

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLOGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMATICA E IMPLICACIONES PALEOECOLOGICAS DE
ESPONJAS Y ESPONGIOMORPOS DEL CRETACICO Y
PALEOCENO DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLOGICAS

(SISTEMATICA)

P R E S E N T A

JUAN FRANCISCO SANCHEZ BERISTAIN

DIRECTOR DE TESIS: DR. PEDRO GARCIA BERRERA

MEXICO, D. F.



NOVIEMBRE 2005

0350023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 12 de septiembre del 2005, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática) del alumno(a) **SÁNCHEZ BERISTÁIN JUAN FRANCISCO**, con número de cuenta 98531194 con la tesis titulada: "**Sistemática e implicaciones paleoecológicas de esponjas y espongiomorfos del Cretácico y Paleoceno de México**", bajo la dirección del(a) **Dr. Pedro García Barrera**.

Presidente:	Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya
Vocal:	Dra. Marina Sánchez Ramírez
Secretario:	Dr. Pedro García Barrera
Suplente:	Dr. Samuel Gómez Aguirre
Suplente:	Dra. Elena Centeno García

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria D.F., a 16 de noviembre del 2005


Dr. Juan Núñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Agradecimientos:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante los estudios de Maestría en Ciencias Biológicas.

A la Dirección General de Estudios de Posgrado (DGEP), por la beca otorgada y por el estímulo brindado a estudiantes de Maestría para el trabajo realizado fuera de México (Enero – Febrero de 2004 en Varsovia, Polonia).

A los miembros del Comité Tutoral: Dr. Pedro García Barrera, Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya, Dr. Francisco Javier Vega Vera y Dra. Elena Centeno García.

AGRADECIMIENTOS

A los Miembros del Comité Tutorial :

Dr. Pedro García Barrera: Muchas gracias Pete, por tu invaluable, constante e incondicional apoyo.

Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya, un gran agradecimiento por su respaldo, asesoría y acertados señalamientos.

Dr. Francisco Javier Vega Vera: Muchas gracias por tu apoyo y asesoría, así como las facilidades y apoyo brindados en campo y en gabinete.

Dra. Elena Centeno García: Muchas gracias Elena, por la orientación brindada principalmente en el rubro geológico.

A los miembros del Jurado:

Dr. Samuel Gómez Aguirre, muchas gracias por los comentarios y sugerencias emitidos.

Dra. Marina Sánchez Ramírez, un gran agradecimiento por sus sugerencias y las atinadas correcciones sobre todo en el rubro ecológico.

A los Miembros del Comité de Posgrado en Ciencias Biológicas.

Al Dr. Andrzej Pisera, por su asesoría apoyo y guía durante la estancia en el Instituto de Paleobiología de la Academia de Ciencias en Varsovia, Polonia

A los Drs. Joachim Reitner, Jozef Kazmierczak, J. Keith Rigby, Jerzy Dzik, Andreas May, Helmut Keupp, Baba Senowbari-Daryan y F. Cuif por sus comunicaciones personalizadas y bibliografía proporcionada.

A la Asociación Internacional para el Estudio de Cnidaria y Porifera Fósiles (IASFCP) por la orientación brindada.

Al Biol. Héctor Hernández Campos, por el apoyo en la obtención del material macro y micro fotografico

Al M. en C. Alejandro Martínez Mena y la M. en C. Silvia Espinosa, por el apoyo brindado en la aplicación de la técnica de Microscopía de Barrido, en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias, UNAM

A la M. en C. Margarita Reyes del Instituto de Geología UNAM por la asesoría y las facilidades otorgadas en el Análisis de Elementos.

A las Biol. Beatriz Zúñiga y Ma. Eugenia Muñiz por el apoyo brindado en el Taller de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias, UNAM

A la Ing. Belinda Espinosa y el Lic. José Ventura por el apoyo en campo (Coahuila y Nuevo León)

Al M. en C. José Ramón Torres Hdez, por su apoyo, orientación y facilidades otorgadas en campo (San Luis Potosí), así como por la asesoría geológica y la bibliografía proporcionada.

A mis compañeros del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM: los Drs. Francisco Sour y Sara Quiroz, la M. en C. Itzia Nieto y los Biol. Daniel Navarro y Leonora Martín por sus invaluable sugerencias y apoyo.

MUCHAS GRACIAS

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo reopoloanal.

NOMBRE: Juan Francisco
Sánchez Beristain

FECHA: Noviembre 18-2005

FIRMA: [Firma]

INDICE

Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
▪ Generalidades del Phylum Porifera	4
▪ Espongiomorfos	5
▪ Registro Fósil de Porifera	5
○ En el mundo	5
○ En México	7
▪ Los catétidos, un caso especial	8
○ Reseña de la Historia Taxonómica del Grupo	8
○ Estructura y Morfología	9
○ Tipos de crecimiento	11
○ Consideraciones Taxonómicas <i>a priori</i>	12
○ Registro Fósil	12
▪ En el Mundo	13
▪ En México	14
○ Ecología	14
Objetivos	17
Materiales y Métodos	17
▪ Trabajo de Campo	17
▪ Trabajo de Laboratorio	17
▪ Trabajo de Gabinete	18
Áreas de Estudio	20
▪ Marco Geológico de las Áreas de Estudio y Acceso	20
○ Localidad “El Gorrión”	20
○ Localidad “Lomas Las Moras”	22
○ Localidad “Boca La Carroza”	25
Resultados	27
▪ Paleontología Sistemática	27
○ El Gorrión, San Luis Potosí	27
○ Biota Asociada a los organismos de El Gorrión San Luis Potosí	34
○ Discusión general en torno a la Sistemática de los ejemplares de El Gorrión, San Luis Potosí	35
○ Lomas Las Moras, Coahuila	37
○ Boca La Carroza, Nuevo León	40
Discusión	44
Implicaciones Paleoecológicas	44
▪ El Gorrión, Catétidos y <i>Blastochaetetes</i>	44
▪ Lomas Las Moras, <i>Hikorocodium</i>	49
▪ Boca La Carroza, Lithistida	50
Conclusiones	52
Bibliografía	54
Láminas	60
Apéndice	65

SISTEMÁTICA E IMPLICACIONES PALEOECOLÓGICAS DE ESPONJAS Y ESPONGIOMORFOS DEL CRETÁCICO Y PALEOCENO DE MÉXICO

RESUMEN

Se describen ejemplares de cuatro taxones del Phylum Porifera para dos localidades cretácicas; una en el estado de San Luis Potosí (El Gorrión), una en el Estado de Nuevo León (Boca La Carroza), y finalmente para una localidad paleocénica en el Estado de Coahuila (Lomas Las Moras), México. En total, se colectaron nueve ejemplares en El Gorrión, siete de los cuales fueron identificados como *Blastochaetetes* Dietrich y los dos restantes como *Blastochaetetes flabellum* Fischer. Por su parte, la determinación de los ejemplares de Nuevo León (19 en total) corresponde al Orden Lithistida Schmidt, y dentro de él, puede conferirse a las Familias Theonellidae von Lendenfeld o a Phymatellidae Schrammen. Finalmente, los ejemplares recolectados en el Paleoceno de Coahuila (25) se atribuyen a *Hikorocodium* Endo Asimismo, se infieren ciertas implicaciones paleoecológicas para el material con base en la biota asociada a él y a la litología de las áreas de estudio; además de algunas relaciones de carácter ecológico como sería la evidencia de perforaciones de bivalvos para el material coahuilense, que contribuye a efectuar nuevos descubrimientos en este sentido. El presente estudio constituye el primer registro de catétidos –un grupo no natural dentro de Porifera– para México, así como también un avance en el conocimiento de la fauna de Porifera y espongiomorfos fósiles para el país, en el cual destaca el primer registro para el Paleoceno.

SYSTEMATICS AND PALEOECOLOGICAL IMPLICATIONS OF SPONGES AND SPONGIOMORPHS FROM THE CRETACEOUS AND PALEOCENE OF MEXICO

ABSTRACT

Specimens of four taxons of the Phylum Porifera are described for two Mexican Cretaceous localities (El Gorrión, State of San Luis Potosí and Boca La Carroza, State of Nuevo León) and for one Paleocenic locality (Lomas Las Moras, State of Coahuila). Nine specimens were collected at El Gorrión, seven of which were regarded to *Blastochaetetes* Dietrich and the remnant two, to *Blastochaetetes flabellum* Fischer. Determination of the specimens from Nuevo León (19 in total) corresponds to the Order Lithistida Schmidt and within it, it may be conferred to the Families Theonellidae von Lendenfeld or Phymatellidae Schrammen. Finally, specimens collected at Coahuila are attributed to *Hikorocodium* Endo. Likewise, paleoecological implications for the material are inferred, with base in the associated biota and the litology of the areas of study besides some ecological relationships, like the evidence of bivalve perforations for the specimens of Coahuila, that means new discoveries on that matter. The present study constitutes the first record of chaetetids –a non-natural group within the Porifera– for Mexico, a great advance in the knowledge of the poriferan fauna and fossil spongiomorphs for the country, and the first Paleocene record of spongiomorphs for Mexico.

INTRODUCCIÓN

Generalidades del Phylum Porifera

El Phylum Porifera (Lat. *porus*, “poro”; *ferre* “portar”) agrupa a aquellos animales comúnmente denominados “esponjas”. Son metazoarios sésiles, suspensívoros que utilizan células flageladas denominadas coanocitos para hacer circular el agua a través de un sistema de conducción de naturaleza única. (Rigby, 1987 in Boardman *et al.*, 1987). . Es considerable la cantidad de agua que algunas esponjas filtran, posiblemente doscientas mil veces el volumen de la esponja en un período de 24 horas. (Margulis, 1988) Este Phylum es el único dentro del nivel de organización parazoario; es decir, metazoarios que carecen de capas germinales verdaderas (Brusca y Brusca, 2003).

Además de estas características, las esponjas carecen de tejidos verdaderos y la mayoría de sus células son totipotenciales, ya que retienen un alto grado de motilidad y son capaces de cambiar tanto de forma como de función. Son esencialmente organismos unicelulares en el sentido de la complejidad fisiológico-estructural, a pesar del hecho de que las esponjas son animales multicelulares, por lo general de cuerpo masivo, (Bergquist, 1978).

Hasta la fecha, se han descrito aproximadamente 9200 especies de esponjas actuales, la mayoría de las cuales están restringidas a ambientes bentónicos marinos. Viven en todas las profundidades, aunque se desarrollan favorable y mayormente en hábitats litorales. La mayoría de este tipo de esponjas de ambientes litorales son de hábito incrustante; es decir, forman capas poco espesas en superficies duras. Las esponjas que viven en sustratos suaves frecuentemente presentan una postura relativamente erecta, evitando así ser enterradas por los cambios en la tasa de sedimentación. Por su parte, las que viven y crecen en arrecifes tropicales pueden llegar a alcanzar un tamaño considerable, incluso hasta un metro o más de altura (tomando en cuenta que el tamaño puede ir desde unos milímetros hasta más de dos metro de diámetro) en el Mar Caribe (Brusca y Brusca, 2003) y en esas áreas pueden constituir una porción significativa de la biomasa arrecifal. Por otra parte, las especies submareales y de aguas profundas que no enfrentan corrientes fuertes, son frecuentemente grandes y exhiben una forma simétrica externa (Wells *et al.*, 1994). Las esponjas se presentan en forma tubular, lobulada, globular y diversas formas; algunas tienen la forma de copas y otras de abanicos u orejas de elefantes. También las hay que crecen aplanadas, cubriendo el sustrato como si fueran una alfombra.

En lo relativo al color, pueden presentar una gran gama que incluye al lavanda, azul, amarillo, blanco rojo e incluso tonalidades negruzcas. Muchas especies albergan bacterias simbióticas o algas unicelulares que pueden añadir un color adicional a sus cuerpos (Brusca y Brusca, 2003).

Espongiomorfos

Rigby y Stearn (*in* Broadhead, 1983) definen el término **espongiomorfos** como: "...organismos tanto fósiles como recientes que muestran un conjunto de características muy similares a las esponjas"; pero asimismo consideran dentro del grupo a "algunos otros organismos que, por presencia o ausencia de estas características dificultan su inclusión dentro del Phylum Porifera, a saber: arqueociátidos, esfinctozoos, catétidos y estromatoporoideos".

Aunque al momento de la elaboración de este trabajo varios de los taxones que se mencionan en la definición original de este grupo informal [como por ejemplo los arqueociátidos (Rigby, 2004 *com. pers*), estromatoporoideos (Kazmierczak, 1974; Wood y Reitner, 1986) y catétidos (Kazmierczak, 1979; Gray, 1980; Reitner y Engeser, 1983; Wood y Reitner, 1988; Riding, 2004)] ya no tienen problema al ser incluidos por la mayoría de los investigadores de reconocido prestigio en el área dentro de los Porifera, como aún no se universaliza esta tendencia y un grupo recién descubierto (los receptacúlidos), ha sido considerado como espongiomorfo, el término, si bien no es taxonómicamente válido, todavía se escucha comúnmente en el medio.

Registro Fósil de Porifera

En el mundo

Es necesario como parte del presente trabajo, anteceder sobre lo más relevante del registro fósil de Porifera y espongiomorfos en el mundo; sin embargo hay que tomar en cuenta que el registro, aunque muy extendido (sobre todo para Porifera), no es muy abundante. Y por ello, se resumirá lo más relevante al respecto.

En prácticamente todo el globo se han encontrado fósiles de Porifera. El registro indudablemente más antiguo y completo para ellas proviene el Vendiano Tardío de Australia, hace aproximadamente 550 millones de años, perteneciendo el primer fósil *Paleophragmodictya reticulata* a la Clase Hexactinellida (Gehling y Rigby, 1996) (Fig. 1). La especie fue determinada con base en la presencia de posibles espículas hexactinas. Sin embargo, se tienen registros más antiguos que podrían evidenciar una existencia anterior para los Porifera, como los provenientes también del Vendiano Temprano (~600 m. a. atrás) del sureste de Mongolia y constituidos por bloques espiculares (Brasier, *et al.*, 1997) y del Vendiano Tardío de China (Li, *et al.* 1998), en el que se registran estructuras celulares y nuevamente bloques espiculares. Otros registros de gran antigüedad son los reportados para el Cámbrico de Yunnan, Maotianshan, China (Rigby y Xian-Guang, 1995); en el que se describen las especies más ancestrales conocidas de Demonspongiae: *Choaiaella radiata* y *Allantospongia mica*.



