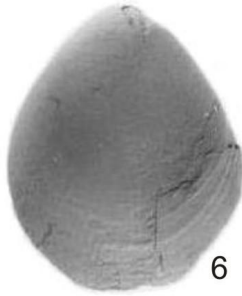
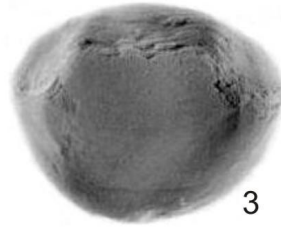
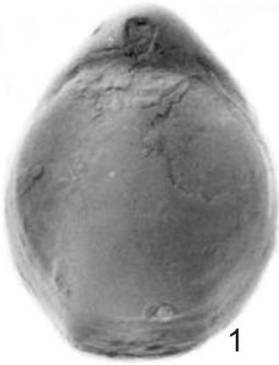


LÁMINA 6

Figuras 1-16.- *Cyrtothyris sillimani* (Imlay, 1937). Valanginiano, Valle de Miquihuana. **1-4**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-14 x 1.25; **5-8**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-15 x 1; **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-16 x 1; **13-16**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-17 x 1.

LÁMINA 6

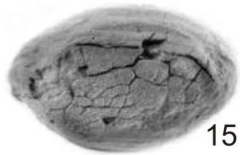
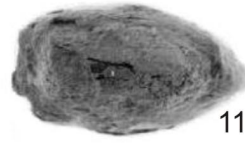
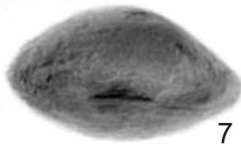
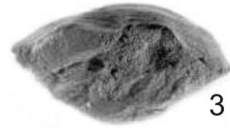


LÁMINA 7

Figuras 1-8.- *Dzirulina* sp. 1. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **1-4.** vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 99/28 x 2; **5-8,** vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 99/29 x 2.

Figuras 9-16.- *Dzirulina* sp. 2. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **9-12,** vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 99/32 x 1.5; **13-16,** vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 99/30 x 1.5

Figuras 17-20- *Dzirulina* sp. 1. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **17, 18,** vistas dorsal y ventral, FCMP 99/27 x 2; **19, 20,** vistas dorsal y ventral, FCMP 02/160 x 2.

LÁMINA 7

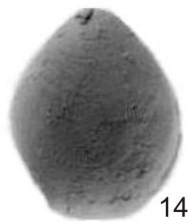
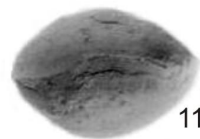
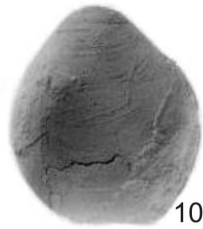
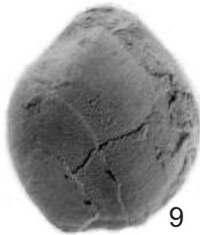
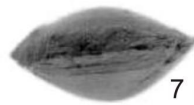
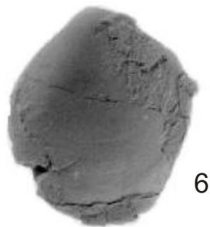
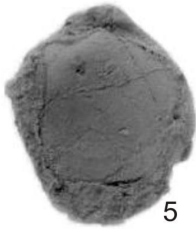
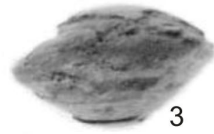
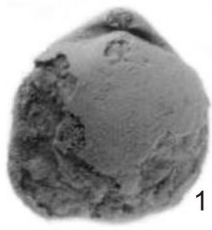


LÁMINA 8

Figuras 1-8.- *Dzirulina* sp. 2. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. **1-4**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 02/169 x 1.5; **5-8**, Vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP 02/159 x 1.5.

Figuras 9-12.- *Psilothyris* sp. Aptiano, Formación San Lucas, Michoacán. Vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP 02/143 x 1.5.

Figuras 13-20.- *Colinella muellerriedi* (Imlay, 1937). Valanginiano, Valle de Miquihuana. **13-16**, juvenil, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-42 x 3; **17-20**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-23 x 1.5.