Figura 1 *Paleophragmodyctia reticulata* (tomada de Gehling y Rigby, 1998)

De particular abundancia en cuanto al estudio del Phylum Porifera y Espongiomorfos, los siguientes países son esencialmente importantes:

- Estados Unidos: destacando entre muchos, los estudios realizados para la espongofauna del Cretácico en los estados de Arizona (Rigby y Scott, 1981) y en el Pensilvánico y Pérmico de Texas y Nevada (Rigby, 1978)
- Alemania: Estudios evolutivos sobre la Clase Hexactinellida (Mehl, 1992); paleobiología del Orden Lithistida (Gruber, 1993); trabajos sistemáticos del cretácico alemán (Wagner, 1966), (König, 1991a, 1991b) así como una aproximación desde diversas perspectivas a los Esfinctozoos (Reitner y Engeser, 1985). En cuanto a espongiomorfos, entre otros estudios, se ha efectuado una extensiva revisión de catétidos en el que se cubren aspectos morfológicos y taxonómicos (Reitner y Engeser, 1983) y ecológicos (Reitner, 1992); y en lo relativo a los estromatoporoideos, Wood y Reitner (1986) abordan una disertación taxonómico – evolutiva en torno a la afinidad de estos espongiomorfos con el Phylum Porifera, con base en la presencia de pseudomorfos espiculares monoaxónicos en ejemplares que pertenecen a seis géneros, y por otra parte Reitner (1987) confiere el status de Porifera a los Estromatoporoideos por la presencia de espículas e incluye a la especie ahí descrita en el Orden Haplosclerida
- Francia: Lagneau-Hérenger (1962) elabora una monografía taxonómica de las Clases Hexactinellida y Demospongiae, basándose en ejemplares de las colecciones albergadas en el Museo Nacional de Historia Natural de Francia. Por otra parte, Fischer (1970) elabora una monografía de Catétidos Post - Paleozoicos de todo el mundo, centrandó su investigación en este país. Fischer y Lafuste (1972) incursionan en la paleohistología de una familia que el mismo define, Acanthochaetetidae. A pesar de ser un investigador reconocido en el campo de estudio de las esclerosponjas (Clase Sclerospongiae Hartman y Goreau 1970b), Fischer nunca consideró a los catétidos como esponjas.
- Polonia: Hurcewicz (1966, 1968, 1975, 1982) inicia con sus estudios en torno a las Clases Calcarea y Demospongiae una escuela de investigación en torno a los Porifera en este país, que posteriormente continúa Pisera (desde la década de los 80) fundamentalmente sobre la problemática entorno a la clasificación que envuelve al Orden Lithistida. En lo relativo a espongiomorfos, Kazmierczak (1979) reclasifica una especie de catétido, *Chaetetopsis favrei* por medio de la presencia de espículas, pero conserva el Orden

Chaetetida Okulitch como válido. Kazmierczak mismo (1974) describe una especie, *Murania lefeldi* dentro de la clase Sclerospongiae, pero salta desde esta categoría hasta la del género en su diagnosis. Por último, Kazmierczak y Hillmer (1974) reclasifican a *Neuropora pustulosa*, anteriormente un briozooario, como esclerosponja

- China, es notable por los estudios que ha arrojado en lo relativo a las primeras esponjas (Brasier *et al.*, 1997; Li *et al.*, 1998); y asimismo respecto a asociaciones arrecifales pérmicas consideradas como de esfinctozoos (Rigby *et al.* 1989), un orden de esponjas del cual solo sobrevive una sola especie

Dado que los registros sistemáticos y /o paleoecológicos de esponjas y espongiomorfos no son abundantes, todos los existentes son muy importantes, entre los cuales vale la pena citar los tratados de Quenstedt (1875), Zittel (1878) y Schrammen (1910, 1912), en los cuales se abordan por primera vez de manera resolutiva –incluso filogenética- cuestiones taxonómicas entre los diferentes grupos de esponjas. Estos estudios, realizados en el Reino Unido y Alemania han constituido la base de gran parte de los estudios ulteriores realizados sobre el Phylum Porifera.

Como se ha visto, ciertos investigadores como Rigby, Reitner, Keupp, Mehl y Pisera se han distinguido por sus investigaciones en uno o varios ramos de la Paleontología y Paleoecología de Esponjas. Las investigaciones de Rigby son más cuantiosas para el Pérmico y el Cretácico de todo el mundo, y sus investigaciones se extienden a todos los grupos, siendo de índole básicamente taxonómica. Reitner y Keupp por su parte han abundado más en cuestiones filogenéticas de esponjas coralinas (“Sclerospongiae”) y Demospongiae, así como también en cuestiones ecológicas de las mismas. Mehl es la representante más significativa en cuanto al estudio de la Clase Hexactinellida y sus aspectos sistemáticos, ecológicos y evolutivos. Por último, Pisera es el máximo representante actual de las Esponjas del Orden Lithistida y aborda cuestiones filogenéticas y mineralógicas del mismo.

En México

En el país, el registro fósil del Phylum es realmente escaso, con muy pocos registros. Para el Paleozoico, se tiene el trabajo de Cooper, *et al.* (1965) para el Pérmico de Sonora, en localidades del Grupo El Antimonio. En dicha publicación cita un espécimen de esponja, al cual no le atribuye ninguna identificación debido al mal estado de conservación; por otra parte, en un fragmento de roca, solamente reconoce la presencia de espículas hexactinas.

Sour-Tovar (*com. pers.*). recolecta en el Pensilvánico de Santiago Ixtaltepec, Oax. en la década de los 90 y principios del siglo XXI, ejemplares de esponjas que confiere al Orden Lithistida.

En lo relativo al Mesozoico, López-Alemán (1988) identifica dos especies en localidades pérmico – triásicas del Grupo El Antimonio en la Sierra El Álamo; a saber: *Ascosymplegma expansum* Seilacher y *Polythosia cilindrica cilindrica* Seilacher. Senowbari-Daryan, *et al.* (2000) describen una nueva especie de esponja, *Fanthalamia glomerata*, igualmente para el Triásico del Grupo el Antimonio en Sonora; en esta ocasión en la Localidad Barra Los Tanques.

Buitrón-Sánchez y Pantoja-Alor (1994) identifican a la esponja *Entobia cretacea*, con base en las perforaciones observadas en rudistas caprinidos, nerineidos, casiópodos pectínidos y ostreidos del Aptiano (Fm. El Cajón) – Albiano (Fm. Mal Paso) de Huetamo, Michoacán.

Por su parte, Sánchez-Beristáin (2003) reporta erróneamente la presencia de esponjas del Orden Lithistida, para el Campaniano – Maastrichtiano de San Luis Potosí. La identificación de parte del material examinado en ese trabajo y ahora revisado en el presente, revela que dicho material pertenece al grupo de organismos denominados como catétidos. Asimismo se analizan diversos caracteres en dichos organismos con el objeto de mostrar una nueva propuesta filogenética para los mismos

Los Catétidos. Un caso especial

Debido a que son muy escasos los estudios que hay en torno a los catétidos y al ser el primero de ellos (con nueve ejemplares analizados para este trabajo) para México, es muy importante anteceder a los lectores de una manera lo más concisa y completa posible, todo lo relativo a estos organismos; así como también efectuar una reseña en torno a los problemas existentes en su clasificación. Es necesario puntualizar *a priori* que el término “catétido” sigue vigente en algunos trabajos para los cuales no ha habido actualización alguna o nuevos hallazgos debido al escaso número de especialistas en el área, y por ello cuando los suele haber, las disertaciones en torno a la filogenia no son muy detalladas

RESEÑA DE LA HISTORIA TAXONÓMICA DEL GRUPO

Los Catétidos (del término inglés “Chaetetids”) no son una unidad taxonómica formal ni aceptada en la actualidad. Anteriormente fueron considerados como corales tabulados en el Orden Chaetetida Okulitch, 1936 (Fischer, 1970; Fischer y Lafuste, 1972; Cuif y Fischer, 1974; Dieci, *et al.*, 1977). Posteriormente son acotados por primera vez como esponjas dentro de la Clase Demospongiae Sollas por la presencia de pseudomorfoespiculares, aunque aún como parte del Orden Chaetetida Okulitch (Gray, 1980). Y lo han sido de manera informal como “espongiomorfos” (West y Clark, *in* Broadhead, 1983). Pero en los últimos 21 años no existe algún taxón supragenérico, con la excepción de Acantochaetetidae Fischer a partir de su redesccripción (Reitner y Engeser, 1983) que sea reconocido por los especialistas, y que haga referencia a estos organismos. Cabe señalar que la familia Acanthochaetetidae Fischer y la

especie *Spirastrella (Acanthochaetetes) welsii* Reitner y Engeser 1983 son los únicos taxones con ejemplares recientes de catétidos.

A partir de ese momento, (1983) han surgido algunas publicaciones en las que se ha mencionado continuamente tanto la presencia de pseudomorfos espiculares e incluso espículas indudablemente caracterizadas como tales. A finales de la década de los 80, las publicaciones relativas a catétidos cuando hacían mención al término, solían entrecorollarlo, puesto a que ya iniciaba la controversia sobre su posición taxonómica.

De la misma forma en la que los catétidos se han visto envueltos en polémicas en torno a su clasificación, también lo ha sido la actual clase informal de las esclerosponjas (Clase Sclerospongiae Hartman y Goreau, 1970), que incluía a los estromatoporoideos, ceratoporélidos, esfinctozoos, y en un tiempo asimismo a los mencionados catétidos. El problema principal que engloba a los catétidos fósiles radica en la falta de preservación de estructuras morfológicas, principalmente espículas, que permita ubicarlos, ya sea a todos o a la mayoría, con precisión dentro un taxón determinado.

La mayoría de los organismos anteriormente denominados catétidos han sido ahora incluidos dentro del Phylum Porifera, en la Clase Demospongiae Sollas, en el Orden Hadromerida Topsent. Algunos también dentro del Orden Chondrosida Boury-Esnault y Lopes. Pero también prevalecen numerosos casos en los que la clasificación los ha mantenido en un status de *incertae sedis* e incluso han sido determinados erróneamente como esponjas. Y finalmente, están también los que prevalecen en el Orden Chaetetida Okulitch, dentro de clase Demospongiae. Cabe señalar que la mayoría de los investigadores reconocidos en el área de estudio de los catétidos y/o esclerosponjas, principalmente Reitner, Pisera y Kazmierczak, no dan más crédito a este orden; y son ellos quienes proponen la inclusión de estos organismos a, entre otros, los órdenes válidos anteriormente mencionados. (Pisera, 2004 *com. pers.*), (Reitner, 2005 *com. pers.*).

ESTRUCTURA Y MORFOLOGÍA

Los catétidos reflejan los atributos generales de los organismos coloniales, por el hecho de que su esqueleto se encuentra compuesto invariablemente de numerosos túbulos independientes y estrechos (West y Clark, *in* Broadhead, 1983). Las paredes de estos tubos se encuentran agrupadas en una disposición cerioide, si siguiéramos la terminología coralina. (Fig. 2).

Los túbulos unitarios, que constituyen cada uno a un individuo son denominados **calículas**, y tienen una forma que va de poligonal a irregular en sección transversal. Se ha determinado que en algunos casos, en una colonia puede haber varios tipos de contorno calicular, razón que se atribuye como consecuencia de una perturbación mayor que afecta el crecimiento de la colonia (West y Clark, *in* Broadhead, 1983; Reitner, 2004 *com. pers.*), como se mencionará posteriormente. En ocasiones pueden presentarse estructuras denominadas **pseudoseptos** en una pared o incluso en dos paredes opuestas de la calícula. Estas estructuras pueden posteriormente desaparecer como consecuencia del crecimiento de la misma calícula o bien extenderse a través de la calícula para formar la pared de una nueva.

Las paredes de las calículas no tienen perforaciones, salvo en algunos géneros dudosos de su identidad como catétidos y son invariablemente afectadas por la diagénesis, sugiriendo así una posible composición original aragonítica (West y Clark, *in* Broadhead, 1983)

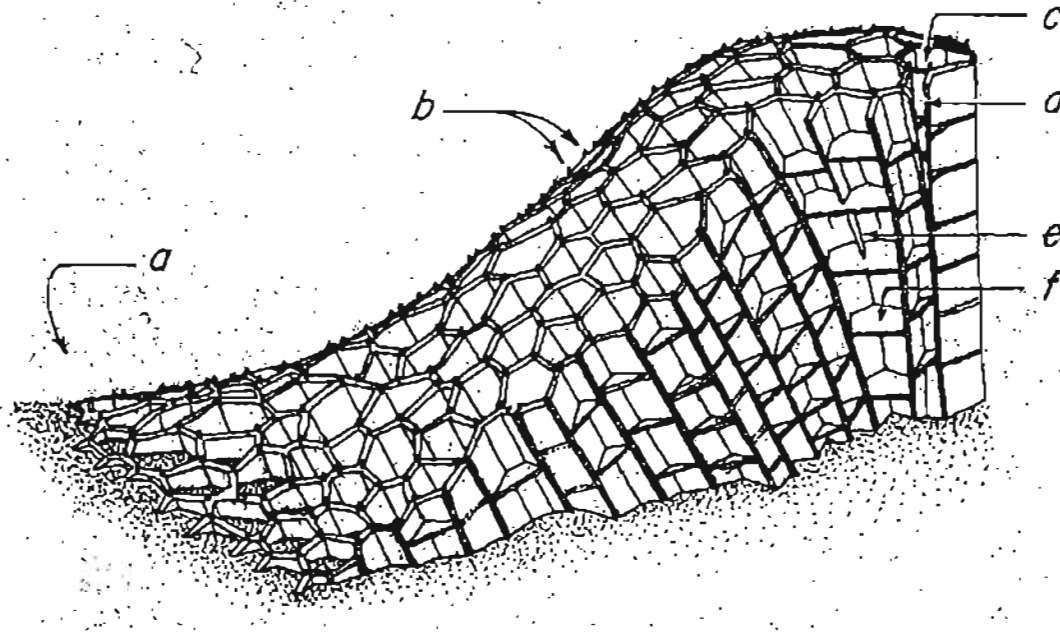


Figura 2. Esquema de la morfología de un Catétido. a) Crecimiento por expansión periférica; b) tubérculos; c) calícula; d) crecimiento por gemación intercalcular; e) pseudosepto y crecimiento por fisión longitudinal; f) íbula. . Tomado de West y Clark (1983)

La forma de crecimiento de las colonias de catétidos varía de relativamente planas a formas en donde la extensión altitudinal de las calículas es mínima en comparación con la adición de nuevas calículas en la periferia e incluso a estructuras masivas o columnares, en donde lo que predomina es el aumento de las calículas. Un aspecto interesante de todas estas formas es que la superficie de la colonia casi siempre consiste en bases de calículas o bien en calículas aperturadas. (Reitner y Engeser, 1983)

Dado que la mayoría de los catétidos se conservan a través del proceso de permineralización para su fosilización (West y Clark, *in* Broadhead, 1983), su estructura interna es mejor estudiada bajo la técnica de análisis de láminas delgadas. Esta técnica, aunque laboriosa, es necesaria frecuentemente para determinar el modo de aumento calicular y la disposición tridimensional de estructuras como pseudoseptos y espinas septales (en caso de haberlas). Por otra parte, es necesario remarcar que en raras ocasiones el esqueleto se preserva poroso y los detalles del mismo pueden ser estudiados utilizando la técnica de Microscopía Electrónica de Barrido. (Reitner, 2004 *com pers.*)

Las superficies de crecimiento de las colonias de catétidos además de presentar la calícula terminal aperturada, pueden exhibir **tubérculos**, consistentes en aglomeraciones de tejido calicular; **mamelones** (Ing. *-mamelons-*), que son montículos redondeados o

relativamente prominentes con un interespaciado irregular y **astrorrizas**, que son estructuras consistentes en patrones estelados de canales excurrentes que confluyen en un ósculo en la superficie (Hartman, *in* Broadhead, 1983). Y si bien los tubérculos son muy comunes, por su parte los mamelones y las astrorrizas son extremadamente raras. Cabe señalar que el poseer alguno (s) de estos rasgos suele constituir una característica diagnóstica, en calidad de presencia / ausencia, y no incluyentes. Algunas modificaciones secundarias, como por ejemplo horadaciones e incrustaciones son comunes en algunas instancias; por su parte, las galerías de gusanos suelen ser en su mayoría alteraciones *post-mortem* (West y Clark, *in* Broadhead, 1983).

Las calículas tienen un diámetro pequeño; que va de aproximadamente de 0.1 mm a 0.6 mm. Casi todas las calículas están divididas horizontalmente por **tábulas**. Generalmente son totalmente planas, aunque de hecho pueden ser cóncavas, convexas o bien, estar incompletas. Por lo general, sus interespacios son irregulares, así como también lo es su disposición a lo largo de una calícula con respecto de la disposición de las mismas en las calículas adyacentes. Su grosor va desde 20 μ y hasta alrededor de 40 μ (Mathewson, 1977) en comparación con el grosor de las paredes (alrededor de 70 μ). Lo habitual es que el espacio intertabular vaya del rango de la mitad de un diámetro calicular a un diámetro completo.

TIPOS DE CRECIMIENTO

El aumento en el número de calículas se puede dar por “gemación” entre calículas adyacentes, por fisión longitudinal o bien por la adición de nuevas calículas en la periferia. Se han detectado estructuras como espinas septales en algunos géneros. Las calículas se dividen transversalmente por septos delgados denominados **tábulas**; general pero no invariablemente completas.

En el crecimiento por fisión longitudinal, uno o más pseudoseptos crecerá a partir de la pared calicular, y eventualmente lo dividirá en dos calículas. El proceso se completa cuando el desarrollo de una nueva **tábula** impide la comunicación intercalicular. Desde luego, el término “fisión”, no tiene una implicación biológica como tal, sino más bien morfológica y funcional; ya que cada calícula no necesariamente alberga únicamente a un individuo.

El proceso de gemación intercalicular comienza con la separación de las paredes caliculares en el punto de una intersección y el rápido desarrollo de esta pequeña abertura que se genera hacia una nueva calícula

Por último, la producción de nuevas calículas por expansión periférica involucra la formación de calículas sobre un sustrato sólido preexistente adyacente a las calículas existentes con anterioridad. Esta es la forma por la cual una colonia completa su crecimiento inicial, la expansión de su base y el sobrecrecimiento de porciones más antiguas de ella destruidas por deposición de sedimento en su superficie o por inversión posicional (*overturning*)

Mathewson (1977) se percató de que las calículas pueden decrecer su número bajo condiciones de “sobrepoblación” esencialmente por el mecanismo que resultaría opuesto a la fisión longitudinal; una pared separando dos calículas sencillamente se fragmentaría y los

espacios adyacentes restantes convergerían hacia una misma calícula. Los aspectos biológicos de este proceso desde luego son más fáciles de ubicar dentro de las esponjas que dentro de los corales.

CONSIDERACIONES TAXONÓMICAS A PRIORI

Como Hill (1981) sugirió, solamente la presencia de espículas silíceas o sus pseudomorfos en los fósiles de catétidos redundaría en su aceptación como esponjas. Sin embargo, la extrema rareza de espículas en los fósiles de catétidos no es un argumento válido para que no sean incluidos en las Demospongiae, pues no solamente algunas “esclerosponjas” vivientes no incorporan espículas en sus esqueletos carbonatados, sino que cuando así sucede, el sílice es rápidamente disociado debido a su inestabilidad química cuando se rodea por carbonato de calcio. (Hartman y Goreau, 1970). De hecho, Hartman y Goreau (1970) reportan que no es posible observar espículas en la “masa basal más profunda” de un espécimen de *Ceratoporella*, un género espiculado viviente. Además de esto, más que pertinente, es necesario considerar que las estructuras no espiculares (como por ejemplo la forma, tamaño promedio y características morfológicas de las calículas y asimismo la forma de la colonia en algunos casos (de encontrarse completa) pueden proveer de caracteres que permitan incluir a los catétidos con los que se esté trabajando dentro de alguna clasificación en la que ya se les tome en cuenta como esponjas, indiscutiblemente.

En la descripción original del Orden Chaetetida (Chaetetina) Okulitch, los Catétidos se manejan aún como corales indiscutiblemente; y desde luego no se emplean términos propios del *bauplan* catetídico como “calícula” por ejemplo. Sin embargo, el nombre de este taxón se ha empleado indiscriminadamente al momento de elaborar nuevas descripciones de catétidos. Desde este momento, excepto por cuando se indique la salvedad, se denominará **catétido** o con algún término relacionado, a todos los organismos que tengan estructura espongiomorfa (*sensu* Rigby y Stearn, *in* Broadhead, 1983) manifestada por la presencia de espículas o pseudomorfos espiculares o bien, de un patrón claro de crecimiento con superficies de interrupción del mismo y/ o de una estructura calicular inequívoca; tomando en cuenta que en contados casos, la identificación como esponjas en épocas actuales de organismos con este *bauplan* resulta errónea, llegando incluso a ser tomados en cuenta como tales y ser re-identificados posteriormente como poliquetos, por ejemplo. (Fischer, *et al.*, 1989; después de Wilson, 1986) Para el caso de los ejemplares de la Localidad El Gorrion, San Luis Potosí, en la discusión general en torno a su sistemática se argumentará a favor de su determinación como esponjas. Sin embargo se manejará el término catétido en las diagnósis y descripciones a modo de establecer congruencia con los trabajos anteriores, y se seguirá utilizando el término hasta el momento de discutir filogenéticamente la naturaleza de los organismos de esta localidad.

REGISTRO FÓSIL DE CATÉTIDOS

No es posible explicar el registro fósil de los catétidos sin resaltar lo más relevante respecto de los cambios en su sistemática que llegan a ocurrir a la par de los hallazgos. Y es que, como se mencionó anteriormente, los catétidos no existen como grupo taxonómico definido en todas las jerarquías de diferente nivel de universalidad.

Registro en el mundo

Para hablar del registro fósil de catétidos, es inevitable e imprescindible hablar a la par de su historia taxonómica al momento de determinado hallazgo. Los catétidos son realmente escasos (mas no ínfimos) en el registro fósil. Algunas reidentificaciones taxonómicas han surgido, y la mayoría de ellas son para determinar organismos como catétidos espongiarios siendo previamente acotados a otra clasificación. Riding (2004) señala como catétido a un espécimen previamente descrito como el alga rodofita *Solenopora*, para el Ordovícico de Üksnurme, Estonia basándose en la forma poligonal irregular de los cortes transversales que vendrían siendo las calículas, en la evidencia de crecimiento por fisión longitudinal y en las proyecciones septales; y con ello propone reidentificar a todos los especímenes de *Solenopora* silúricos y posteriores. Por su parte, Wood y Reitner (1988) describen y reportan a *Stromatoaxinella irregularis* (Michelin) para el Coniaciano – Santoniano de Collada de Bastus, España con base en la presencia de pseudomorfos espiculares del tipo estilo con canal axial. Dieci, *et al.* (1977) encuentran espículas en Catétidos, y designan una nueva especie: *Meandripetra zardinii*, para el Triásico Tardío (Carniano) de San Cassiano, Italia. En este trabajo, se encuentran asimismo espículas en otras esclerosponjas como Ceratoporélidos.

Cherchi & Schröder (1987) encuentran espículas en una muestra de *Blastochaetetes irregularis* en los Pirineos para el Santoniano de España. Y en su publicación asignan el ejemplar a la Familia Chaetetidae Milne-Edwards y Haime en el Orden Chaetetida Okulitch; mas en esta ocasión estos taxones quedan acotados a la subclase Tetractinomorpha Lévi, como parte de las Demospongiae.

Fischer (1970) en su obra, describe una nueva familia de Catétidos; Acanthochaetetidae, acotadas al Phylum Cnidaria y a la Clase Hydrozoa. Cabe señalar que para ese entonces aún no se encontraban espículas –o pseudomorfos de éstas- en los catétidos. Reitner y Engeser (1983) efectúan un estudio sistemático y ecológico de la familia Acanthochaetetidae Fischer, pero en este caso la incluyen en la Clase Sclerospongiae Hartman y Goreau dentro del Orden Tabulospongiida Hartman y Goreau.

Cuif y Fischer (1974) efectúan un estudio sistemático de los catétidos del Triásico de Turquía, principalmente en Natalia y Kemer. En él, describen dos géneros nuevos, cada uno con tres especies.

Como se mencionó anteriormente, Kazmierczak (1974) describe un género y especie nuevos, *Murania lefeldi* (Fig. 3) para el Cretácico Inferior (Albiano) de Eslovaquia, pero al momento de efectuar la descripción pasa directamente (en la sección de paleontología sistemática) de la clase Sclerospongiae Hartman y Goreau al género *Murania* gen. nov. (sin tomar en cuenta Orden o Familia). En este trabajo, encuentra espículas monoaxónicas del tipo estilo. No hace mención a la estructura interna del espécimen, sin embargo, por sus esquemas, podemos dilucidar que se trata de un Catétido. Kazmierczak (1979) otorga la naturaleza de catétido a *Chaetetopsis favrei* Deninger para el Barremiano de Crimea, por medio de la presencia de espículas de tipo estiloide.

Elliott (1976) hace un breve comentario sobre los hallazgos de *Blastochaetetes bathronicus* Fischer, un catétido para el Batoniano de Cotswold, Inglaterra. En la misma publicación, hace mención a los hallazgos de Fischer en Ardennes, Francia, para el Batoniano.

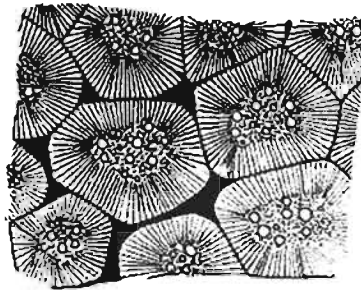


Figura 3 Esquema de corte transversal de *Murania lefeldi* Kazmierczak, en el que se muestran las secciones poligonales que podrían ser callculas. Tomado de Kazmierczak, 1974.

Gray (1980) detalla la descripción de pseudomorfos espiculares en *Chaetetes (Boswellia) mortoni*, para el Asbiano (Carbonífero - Mississippico) de Clwyd, Gales; y en esta publicación como se mencionó con anterioridad, es la primera vez que los catétidos son formalmente reconocidos como esponjas (Clase Demospongiae Sollas, Subclase Sclerospongidea Hartman y Goreau), pero esta especie aún sigue siendo catalogada dentro del orden Chaetetida Okulitch.

Suchy y West (2001) reportan la presencia de arrecifes de Catétidos (sin identificar) para el Desmoinesiano (Pennsylvánico medio) de Kansas.

Registro en México

Para México, se trata del primer registro de Catétidos. No se debe hablar de Chaetetidae *sensu lato*, ya que la tendencia actual es de no aceptar este taxón como grupo natural; y por lo mismo tampoco se debe decir que se trata del segundo registro *sensu lato*, considerando que anteriormente se mencionó un registro de “catétidos”, a saber *Diplochaetetes mexicanus* (Wilson, 1986) identificado posteriormente como galerías de helmintos (Fischer *et al.*, 1989). Por otra parte, como se verá posteriormente, este registro es el primero que los coloca al género *Blastochaetetes* como Esponja del Orden Hadromerida Topsent

ECOLOGÍA

Las Sclerospongiae (*sensu* Hartman y Goreau 1970b, que incluyen a los Chaetetida) habitan en la actualidad en el Mar Caribe, en el Índico y en el Pacífico Oriental. Debido a que se cree que son relictos de grupos de organismos que fueron constructores importantes de arrecifes en el Paleozoico y Mesozoico; debemos asumir que sus preferencias de hábitat han cambiado con el

paso del tiempo. (West, en Rigby y Stearn, 1983). Ninguna de las especies recientes de esclerosponjas (*sensu* Hartman y Goreau) se asocia con algas simbióticas, aunque bien algunas pueden hacerlo con bacterias fotosintéticas.

Las colonias de catétidos que conforman grandes masas arrecifales parecen requerir un sustrato firme como por ejemplo una concha o una roca, para su establecimiento inicial y crecimiento. La expansión en la base de la colonia mas allá del sustrato ocurre rara vez. La expansión de la colonia por medio de gemación intercalicular y por fisión longitudinal resulta en una colonia muchas veces mayor que la original. Así, los catétidos “completamente desarrollados” pueden haber descansado en un sustrato relativamente suave, con su sitio de sustrato inicial enterrado abajo o dentro, si es que se dio un evento de envolvimiento (West y Clark, *in* Broadhead, 1983)

Profundidad y Turbulencia: A diferencia de las esclerosponjas actuales, los catétidos del Paleozoico y Mesozoico se daban con abundancia en aguas poco profundas y expuestas a la luz del sol. Esto es corroborado por la asociación con algas (Winston, 1963; Matthewson, 1977)

Mathewson (1977) encontró evidencia no solo de exposición a la luz del sol, sino también de agitación del agua, mediante la presencia de oncolitos de 2 a 4 cm de diámetro y de forma esférica o elipsoidal. Los oncolitos son los elementos asociados del sustrato individual más abundantes para catétidos, quienes frecuentemente los engloban; asimismo pueden ser volcados por el movimiento de las corrientes (West, 1977) Evidencia de estas manifestaciones de energía, es la presencia común tanto de oncolitos como de catétidos en **lodolitas**. Esta asociación es poco probable en un área de gran turbulencia, pues el sedimento fino suspendido interferiría tanto con la penetración de la luz como con la alimentación por filtración. Una mejor interpretación sería inferir perturbaciones episódicas de tormenta o corrientes mareales. La presencia de lentes o paquetes aislados de brechas de catétidos es sugestiva de por lo menos algunas corrientes violentas.

Lustig (1971) nota que los catétidos favorecen manifestaciones topográficas de altitud locales en un piso marino ligeramente irregular. Tampoco es de dudarse el que las colonias de catétidos por sí mismas proveen una topografía sustancial así como un sustrato firme, lo cual puede ser influyente en el desarrollo de biohermas o arrecifes

Hay colonias que alcanzan alturas de 1.5 m y diámetros de 0.8 m en unidades carbonatadas, y por contraparte, alturas de 0.2 m y diámetros de 0.5 m en unidades de lodolita (Connolly *et al.*, 1989). En las unidades carbonatadas, las nuevas colonias crecen entre y sobre colonias más viejas, mientras que en las unidades de lodolita las formas cóncavas melladas pueden representar un proceso similar (West y Clark, *in* Broadhead, 1983).

En lo referente al tamaño, se han reportado colonias de catétidos de hasta 3 m de altura (Winston, 1963).

Latitud, Temperatura, Salinidad: A este respecto, hay muy pocos trabajos publicados. Los catétidos del Carbonífero Medio, por lo menos, parecen haber formado parte considerable de

las faunas en latitudes ecuatoriales y cercanas a esta latitud. (West y Clark, *in* Broadhead, 1983). Por otra parte, los registros sobre temperatura y salinidad son asimismo escasos; los catétidos coexistieron con numerosos organismos, tales como corales y equinodermos, cuyos representantes recientes están restringidos a la salinidad “normal” del agua marina.

Fauna asociada: Como se mencionó, los catétidos requieren frecuentemente de las partes duras de otros organismos para su sustrato, y a su vez sirven como tal para otros, como pueden ser helmintos, balanos y bivalvos. Las secciones transversales de los catétidos con frecuencia exponen el esqueleto tubular de un organismo similar a un gusano. Las calículas se encuentran deformadas en la proximidad de estos tubos, indicando que el crecimiento de dicho tubo precedió al crecimiento del esqueleto catetídico

Jameson (1980) *in* West y Clark (1983) describió una asociación entre un posible *Spirorbis* y *Chaetetes*, en donde el gusano se asienta en la colonia viviente, y aparentemente a continuación de una breve fase como una forma enrollada, continúa su crecimiento como una forma no enrollada, con geotropismo negativo, de modo que mantiene su paso con respecto del crecimiento de la colonia. (West y Clark, *in* Broadhead, 1983).

Lo relativo a las áreas de estudio (descripción, secciones columnares, acceso) será explicado posteriormente a los métodos

OBJETIVOS

- Describir a la espongofauna fósil mexicana perteneciente al Cretácico, presente en las Localidades El Gorrión (San Luis Potosí) y Boca La Carroza (Nuevo León) y al Paleoceno en la localidad Lomas Las Moras (Coahuila)
- Proponer, principalmente con base en la identificación de la biota asociada y datos taxonómicos y biológicos, las implicaciones paleoecológicas relativas a estos organismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

- Se efectuaron dos salidas al campo, con el objeto de ubicar geográficamente las localidades, describir la litología en las formaciones con contenido fosilífero del Phylum Porifera en las mismas, recolectar ejemplares y obtener datos acerca de su conservación, nivel estratigráfico de procedencia, abundancia y fauna asociada. Por otra parte se procedió a la elaboración de columnas estratigráficas locales. La primer salida fue efectuada del 4 al 7 de marzo de 2004, incluyendo las localidades de Lomas Las Moras, ubicada en la carretera Saltillo – Paredón (Coahuila) y Boca La Carroza, en el estado de Nuevo León. La última fue llevada a cabo del 15 al 21 de noviembre de 2004, e incluyó los estados de Coahuila y Nuevo León nuevamente, visitando las mismas localidades; y una en San Luis Potosí, El Gorrión; ubicada cerca del poblado de San Francisco.
- Levantamiento de una sección columnar local en la Localidad Lomas las Moras, perteneciente a la Formación Las Encinas, Coahuila., y ubicada en la carta Fraustro, en la parte en la que afloran las esponjas fósiles.

Trabajo de laboratorio

- Primeramente se efectuó una revisión de los ejemplares fósiles conferidos *a priori* al Phylum Porifera y su fauna asociada que fueron recolectados en las localidades estudiadas y almacenados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM con los número de catálogo FCMP 04/138 a 04/153; FCMP 04/937 a 04/947; FCMP 04/ 974 –04/999 y FCMP 04/1008 a 04/1014 para Lomas Las Moras; FCMP 04/154 a FCMP 04/ 173 para Boca La Carroza y FCMP 03/447-1 a 03/447-5; y FCMP 04/1025 a FCMP 04/1033 para El Gorrión
- Posteriormente, se procedió con la limpieza de muestras en el Museo de con el *AirScribe* (de la marca Chicago Pneumatic) y posteriormente con ayuda de ácido acético al 10% en volumen. El *AirScribe* actúa removiendo las partes más consolidadas de la matriz rocosa mediante una acción mecánico – neumática, mientras que el ácido actúa diluyendo químicamente los remanetes de matriz y sedimento calcáreo.