LÁMINA 8

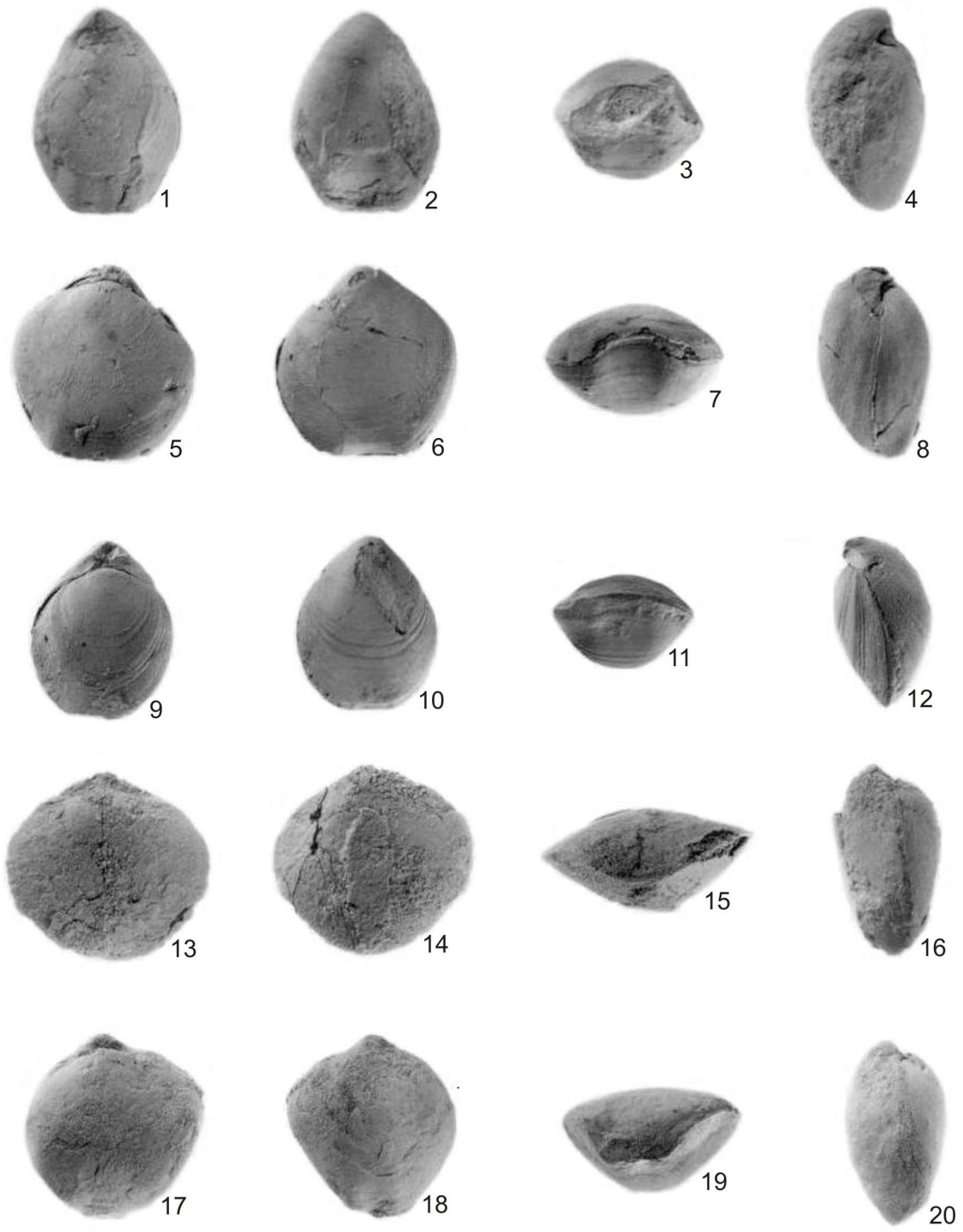


LÁMINA 9

Figuras 1-20.- *Colinella muellerriedi* (Imlay, 1937). Valanginiano, Valle de Miquihuana. **1-4**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral derecha, FCMP/M4-24 x 1.5; **5-8**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-25 x 2; **9-12**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-26 x 1.5; **13-16**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-27 x 2; **17-20**, vistas dorsal, ventral, anterior y lateral izquierda, FCMP/M4-28 x 2.

LÁMINA 9