- A continuación, se efectuó la toma de material fotográfico de ejemplares seleccionados de acuerdo a su estado de preservación en el microscopio estereoscópico Zeiss Stemi Modelo KL 1550 LCD
- Una vez que se seleccionaron ejemplares para fotografía en macro, dio inicio la preparación de láminas delgadas de ciertos cortes, con ayuda de las cortadoras de roca Buehler Lapro (con función lubricante a base de aceite), IsoMet 4000; de la Cortadora – Laminadora/ Esmeriladora Petro Thin y de la Pulidora PetroPol del Taller de Ciencias de la Tierra en el Edificio Tlahuizcalpan, Fac. de Ciencias, UNAM, portaobjetos petrográficos Buehler 27 x 46 mm y Resina Termoplástica Buehler . La función de este equipo en el presente trabajo fue la de efectuar cortes a diferentes planos en algunos ejemplares, disminuyendo el espesor progresivamente en cada uno de ellos a modo de poder ser sometidos ulteriormente a la observación bajo el microscopio petrográfico.
- Observación de las láminas delgadas obtenidas al Microscopio Petrográfico LEICA modelo DM - LSP del Taller de Ciencias de la Tierra con el fin de detectar estructuras como espículas y caracteres distintivos de la morfología de Porifera, como canales incurrentes/ excurrentes y/ o calículas (para el caso de catétidos de S.L.P.).
- Toma de microfotografías en el mismo microscopio con la cámara Sony Cybershot DSC- V1 y lente Vario-Sonnar 2.8-4 / 7-28 de Carl Zeiss, haciendo énfasis en las estructuras mencionadas.
- Revisión al microscopio electrónico de Barrido (SEM, por sus siglas en inglés) JEOL mod JSM- 27C, del laboratorio de Microscopía de la Facultad de Ciencias, con la intención de definir la presencia de microscleras (espículas menores a 30 μ) en material de Boca La Carroza . Para estos efectos, se dio un baño de oro a dos láminas delgadas, con el objeto de facilitar la técnica de barrido.
- Análisis de elementos , llevado a cabo por vías del SEM JEOL JSM –35C ubicado en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto de Geología de la UNAM, con el fin de detectar la cantidad de carbonatos o silicatos en las muestras, y por lo tanto el reemplazamiento de material mineral o su alteración.

Trabajo de gabinete

- Durante toda la realización de este trabajo, se efectuó la adquisición de publicaciones especializadas sobre el tema, en diferentes bibliotecas (DGB UNAM, Amoxcalli, Biblioteca del Instituto de Paleobiología de la Academia de Ciencias en Varsovia, Polonia); así como en distintas bases de datos (Georef, Geobase) con el fin de poseer la información más actualizada relativa al tema de Porifera Fósiles. Asimismo, en 2004 se llevó a cabo la revisión de colecciones de Lithistida y otros Porifera en Instituto de Paleobiología de Varsovia, Polonia. Por otra parte, Se adquirieron y revisaron las cartas topográficas y geológicas escala 1:50,000 de Fraustro (G14C13), San José de La Popa (G14A84) y Santa Isabel (F14A44), en los acervos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), a modo de tenerlas como antecedente y referencia previa a las salidas al campo. La identificación del material del Phylum Porifera fue llevada a cabo gracias a la revisión de Claves Taxonómicas contenidas en el Systema

Porifera, así como de diagnosis y descripciones preliminares y conclusivas, en esa publicación y la bibliografía especializada. Por su parte, la identificación de la fauna asociada se realizó por medio de la consulta a la literatura y a los especialistas en los grupos fósiles.

ÁREAS DE ESTUDIO

Marco Geológico de las Áreas de Estudio y Acceso

En total, fueron analizados 53 ejemplares para la realización de este trabajo; nueve pertenecientes a las localidades cretácicas de El Gorrión, Formación Tamasopo, San Luis Potosí y 25 a la localidad Boca La Carroza, Formación Aurora, Nuevo León; 19 a la Localidad Paleocénica de Lomas Las Moras, Formación Las Encinas, Coahuila

LOCALIDAD “EL GORRIÓN”, PLATAFORMA VALLES-SAN LUIS POTOSÍ. CARR. SAN LUIS POTOSÍ-MATEHUALA. SAN LUIS POTOSÍ.

El acceso a esta localidad, parte de la plataforma Valles-San Luis Potosí, es a través de la carretera San Luis Potosí – Matehuala; en el Km 107 es necesario tomar la desviación hacia Charcas; y ya en esta nueva vía, la desviación al poblado de San Francisco (Figura 4). Posteriormente, a unos 15 km de la desviación, se debe tomar el tercer camino de terracería hacia la izquierda; y siguiendo el camino del arroyo, durante aproximadamente 5 km dirección NE, subir por la margen hasta la parte más alta. Las coordenadas geográficas son 22° 51' 12" N y 79° 11' 00" W.

En la Localidad El Gorrión, aflora la Formación Tamasopo. Esta formación se compone de dos miembros; uno inferior y otro superior (Carrillo – Bravo, 1971; Basáñez Loyola, *et al.* 1993) (Fig. 5). El Miembro Inferior de esta formación, corresponde al Turoniano y consistente en calizas grises de facies tanto lagunares como de plataforma abierta, sobreyace junto con la Formación Agua Nueva de manera concordante a la Formación El Abra. Este Miembro, en la facies lagunar consiste de *wackestone* con calciesferúlidos (Basáñez -Loyola *et al.*, 1993). El Miembro Superior de la Formación Tamasopo, que consiste también de calizas grises, fue depositado de manera concordante sobre el Inferior durante el Coniaciano y el Santoniano; y en él es posible encontrar también una facies lagunar y una de plataforma abierta (Basáñez -Loyola, *et al.*, 1993). Esta última facies contiene rudistas monopléuridos y requiénidos, y foraminíferos miliólidos. (Basáñez -Loyola, *et al.*, 1993; Torres – Hernández, 2005 *com. pers.*).

El material procede de la facies de plataforma abierta del Miembro Superior, y fue almacenado con los números de catálogo 03/447-1 al 03/447-5 y 04/1025 al 04/1029

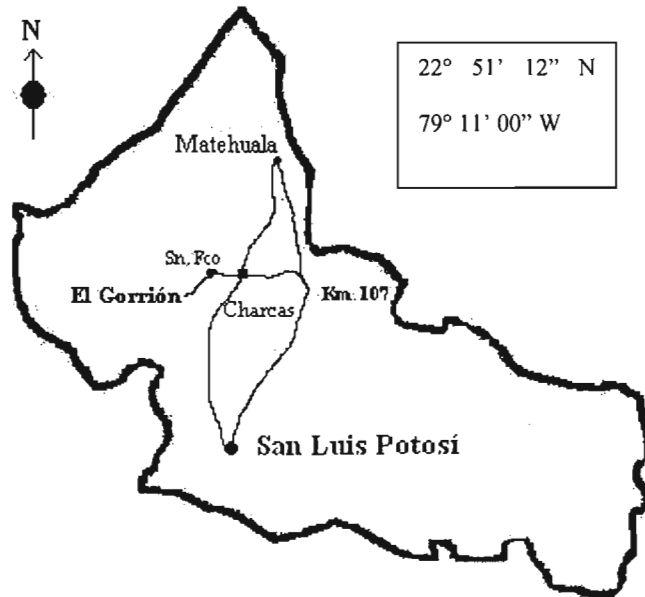


Figura 4. Mapa de Acceso a la Localidad "El Gorrión", San Luis Potosí

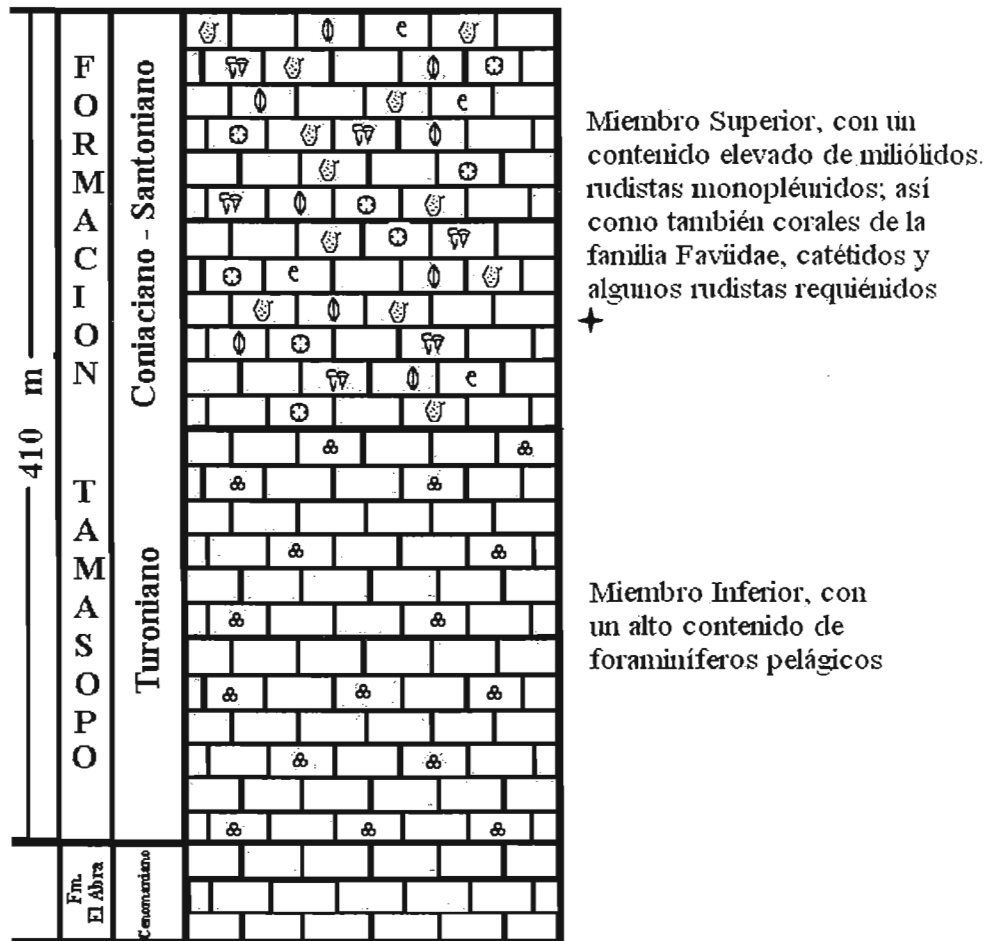


Figura 5. Esbozo de la Columna estratigráfica local de la Localidad El Gorrión, San Luis Potosí, donde aflora la Formación Tamasopo ✦ Sitio donde se encontró el material

LOCALIDAD “LOMAS LAS MORAS”. CARR. SALTILLO - MONCLOVA, COAHUOLA

Para llegar a esta localidad, ubicada en el estado de Coahuila., es necesario tomar la Carretera Federal Saltillo- Monclova; y a la altura del Km 54 tomar la desviación al Poblado de Paredón. Tomando esta desviación, en el Km 6 al lado izquierdo de la desviación y dentro del rancho “Las Moras”, aflora la localidad mencionada, en las coordenadas 25°55’32” N y 101°06’26” W. (Figura 6). El afloramiento estudiado constituye la parte superior de la Formación Las Encinas, la cual está formada por dos partes; sin embargo, la localidad pertenece a la parte superior, de edad Paleocénica. Los fósiles de Porifera encontrados en la localidad, afloran en el estrato superior de la columna que se muestra más adelante (Figura 7).

Anteriormente se consideraba que la Formación Las Encinas era no fosilífera y se creía estaba compuesta únicamente por “limolita calcárea roja, arenisca calcárea, lutita roja y verde, lodolita, y arenisca roja de grano medio a grueso” (Murray *et al.*, 1962) Sin embargo, estudios posteriores han favorecido que esta perspectiva cambie. Gran interés ha tomado esta formación y localidades donde aflora porque al parecer, puede incluir el límite K/ T (Vega, 2004 ; Vega, 2005, *com. pers.*) A pesar del hecho de que las secciones Cretácico- Terciarias han sido estudiadas con detenimiento en años pasados, no hay evidencia alguna de una deposición catastrófica al final del Cretácico. Sin embargo, el contacto puede ser disconforme, como lo sugiere un estrato delgado de conglomerado que se encuentra en la base de un estrato de arenisca de grano grueso. (Vega, *et al.*, 1999). Echanove- Echanove (1967) ubica el límite K/T con base en bioestratigrafía de foraminíferos, cerca de la porción media de la Formación Las Encinas dentro de la sección Sierra Pinta, en el área de estudio. Vega, *et al.* (1999) proponen una nueva estratigrafía (Figura 8), ya que obtienen el primer registro –y subsecuente descripción- del ostreido *Ostrea parrensis* además de reconocer la presencia de varios fósiles paleocénicos, como *Turritella mortonii postmortonii*.

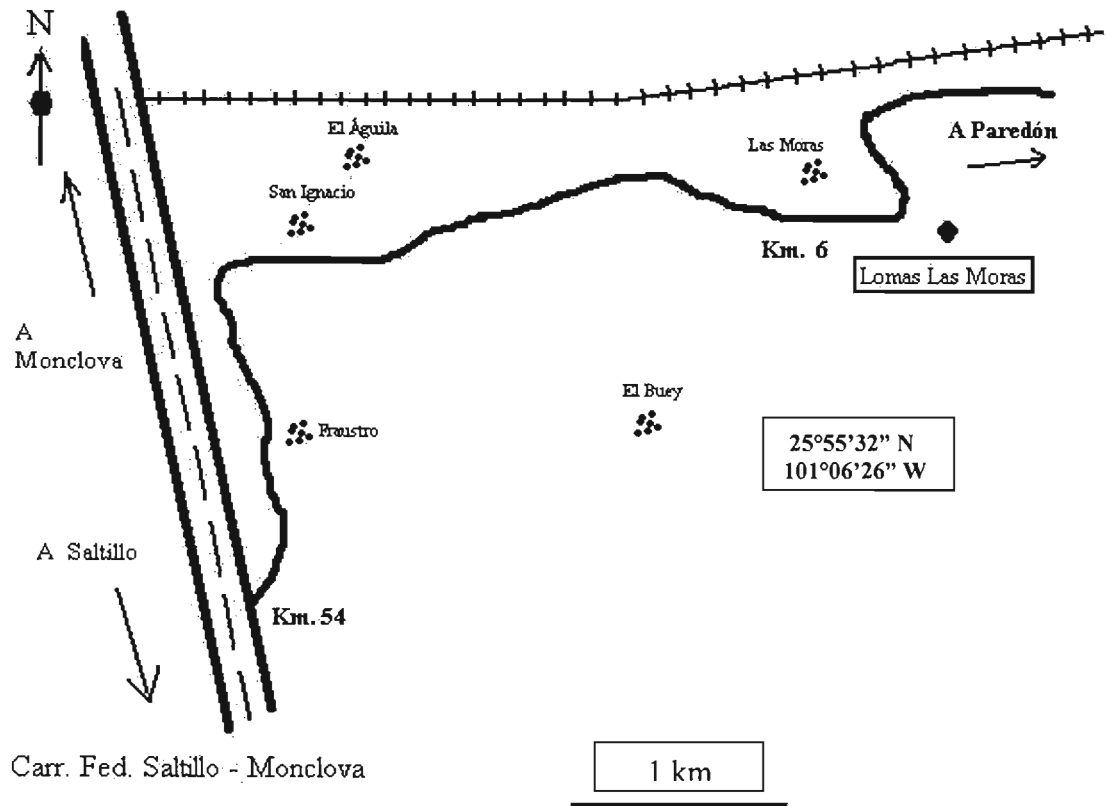


Figura 6. Mapa de Acceso a la Localidad "Lomas Las Moras", Coahuila

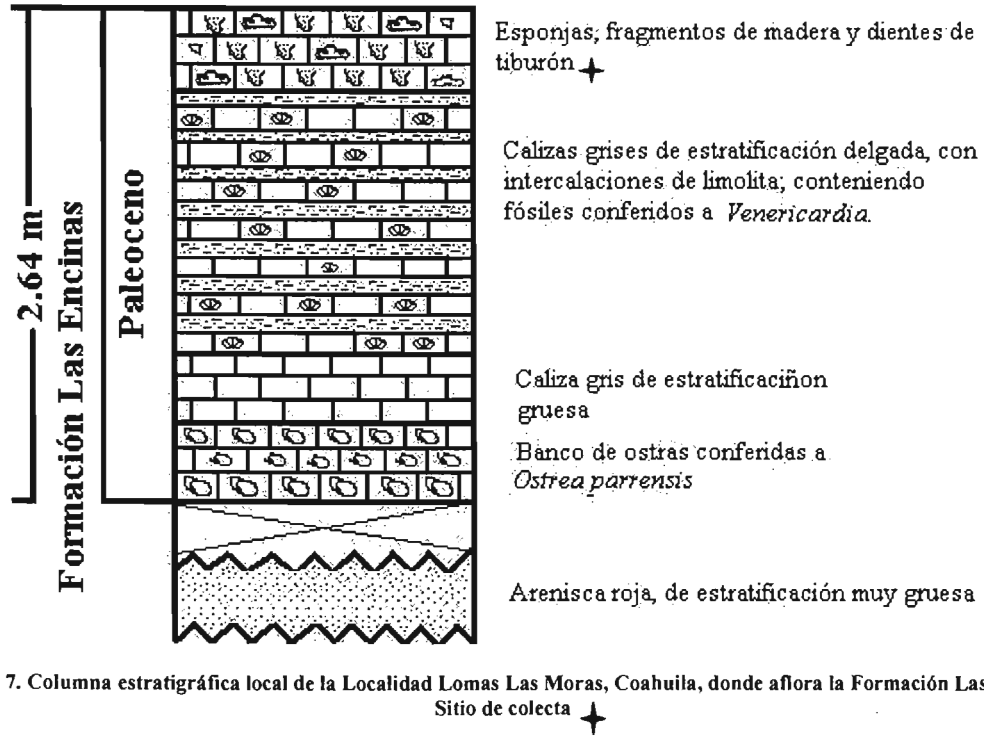


Figura 7. Columna estratigráfica local de la Localidad Lomas Las Moras, Coahuila, donde aflora la Formación Las Encinas

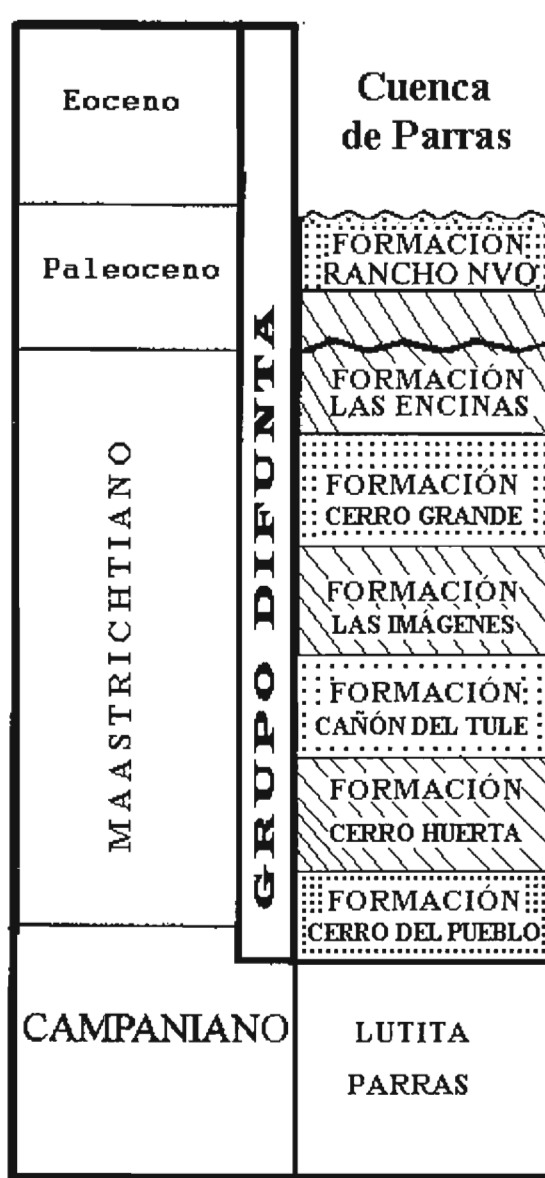


Figura 8. Columnas general del Área de la Cuenca de Parras (Coahuila y Nuevo León) donde aflora la Formación Las Encinas. (Modificado de Vega *et al.*, 1999).

LOCALIDAD “BOCA LA CARROZA”, CARR. MONTERREY – MONCLOVA, NUEVO LEÓN

El acceso a esta localidad, ubicada en las coordenadas $26^{\circ} 05' 45''$ N y $100^{\circ} 41' 50''$ W, puede realizarse vía la carretera Monterrey – Monclova; en la desviación a San José de la Popa (Km 7), se debe abordar la terracería; y apenas pasando el poblado de Los Lirios, detenerse en la primera formación monticular a la izquierda (Figura 9). Otra forma de llegar es, si se viene de Saltillo, siguiendo el camino a Paredón y tomar el entronque con la carretera Monterrey-Monclova, para posteriormente continuar la marcha siguiendo las indicaciones estipuladas.

En Boca La Carroza, aflora el Lente Superior de caliza de la Formación Aurora, de edad Albiano Inferior (Lawton *et al*, 2001) (Figura 10). Esta unidad sobreyace a la Formación La Peña; en él, es posible notar un tipo de litología *wackestone* donde se localizan las esponjas objeto de este estudio, además de equinoides, y belemnites (Lawton, *et al.*, 2001) El lente se correlaciona con la Formación Aurora (Lawton, *et al.*, 2001); (Giles y Lawton, 1998).

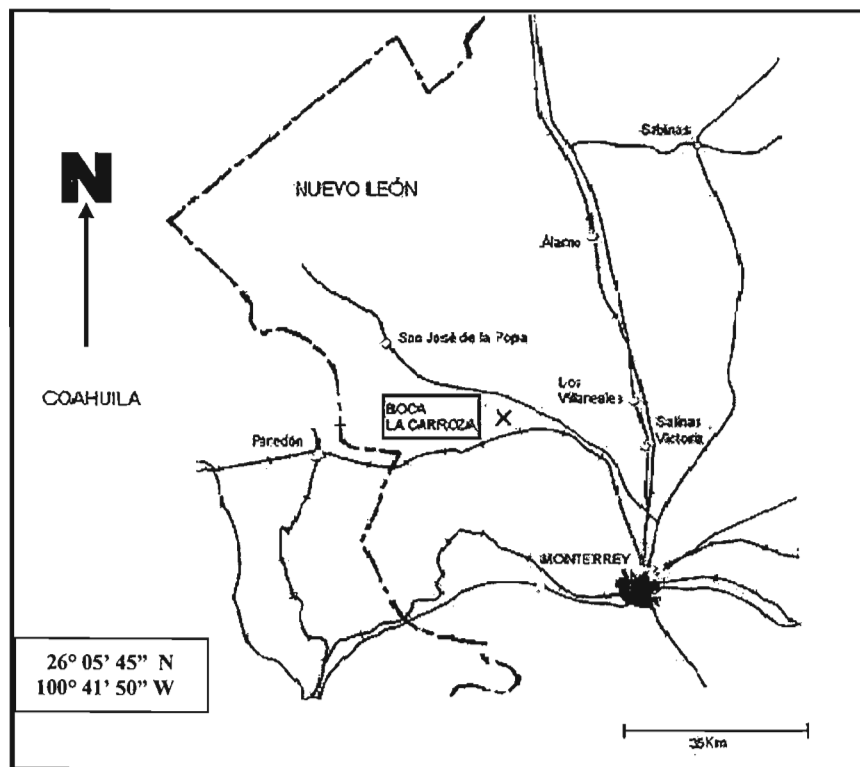


Figura 9. Mapa de Acceso a la Localidad “Boca La Carroza”, Nuevo León (Modificado de carta F14A84, INEGI)

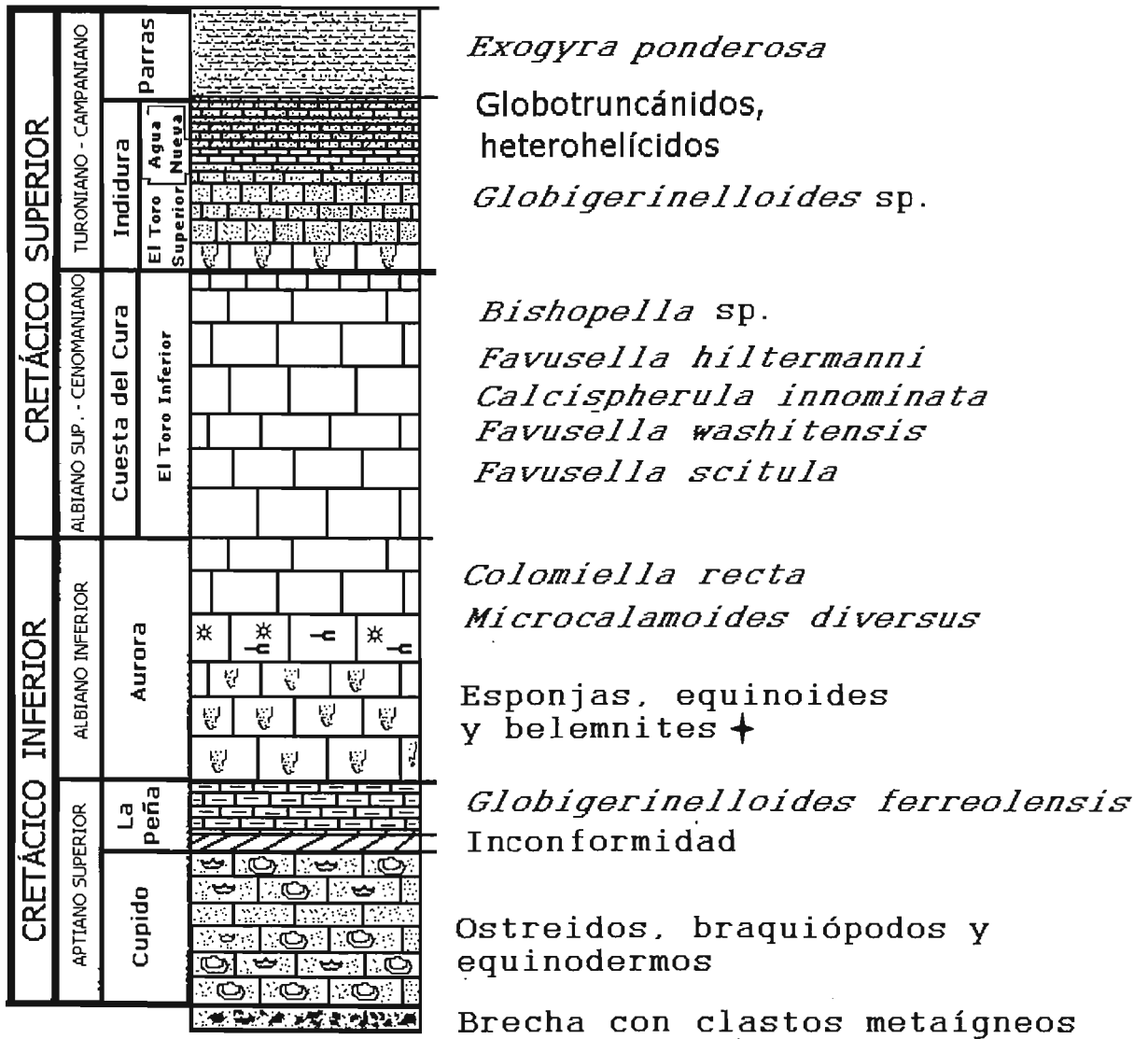


Figura 10. Columna estratigráfica local de la Localidad Boca La Carroza, Nuevo León, donde aflora el Lente Boca la Carroza Superior, correlacionado con la Formación Aurora (Modificado de Lawton, *et al.*, 1999)

† Sitio de colecta

RESULTADOS

En total se colectaron y determinaron 53 ejemplares; nueve de ellos pertenecientes a Localidad El Gorrión, San Luis Potosí como *Blastochaetetes* sp. Dietrich y *Blastochaetetes flabellum* Fischer; 25 más en la Localidad Lomas las Moras, Coahuila como *Hikorocodium* Endo y finalmente 19 en Boca La Carroza, Nuevo León, como Lithistida Schmidt cf Theonellidae von Lendenfeld o cf. Phymatellidae Schrammen.

Paleontología Sistemática

El Gorrión, San Luis Potosí

Phylum Porifera Grant 1836
Clase Demospongiae Sollas 1885
Subclase Tetractinomorpha Levi 1973
Orden Hadromerida Topsent 1898
Género *Blastochaetetes* Dietrich, 1919 incertae sedis
Blastochaetetes sp. Dietrich, 1919

Diagnosis: Catétidos que presentan discontinuidades en las paredes, y zonas de crecimiento relativamente anchas. Los tubos se pueden comunicar entre sí, y se dividen indistintamente de una manera fisipar o bien por gemación intraparietal (Figuras 11 y 12).

Descripción: Especímenes que mantienen con relativa constancia una forma globosa o bulbosa, a excepción de un morfo de crecimiento fungiforme; sus dimensiones exteriores van aproximadamente de 2.8 a 7 cm de diámetro, por una altura que va de 1.1 a 5.3 cm. No hay evidencia clara de la presencia de un ángulo fibro-axial en las paredes dobles caliculares. En un caso, es posible observar un probable pseudomorfo espicular; sin embargo, no se encuentra bien definido. (Figura 13), así como también superficies de interrupción el crecimiento (Figuras 14 y 14 bis) y su posterior efecto en el desarrollo de la colonia; rápidas y repetidas divisiones fisipares.

Material examinado: Siete ejemplares, con los números de catálogo FCMP 03/447-1, FCMP 03/447-3, FCMP 03/447-4 y FCMP 04/ 1025 a 1028

Ocurrencia: Conocido del Batoniano al Cretácico Superior de Hocmont, Francia (Fischer, 1970) y en el Batoniano de Costwold, Inglaterra (Elliott, 1976) Primer registro para México (El Gorrión, San Luis Potosí) y América.

Discusión: En cuanto a las dimensiones caliculares y otros caracteres ultraestructurales relacionados a las calículas, cabe señalar que coinciden con dos de las especies asignadas a este

género, como *Blastochaetetes petri* Zuffardi y Comerci y *Blastochaetetes irregularis* Michelin, básicamente por la concordancia cronoestratigráfica, mas no por sus dimensiones como se podrá observar; por lo cual no es posible ni adecuado conferir estos especímenes a una de ellas en particular. Debido a que no hay evidencia de ángulos fibroaxiales, (carácter siempre diagnóstico), y a que no existen otros caracteres que permitan definir con mayor exactitud las formas encontradas, no es posible tampoco proponer una nueva especie; aún y cuando ninguna de las diagnósis y descripciones presentes a la fecha se acote a las propias de estos ejemplares

Descripción original	Descripción original <i>B. petri</i>	Medidas registradas <i>B. irregularis</i>	Ejemplares FCMP 03/447-1, 3 y 4
Densidad calicular	6-8 tubos / mm ²	4-8 tubos / mm ²	~10 tubos / mm ²
Diámetro de centro a centro:	~600 μ	~400 - 500μ	250 - 290μ
Diámetro interno calicular:	~ 500 μ	~ 300 μ	220 - 255 μ
Espesor de las paredes dobles:	~ 100 μ	~ 150 μ	70 - 90 μ
Espesor tabular:	5 - 20 μ	20 - 100 μ	15 - 25 μ
Espacio intertabular :	600 μ y más	de 200 a 1500 y más	700 μ

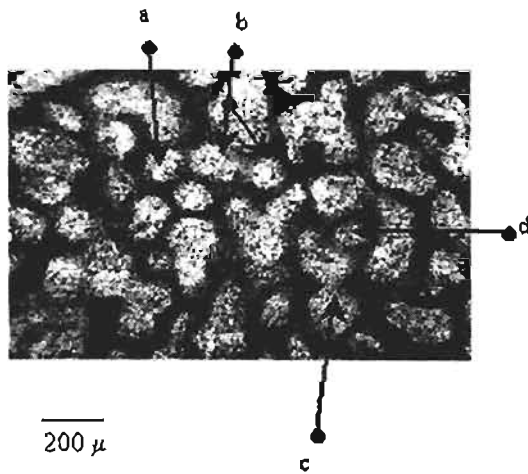


Figura 11 Corte transversal de ejemplar FCMP 03/447-2 de *Blastochaetetes* sp. en el que se observan: a) calícula, b) división fisipar casi completa c) división fisipar a media trayectoria d) gémula calicular

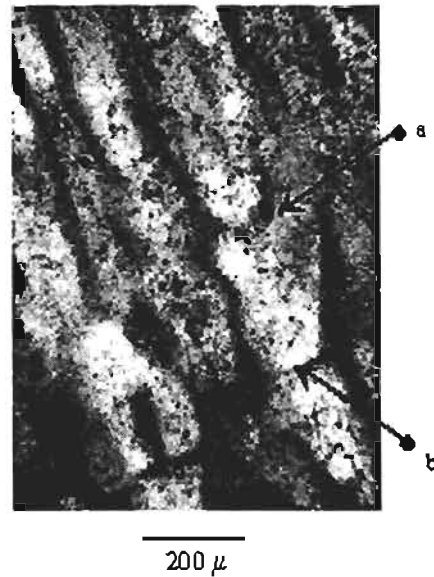


Figura 12. Corte longitudinal de ejemplar 03/447-3 de *Blastochaetetes* sp. en el que se denotan: a) calícula gemante b) tábula

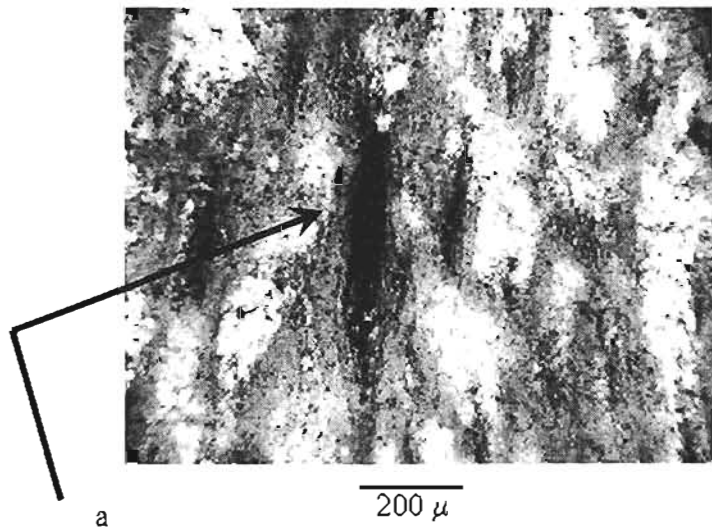
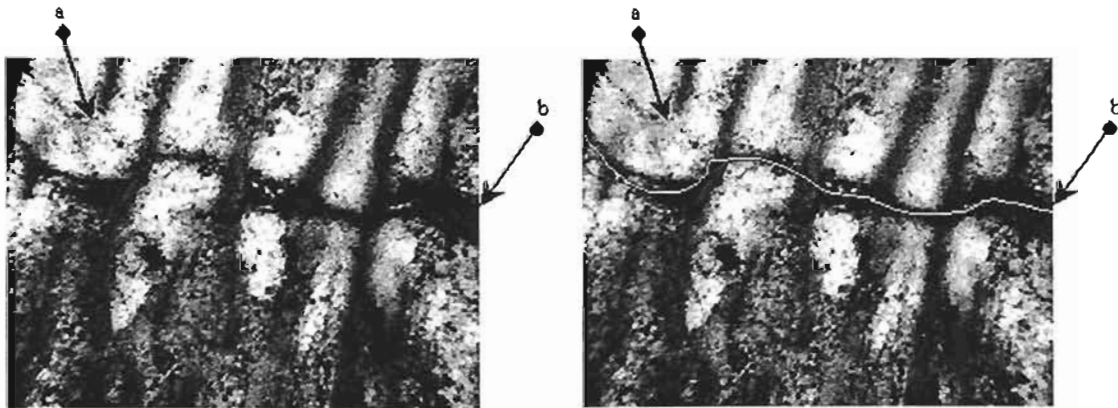


Figura 13. Corte longitudinal de *Blastochaeteles* sp. (Ejemplar FCMP 03/447-1), en la que se resalta la presencia de a) un pseudomorfo espicular



200 μ

Figuras 14 y 14 bis, corte longitudinal de *Blastochaeteles* sp. (Ejemplar FCMP -03/447-1), en el que se establece: a) rápida división fisipar poco después de la superficie de interrupción de crecimiento y b) superficie de interrupción del crecimiento, marcada en 14 bis

Blastochaetetes cf. flabellum Fischer, 1970

Diagnosis: Colonias de forma oval a redondeadas en vista superior; presenta formaciones concéntricas a distancias regulares como consecuencia de crecimiento por expansión periférica.

Las colonias tienden a ser extendidas en la base y por lo general delgadas. Llegan a alcanzar varias decenas de centímetros de diámetro, mientras que por el contrario solamente unos cuantos centímetros de altura. La base, que ocupa la totalidad del ancho de la colonia, presenta cojines lameliformes de crecimiento.

En planos transversales próximos a la base de la colonia, las paredes calcáreas, delimitan a los individuos de forma oval a redondeada y de manera muy uniforme. Esta disposición suele conservarse a diferentes planos transversales paralelos respecto de la base de la colonia. Presenta numerosas tábulas sub-horizontales, correspondiendo por lo general cada una a una unión intercalicular.

El ángulo fibro-axial puede variar entre los 20° y los 50°; las paredes dobles manifiestan una estructura fibro-radial (con los radios no muy abundantes), y tienen un espesor relativamente constante.

La parte superior es por lo general continua, aunque eventualmente presenta algunas protuberancias redondeadas.

La multiplicación se realiza por medio de división fisipar o bien, por medio de gemación intraparietal.

No habiéndose descubierto especímenes similares al tipo original, y no existiendo asimismo ejemplares en la colección Michelin, Fischer (1970) propone como neotipo el espécimen perteneciente a la colección de d'Orbigny, fundada en 1854 (Fig. 15)

En los especímenes mejor preservados, es posible llegar a observar en la superficie la culminación de los túbulos completamente redondeados (correspondiente a calcúlas); de tamaño constante y disposición uniforme



Figura 15: *Blastochaetetes flabellum*. (Tomado de Fischer, 1970)

Descripción: Las colonias, que presentan forma de crecimiento laminar, aparentemente se encuentran completas; presentan una forma casi oval; el eje mayor tiene una longitud de ~ 6.1 cm, mientras que para el eje menor, su longitud es de ~ 4.5 cm. Posee una serie intercalada de ocho bandas, empezando a 1.5 cm del extremo derecho del eje mayor, si observamos al ejemplar con la parte más estrecha hacia la derecha. Son observables asimismo algunos procesos de división fisipar (Figs. 16 y 18). Uno de los ejemplares presenta posibles pseudomorfos espiculares y una superficie de interrupción del crecimiento (Figs. 17 y 19) así como también una deposición de sedimento observable en corte transversal (Fig. 20)

Uno de los ejemplares se encuentra fallado en un plano perpendicular a la base de la colonia.

Material examinado: Ejemplares FCMP 03/447-5 y FCMP 04 -1029

Ocurrencia: Cretácico Superior de le Beausset, Mazauges, Rennes y Soutage (Francia). (Fischer, 1970). Primer registro para México (El Gorrión, San Luís Potosí) y América.

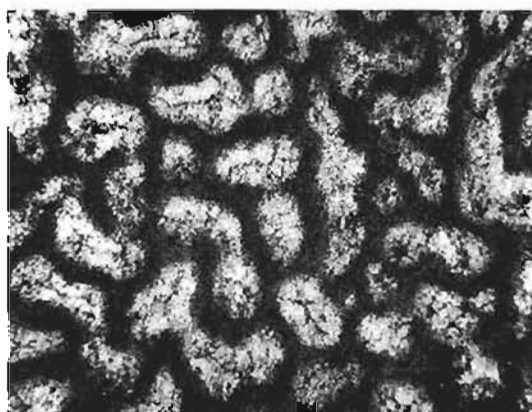
Discusión: Las dimensiones que se tienen para la ultraestructura de estos ejemplares, así como también ciertas características morfológicas externas (forma de la colonia, forma de crecimiento en las fotografías originales de la descripción, presencia de bandas concéntricas que evidencian crecimiento por expansión periférica), concuerdan con la mencionada descripción de *Blastochaetetes flabellum*. A continuación, las medidas de los caracteres ultraestructurales que fueron tomados en cuenta para la identificación:

	Descripción original <i>B. flabellum</i>	Medidas registradas Ejemplares FCMP 03/447-5
Densidad calicular	9-14 tubos / mm ²	11
Diámetro de centro a centro:	220-370 μ	220 – 230μ
Diámetro interno calicular:	200-350 μ	200 – 215 μ
Espesor de las paredes dobles:	40-140 μ	50 – 60 μ
Espesor tabular:	5 – 20 μ	11 – 17
Espacio intertabular :	50 - 800 μ y más	700 μ

Asimismo, la posición estratigráfica en la que se descubrió y describió este taxón (Senoniano Medio - Superior) (Fischer, 1970; Cuif, 2004 *com. pers.*) coincide con la propia de la Formación Tamasopo. Es importante recalcar que la estructura fibroradial de las paredes dobles en corte longitudinal, no es precisamente clara en ninguno de los cortes efectuados, ya

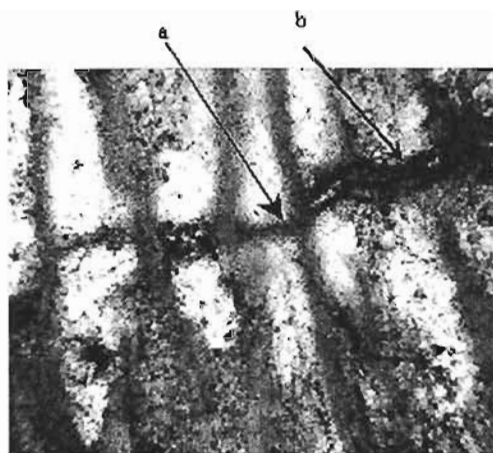
que ultraestructuralmente el material se encuentra muy deteriorado. Esta es una razón por la cual no se asevera que los ejemplares con toda seguridad sean asignables a *B. flabellum*.

Por otra parte, se tiene que únicamente se cuentan con dos ejemplares para el presente estudio; y muy probablemente por ello no fue posible encontrar evidencia de los cojines lameliformes en ellos.



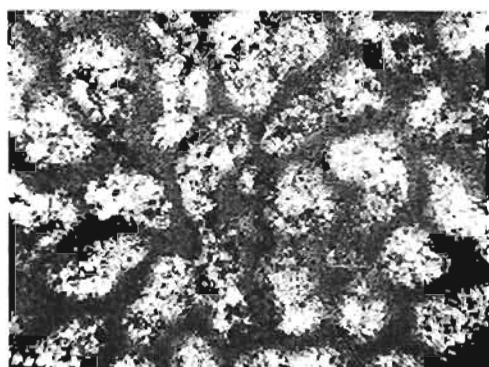
200 μ

Figura 16. Corte transversal de *Blastochaetetes flabellum*. Se observan diversos estados de divisiones fisipares y procesos de gemación (FCMP 04/1029)



200 μ

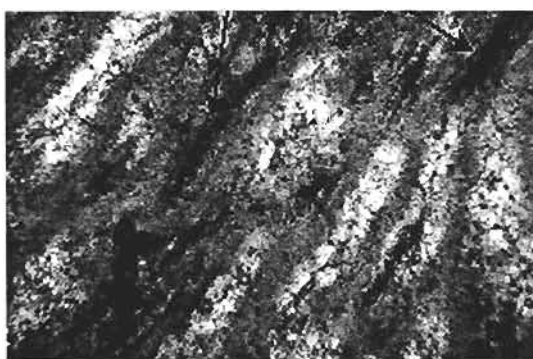
Figura 17. Corte Longitudinal de *B. flabellum*, en el que se determinan a) tábula y b) Superficie de interrupción de crecimiento



200 μ

a

Fig 18. *B. flabellum*. Corte transversal en el que se observa a) Proceso de división fisipar casi concluido



200 μ

Fig 19. *B. flabellum*, en corte longitudinal en el que hay posibles pseudomorfos especulares (a)

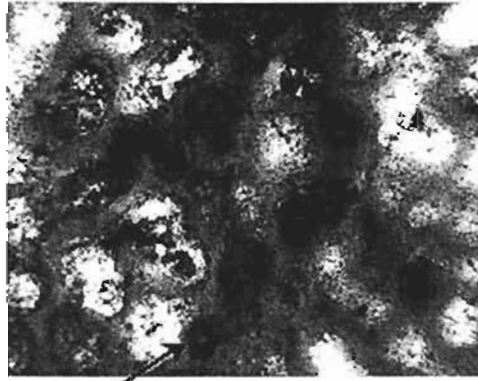


Fig 20. *B. flabellum*. Corte transversal en el que se denota claramente: a) la deposición de sedimento en los interiores caliculares

Biota Asociada a los organismos de El Gorrión, San Luis Potosí

En el caso de los organismos de San Luis Potosí, se encontraron cuatro ejemplares de colonias coralinas asociados a ellos, cuya identificación se atribuye a la especie *Multicolumnastrea cyathiformis* de la Familia Faviidae (Schafhäuser *et al.*, 2003) (Fig. 21).

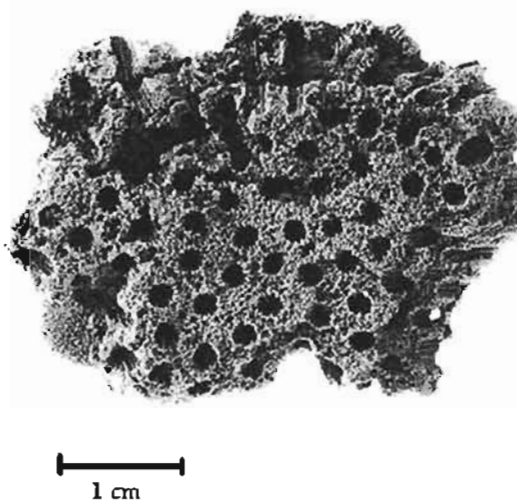


Figura. 21. Vista superior del ejemplar FCMP 03/447-4, correspondiente a una colonia de corales de la especie *Multicolumnastrea cyathiformis* de la familia Faviidae

Discusión general en torno a la Sistemática de los ejemplares de El Gorrión, San Luis Potosí

Como se mencionó en un principio, el problema principal al momento de atribuir la identidad de estos organismos como esponjas, radica en la dificultad de reconocer estructuras o patrones inequívocos propios de éstas. Es pertinente volver a mencionar que la presencia de megascleras (del tipo monoaxónico principalmente) es una prueba irrefutable de que el organismo en cuestión es una esponja. Y no fue posible determinar con total certeza estructura alguna en los organismos estudiados. Existen algunos posibles pseudomorfos espiculares, pero en caso haber tenido esa naturaleza en vida, se encuentran ya muy deteriorados.

Las características morfológicas que hacen conferir de manera innegable a todos y cada uno de estos organismos únicamente como catétidos (incluyendo con ello la problemática en la clasificación), son las evidencias que existen de su crecimiento; a saber, la división fisipar (denotada por el desarrollo de una apertura intercalicular en plano transversal) la división gemular (manifestada por la presencia de calículas de diámetros pequeños en corte transversal); la presencia de tábulas en todos los ejemplares analizados al ser observadas en corte longitudinal y las cuales no están presentes en otros organismos catetidiformes (como el estudiado por Wilson (1986) que resultó ser una serie de galerías de anélidos) y las dimensiones de las mencionadas características.

Ahora, lo más importante de este estudio en un contexto sistemático radica en conferir a estos organismos a un orden, familia género y especie dados, así como también a la fundamentación de un argumento que se sostenga en el sentido de relacionar una especie descrita en el marco de un orden ya no válido con uno válido; y por tanto, proponer una asignación a un orden existente y reconocido (en este caso, Hadromerida Topsent)

La diagnosis del Orden Hadromerida inicia como “Demospongiae frecuentemente masivas con megascleras monoaxónicas (tilostilos, subtilostilos, oxeas o derivados) conformando un arreglo esquelético radial o subradial; en algunas ocasiones son obvias únicamente en el esqueleto periférico.....” Como es posible observar, la diagnosis se basa en la presencia de cierto tipo de megascleras y en su arreglo. Entonces, ¿por qué asignar estos ejemplares a este Orden? Como se ha manejado en algunas ocasiones, muchos investigadores (Reitner, 1991, 1992; Kazmierczak, 2004 *com. pers*; Pisera, 2004, *com. pers*) consideran que la falta de espículas es una característica que pesa lo suficiente para no tomar en cuenta a ciertos espongiomorfos como Porifera. Pero asimismo, puede no ser necesario (Hartman y Goreau, 1970b; Hartman, 1983; Cuif, 2004 *com. pers*). De hecho, Hartman y Goreau (1970) señalan que no es posible observar espículas en la “masa basal más profunda” de un espécimen de *Ceratoporella*, un género espiculado viviente. Finalmente, más que pertinente, es necesario considerar que las estructuras no espiculares como por ejemplo la forma, tamaño promedio y características morfológicas de las calículas y asimismo la forma de la colonia en algunos casos, de encontrarse completa, pueden por sí mismas resultar diagnósticas.

Como se mencionó, la presencia de tábulas y las evidencias de crecimiento, todo esto aunado a que hay esponjas anespiculadas, hace pensar que se cuenta con los suficientes criterios para considerar a los organismos de San Luis Potosí como esponjas, y en ese tenor, se puede considerar una propuesta modificada para tal argumento en el cladograma siguiente (Figura 22)

en el cual se observaría la colocación del género *Blastochaetetes* dentro de Hadromerida Topsent

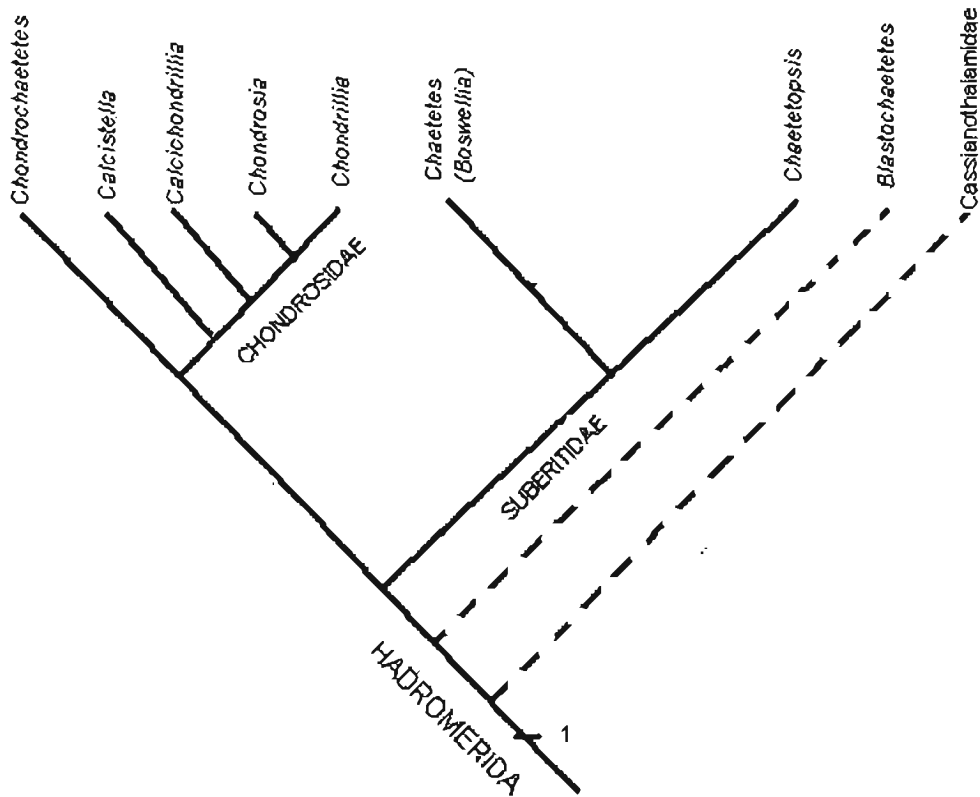


Fig 22. Cladograma simplificado que muestra la filogenia del Orden Hadromerida Topsent, señalando la posición del género *Blastochaetetes* Dietrich tomando como base la presencia de espículas monoaxónicas o sus pseudomorfos (1), que es la sinapomorfia que define al Orden. (Modificado de Reitner, 1991)

Finalmente, el análisis de elementos efectuado a este material (ejemplar 03/447-5 de *B. Flabellum* Fischer) refleja una alta cantidad de silicio para los organismos (más del 50%) y nula para la matriz; mientras que para el caso del calcio, se tiene 12.55% para el organismo y 27.82% para la matriz.

Lomas Las Moras, Coahuila

Clase Calcarea Bowerbank, 1864
Orden Inozoa Steinmann, 1882
Género cf. *Hikorocodium* sp. Endo, 1961
Hikorocodium sp.

Diagnosis: Endo (1961) propuso esta diagnosis para el género descrito por él mismo como un alga. De ella, se toma el siguiente fragmento, que excluye únicamente la parte que refiere a la identidad del taxón como alga:

“Talo cilíndrico, erecto o relativamente ondulado. Compuesto de un tallo central pobremente organizada que puede estar compuesta por una masa esponjosa de varios filamentos alargados y redondeados. Los poros tubulares surgen del tallo central en ángulos de 90° o ligeramente ascendentes hacia la parte superior del talo”

Sin embargo, Senowbari-Daryan y Rigby (en preparación) postulan esta nueva diagnosis: “Esponja cilíndrica inozoide con un espongocele axial relativamente amplio, igual a aproximadamente el 40% del diámetro total de la esponja. La masa de la esponja se compone de un esqueleto fibroso irregular y laxo, o reticulado. Posee un córtex bien desarrollado y perforado por aberturas de diferentes formas y tamaños. No es posible distinguir una pared interna (pared del espongocele)”.

Descripción: Los ejemplares se encuentran embebidos en una matriz de CaCO₃ de color café claro a medio; y los organismos en sí son también de material calcáreo de un tono gris medio a oscuro.

Estas esponjas son cilíndricas, en su mayoría con una altura prominente; aunque algunas son más bien anchas. Poseen un espongocele que tiene un diámetro a lo sumo del 50% del total de la esponja. El esqueleto a nivel coanosoma se compone de numerosas fibras irregulares anastomosantes que en ocasiones llegan a ramificarse sin un patrón específico. La densidad de estas fibras baja considerablemente en el espongocele, dentro del cual llega a ser nula. En pocos ejemplares son observables fragmentos de un córtex prominente. La superficie exterior de la mayoría de los ejemplares muestra los patrones irregulares de las fibras.

Es común observar en numerosos ejemplares horadaciones hechas por bivalvos, a diferentes planos y en diferentes ángulos.

Material examinado: 25 ejemplares, con los números de catálogo FCMP 04/138 a 04/153, 04/985 a 04/992 y 04/1011

Ocurrencia: Carbonífero / Pérmico de Japón, Túnez, China e Irán; Pérmico de Yugoslavia; Paleoceno de México, en Sierra Pinta [Endo, 1953, 1954, 1957, 1961; Endo y Horiguchi, 1957; Horiguchi, 1958; Kochansky y Herak, 1960; Johnson, 1964; Wolleben y Hasseltine, 1968; Nakazawa, 2001; Senowbari – Daryan y Rigby (en preparación)]

Discusión: La identificación se llevó a cabo principalmente gracias a la disposición de las fibras, además de la presencia de un espongocele conspicuo y pobre en fibras.

Wolleben y Hasseltine, (*in* Hasseltine, 1968) identifican a estos fósiles de Coahuila como *Hikorocodium mexicanum*; sin embargo no efectúan descripción o diagnóstico alguna; una de las razones por la cual no constituye una publicación válida

La mayoría de los ejemplares de *Hikorocodium* Endo, han sido recolectados en el Carbonífero Inferior y Pérmico de Japón; Túnez, China e Irán, sin embargo, existe una heterogeneidad de fósiles conocidos como y asignados a *Hikorocodium*; y aproximadamente el 30% de todos los especímenes de *Hikorocodium* han sido reubicados en otros taxones. Como un ejemplo, Endo (1961) describió a *Hikorocodium elegantae* a detalle, sin embargo y como se mencionó anteriormente, no proveyó de una diagnosis ni designó un holotipo para el género. El material tipo de *H. elegantae* descrito por Endo (1961), incluye tres especímenes de los cuales Senowbari-Daryan y Rigby (en preparación) reconocen dos de ellos como material perteneciente a una sola especie (posiblemente del género *Hikorocodium*), mientras que el restante podría ser considerado como *Bicoelia* Rigby, *Bisiphonella* Wu o *Imperatoria* de Gregorio, puesto a que posee dos espongoceles axiales.

Investigaciones posteriores del mismo Endo (1953, 1954 y 1957), Endo y Horiguchi (1957) y Horiguchi (1958) que han tenido como resultado nuevos hallazgos de *Hikorocodium* (*sensu* Endo), han sido revisadas por Senowbari-Daryan y Rigby, y todos los especímenes publicados en esos trabajos han sido reasignados a *Heptatubispongia symmetrica* Rigby y Senowbari-Daryan. O bien, su status ha sido cambiado a género indeterminado y/ o especie indeterminada. (Senowbari-Daryan y Rigby, en preparación)

Por su parte, Kochansky y Herak (1960) (*in* Senowbari Daryan y Rigby, en preparación) describieron varios especímenes de esponjas como *Hikorocodium* para el Pérmico de Montenegro (ex Yugoslavia), y lo nombraron un “organismo problemático”. Sin embargo, Senowbari-Daryan y Rigby (en preparación) los asignan a *Bisiphonella* Wu, y afirman que “ninguno de estos ejemplares es comparable con los publicados por Endo” y además, que “la organización de los ejemplares no puede ser considerada como típica de dasicladácea, y por su parte, ciertas similitudes en los caracteres fueron las razones para que algunos de nuestros ejemplares fueran publicados inicialmente como *Stromatoporidae* gen y sp. indet”.

Johnson (1964) determinó a *Hikorocodium* como un género de “afinidades inciertas”; después de revisar gran parte del material de Endo, afirma que “las ilustraciones progresivamente semejan menos y menos a material algal”; y al revisar las últimas publicaciones e ilustraciones de Endo, concluye que “el material realmente se asemeja a estromatoporoideos”.

Nakazawa (2001) ilustró numerosos especímenes considerados por él como *Hikorocodium*, para el Carbonífero de Japón. De acuerdo a su descripción, “este *incertae sedis* tiene forma tubular con poros internos”. Sin embargo, Senowbari-Daryan y Rigby (en preparación) consideran a estos especímenes como algas y no como *Hikorocodium* (*sensu* Senowbari-Daryan y Rigby).

Como es posible notar, una gran problemática engloba a este taxón; con toda seguridad y con base en los argumentos mencionados anteriormente, es polifilético; el grado de polifilia es lo que faltaría por definir. Pero los rasgos en la diagnosis modificada para *Hikorocodium* concuerdan con los ejemplares aquí sujetos a discusión. La presencia no absoluta en todos los ejemplares de un córtex, además de la edad de los mismos (Paleoceno vs Carbonífero / Pérmico) son los argumentos que no permiten aseverar con toda seguridad que se trate de *Hikorocodium*, razón por la cual se le otorga el status de “confer”. Por estas razones, en este trabajo *Hikorocodium* es considerado un espongiomorfo y no una esponja como tal.

El análisis de elementos efectuado a este material (ejemplar 04/140 de *Hikorocodium* Endo) refleja una muy elevada cantidad de calcio para los organismos (más del 80%) y más baja para la matriz (27.82%); mientras que para el caso del silicio, se tiene un 5.74% para el organismo y nulo para la matriz.

Boca La Carroza, Nuevo León

Clase Demospongiae Sollas, 1885

Orden-Forma Lithistida Schmidt, 1868

Familia Theonellidae von Lendenfeld, 1903

Diagnosis: Lithistida que poseen desmas tetracónidas en el coanosoma y como espículas ectosómicas, filo o discotriaenos. Cuando llegan a presentar microscleras, son del tipo de las microrabdadas y/o microoxeas, y estreptásteres y/o pseudoesferásteres, los cuales se cree, son derivados de acantorabdadas o anfiásteres. Pueden estar presentes Oxeadas coanosómicas de grandes dimensiones. Son polimórficas.

Familia Phymatellidae Schrammen, 1910

Diagnosis: Esponjas polimórficas, que pueden ir de laminares hasta esféricas, con un pedicelo. Posee, como espículas coanosómicas, grandes desmas tetracónidas, generalmente sin protuberancias (lisas), mientras que como espículas ectosómicas poseen dicotriaenos lisos; y finalmente, como microscleras posee anfiásteres.

Descripción: Calcilutitas de un color gris oscuro –gris claro en las partes expuestas- dentro de las cuales es posible encontrar esponjas incrustantes, visibles solo en un plano de dos dimensiones, en el cual es notorio un entramado dentro del cual, con ayuda de un aumento a 10x son observables estructuras espiculares. Este plano bidimensional sigue un contorno que tiende a dos límites ovales concéntricos, los cuales corresponden a lo que sería una vista superior del cuerpo de la esponja; la parte que queda más hacia el interior de los límites concéntricos corresponde a la región oscular.

En cuanto a las espículas que presentan los ejemplares, cabe señalar que se trata de rellenos por deposición de calcita. Sin embargo, la forma de las mismas se preserva virtualmente intacta. Se reconocen dos tipos: Desmas tetracónidas, con una dimensión promedio de 250 μ de longitud en cada uno de los radios, y triaenos (dico o filotriaenos). Las desmas tetracónidas poseen en extremo de sus radios, dos procesos a manera de horquilla, y conforman patrones concéntricos dentro del coanosoma (Fig. 23) por medio de uniones terminales entre tres o cuatro procesos de diferentes espículas. Estas uniones entre diferentes procesos de distintas espículas llegan a conformar estructuras que semejan una roseta de 3 ó 4 lóbulos (Fig. 24). El espacio entre una y otra banda concéntrica de desmas va de 200 a 230 μ . El estado de estas espículas está ligeramente deteriorado, ya que se observan algunas incompletas o fragmentadas; sin embargo, algunas de ellas presentan un buen estado de conservación que permite observar su estructura claramente (Figs. 25 y 25 bis).

El otro tipo espicular presente es el **triaeno**. El triaeno se distingue por ser una espícula tetraxónica y tetractínida, pero con un radio mayor (rabda). No es posible identificar el tipo de

triaeno presente en estos ejemplares, ya que hay muy poco material y apenas en una pequeña fracción de él es posible encontrarlos, además de que el estado de conservación de los mismos es muy pobre (como se mencionó, las espículas originales no están conservadas, sino que se encuentran recristalizadas). Aparentemente, muestra dicotomizaciones en sus radios, o bien, procesos filiares; pero no es claro en ninguno de los casos.

Material examinado: 19 ejemplares, con los números de catálogo FCMP 04/154 a 04/160 y FCMP 04/162 a 04/173

Ocurrencia: Los ejemplares más ancestrales de la Familia Theonellidae se encuentran desde del Aptiano y persisten hasta el Reciente (Pisera *in* Harper y Van Soest, 2002); mientras que los de la Familia Phymatellidae, desde el Jurásico Superior y hasta el Reciente (Pisera *in* Harper y Van Soest, 2002) Para ambas, se trata del primer registro fósil para México (Boca La Carroza, Nuevo León) y probablemente para América.

Discusión: La presencia de desmas es diagnóstica del Orden- Forma Lithistida. Para la determinación a nivel familia, es necesario identificar ciertos tipos de asociaciones espiculares. Si se determinase con certeza la presencia de algún tipo de Triaeno y/o alguna microsclera, podría llegarse incluso a género o especie. Pero de acuerdo a varios especialistas (de Laubenfels, 1955; Pisera, *com. pers.*, 2004) es muy poco probable que una microsclera fosilice.

Para el caso de los triaenos, la identificación resultaría *a priori* aparentemente más fácil de efectuar, debido a la forma misma de la espícula. Sin embargo, dado a la estructura reticular que presentan en el ectosoma, y al estado de conservación, no es posible identificar los límites de cada uno y concretar, por ello, el tipo de triaeno del que se trate. Si fuesen filotriaenos, se distinguirían por la presencia de procesos terminales filiformes en los radios; y si fuesen dicotriaenos, por un patrón dicotomizante al final de los mismos. Pero solo es posible reconocer los radios y en algunos –muy escasos por cierto- casos, las rabdas. Así, no hay una evidencia plausible que permita afirmar con certeza de qué tipo de triaeno se trata, y por ello, se efectúa la conferencia a cualquiera de las dos familias.

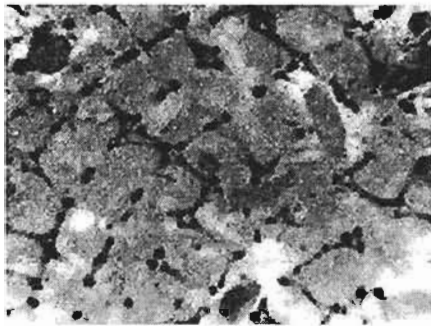
El caso de las microscleras, que pudiesen haber fungido como respaldo para asignar estos ejemplares a alguna de las familias mencionadas, no puede ser tratado, ya que los estudios efectuados mediante el SEM a las láminas delgadas no revelaron la existencia de microsclera alguna. En relación a este respecto, de Laubenfels (1955) y Pisera (2004, 2005 *com. pers.*) sostienen que nunca se ha encontrado una microsclera en esponjas fósiles, o bien que es virtualmente imposible encontrarlas y por lo tanto las que han sido identificadas como tales, deben ser revisadas con detalle.

De acuerdo con Pisera (1999) y con Pisera y Lévi (2002), entre otros, las esponjas del taxón Lithistida constituyen un orden forma. Sus argumentos principales para sostener la idea de la polifilia en este taxón son: la gran diversidad de geometrías désmicas (tetraxial,

monoaxial, poliaxial o anaxial); así como también de espículas escotomales (dicotriaenos, filotriaenos, oxeas y otras) y de microscleras (anfiásteres, espirásteres, sigmaspiras, rafidios y otras) Schrammen (1910) también proponía la polifilia, (si bien no con éste término precisamente) basándose en la “considerable variedad de desmas y de desarrollos de las mismas... característica que puede hablar de una evolución paralela de las Lithistida” .Lamentablemente para esta propuesta, aún no existe una nueva hipótesis general para distribuir las familias de las Lithistida Schmidt entre los demás órdenes de las Demospongiae; sin embargo, en publicaciones e investigaciones más recientes (Pisera, 1999; Pisera, 2000; Pisera y Lévi, en Harper y Van Soest, 2002; Pisera, 2004, *com. pers.*) se evalúa la posibilidad de llevar algunas familias de Lithistida a otros Ordenes, como Hadromerida

El problema de la clasificación de las Lithistida es de índole más bien metodológico, y cuestiona ciertos procedimientos del Cladismo (Böger, 1994). De acuerdo a esta escuela de clasificación, todos los caracteres tienen el mismo peso y ninguno debe ser ponderado por sobre otro.

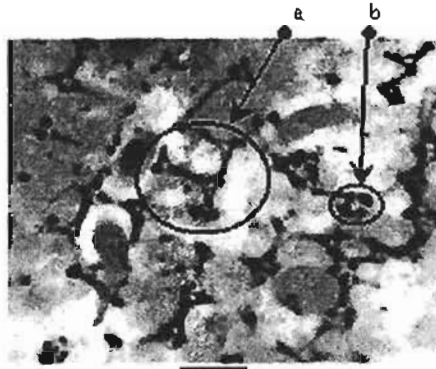
Una posibilidad que sería plausible consistiría en elaborar dentro de las Demospongiae un orden Lithistida y varios subórdenes polifiléticos de acuerdo a la morfología y número de los ejes en las desmas. No se piensa que sea sustentable colocar numerosos órdenes de esponjas con desmas a la par de todos los demás órdenes de Demospongiae; dado a que la presencia de las desmas constituye un carácter, a criterio propio, con un mayor peso para delimitar un taxón del tipo Orden que para ser únicamente diagnóstico a un nivel menor al Orden. ¿Cómo es posible que las Calcareas si sean definidas a nivel Clase por la sola presencia de megascleras de carbonato de calcio, y no sea posible considerar a las Lithistida como un Orden consistente en taxones polifiléticos por la presencia de desmas? El desintegrar al Orden Lithistida vendría siendo una contradicción para la teoría cladística, ya que el crear varios órdenes implicaría el hecho de que las desmas surgieron en numerosas ocasiones en la naturaleza; esto no se está negando; pero si se ha de seguir al Cladismo, es más parsimonioso que las desmas hayan surgido en una ocasión como espículas relativamente amorfas, con concreciones, etc. y después haberse diversificado, que haber surgido en repetidas ocasiones. Sobre todo si se toma en cuenta que las Lithistida son las únicas esponjas con desmas.



200 μ

Figura 23. Corte (transversal) de Lithistida. Se observa la disposición tetracónida concéntrica de las desmas en el coenosoma

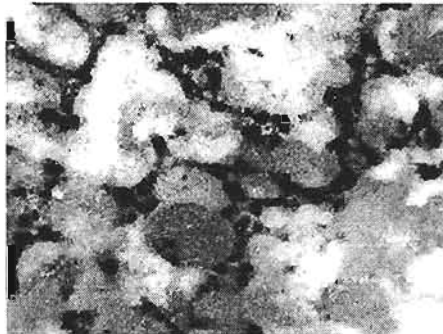
(FCMP 04/166)
IMAGEN MODIFICADA



200 μ

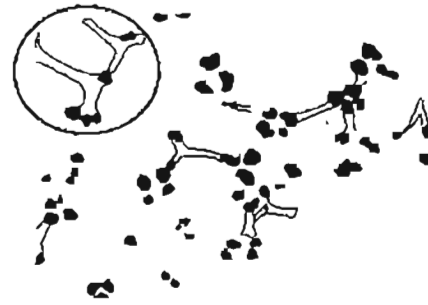
Figura 24. Corte (transversal) de Lithistida. a) Desma b) Estructura rosetiforme producto de la unión de los procesos de 4 desmas tetracónidas (FCMP 04/164)

IMAGEN MODIFICADA



25

200 μ



25bis

200 m

Figs 25 y 25 bis. Coenosoma de Lithistida, en el que se observa un conjunto de desmas y se resalta la forma de una de ellas. (FCMP 04/168)

El Análisis de elementos efectuado a este material (ejemplar 04/157 de Lithistida Schmidt) refleja una cantidad muy semejante de calcio para los organismos (55.30%) y para la matriz (55.38%); lo mismo ocurre en el caso del silicio: se tiene un 17.80% para el organismo y 18.39 para la matriz.

DISCUSIÓN

IMPLICACIONES PALEOECOLÓGICAS

El Gorrión. Catétidos y Blastochaetetes

Hay pocos estudios del crecimiento de grupos de fósiles bentónicos como estromatoporoideos catétidos, briozoarios e incluso de algunas esponjas. Estos organismos, al crecer en el lecho marino, estaban influenciados por un sinnúmero de factores paleoambientales que determinaban su morfología externa y el tamaño de sus esqueletos (Kershaw y West, 1991).

Es necesaria una mejor documentación e interpretación de las formas de crecimiento de los espongiomorfos, y en particular de los catétidos; y por lo tanto aún no es posible efectuar un estudio que se considere completo a este respecto

La mayor abundancia y diversidad de los Catétidos se da en el Carbonífero Superior, período durante el cual existen comúnmente en calizas biohémicas y biostrómicadas de aguas poco profundas. Actualmente viven en aguas con una temperatura relativamente baja (en grietas, y zonas sombreadas) y a una profundidad preferentemente mayor, que va de 1 hasta 203 m, con una abundancia notable a partir de los 60 y hasta los 180 m aproximadamente.

Un punto importante que es necesario mencionar, es que en la mayoría de las ocasiones, los catétidos no son fácilmente extraíbles, y por lo tanto uno se enfrenta a la perspectiva de un organismo de dos dimensiones y no a una de tres. Esto afecta la identificación de su forma de crecimiento. Sin embargo, no es el caso de los Catétidos de San Luis Potosí, ya que ellos son fácilmente extraíbles de su sustrato; y con ello su forma de crecimiento fue relativamente fácil de identificar como **Laminar** (*Blastochaetetes flabellum* Fischer; ejemplares FCMP 03/447-5 y 04/1029), **Dómica Baja** (*Blastochaetetes sp* Dietrich; ejemplares FCMP 03/447-4 y FCMP 04/1027) y **Bulbosa** (*Blastochaetetes sp* Dietrich; ejemplares FCMP 03/447-1, FCMP 03/447-3, FCMP 04/1025, FCMP 04/1026 y FCMP 04/1029) (Fig. 26).

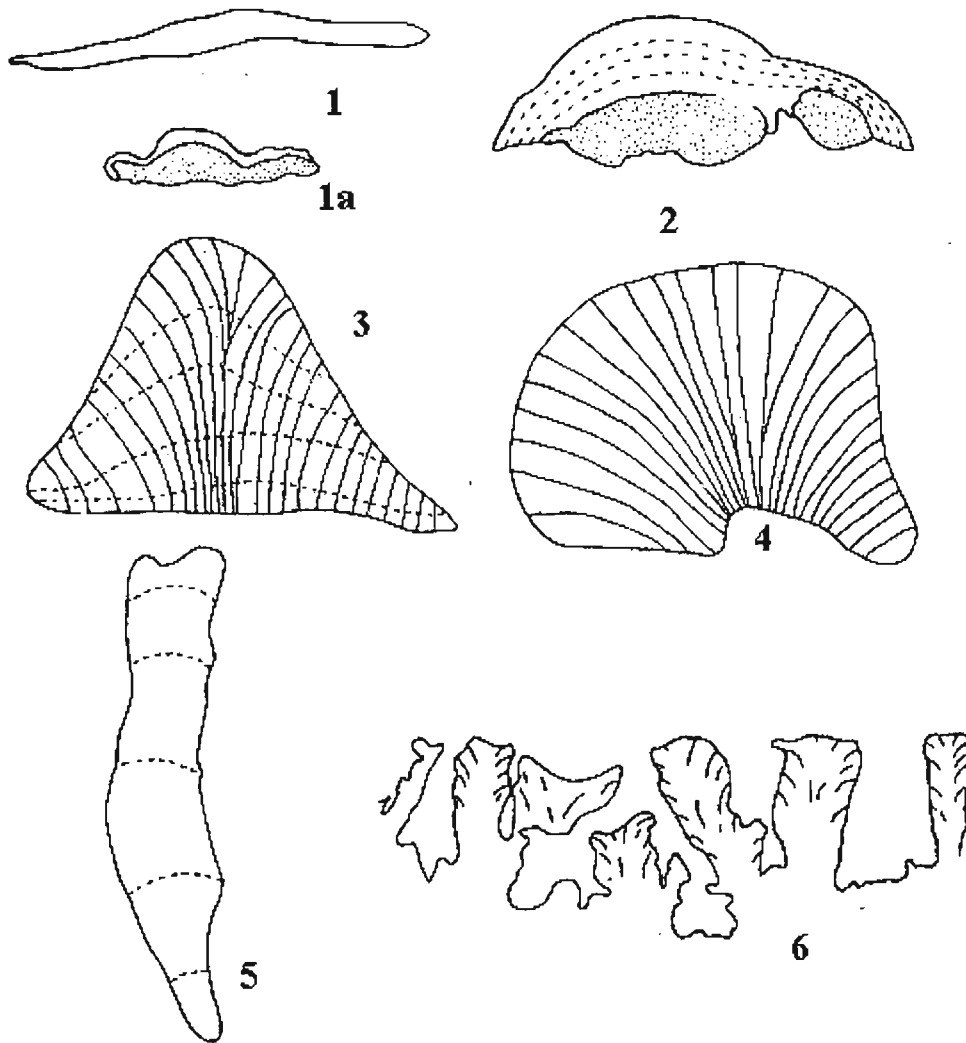


Figura 26. Algunas de las formas típicas de crecimiento en los catétidos. 1) y 1a) laminar (*Blastochaetetes flabellum* Fischer; FCMP 03/447-5 y 04/1029); 2) dómica baja (*Blastochaetetes* sp Dietrich; FCMP 03/447-4 y FCMP 04/1027) ; 3) dómica alta; 4) bulbosa (*Blastochaetetes* sp Dietrich; ejemplares FCMP 03/447-1, FCMP 03/447-3, FCMP 04/1025, FCMP 04/ 1026 y FCMP 04/ 1029); 5) columnar; 6) ramificante. (Modificado de Kershaw y West, 1991)

La forma laminar, podemos decir, es la “primordial” en el sentido de que se constituye *a priori* de cualquier otra forma; y ya posteriormente las calcúlas empiezan a tomar una dirección en el crecimiento.

Los registros de crecimiento de esqueletos coloniales de espongiomorfos tienen un gran potencial para revelar la dinámica deposicional a corto plazo de ambientes marinos bentónicos antiguos. La forma de crecimiento se ha utilizado desde hace tiempo como indicador de condiciones ambientales. Menos reconocidas son, sin embargo, las superficies de interrupción de crecimiento. Éstas pueden registrar eventos abruptos de deposición de sedimento sobre un organismo durante su tiempo de vida (Miller y West, 1997).

En la mayoría de los ambientes, el registro de eventos de perturbación física en escalas de tiempo ecológico es invariablemente destruido por la subsecuente bioturbación, o bien por el retrabajado del sedimento, y dado a que los efectos de tales eventos se preservan en esqueletos de organismos coloniales, entre otros, de espongiomorfos, proveen un medio muy valioso para la inferencia de la frecuencia e intensidad de perturbación física y potencialmente de la tasa de acumulación de sedimento en el registro fósil.

Las superficies de interrupción de crecimiento pueden estar acompañadas por la reorientación del esqueleto y combinadas con la forma de crecimiento de éste, pueden proveer de información sobre la frecuencia y la magnitud de las perturbaciones por tormentas u otros eventos energéticos, así como también sobre la periodicidad y la tasa de sedimentación en tiempo ecológico. Tal información suele no estar disponible en el registro sedimentario de ambientes bentónicos poco profundos.

Se define una superficie de interrupción en el crecimiento como “una superficie de crecimiento original en un esqueleto colonial o de espongiomorfo que muestre evidencia de discontinuidad en el crecimiento” (Miller y West, 1997). Por ello estas superficies pueden ser contrastadas con las bandas de crecimiento que resultan de cambios periódicos en la tasa del mismo. Han sido encontradas en organismos como estromatoporoides, briozoarios fustulipóridos y corales escleractínidos y favosítidos; y desde luego en catétidos.

Las investigaciones realizadas al respecto de las superficies de crecimiento revelan cinco tipos de interrupciones. La geometría del crecimiento calicular a la altura de estas superficies es crítica para reconocer la forma en la que el crecimiento se ha reestablecido. Las superficies del Tipo I muestran evidencias de interrupción en el crecimiento, pero continuidad de las calículas a través de la misma. Estas son comúnmente reorientadas de forma abrupta a lo largo de estas superficies. En las superficies del Tipo II, los túbulos son discontinuos a través de la interrupción, y es posible identificar geometrías caliculares divergentes y radiales. La ausencia de sedimento “atrapado” probablemente indica regeneración en lugar de recolonización de una superficie expuesta de la colonia. En el caso de las superficies del Tipo III bien pueden tener partículas pequeñas de sedimento atrapadas dentro del esqueleto, o también calículas llenas del mismo. Dichas superficies sugieren sobrecrecimiento a partir de tejido sobreviviente; o bien, si fue afectado todo el esqueleto, recolonización por un nuevo individuo o “clona”. Las superficies de Tipo IV fueron colonizadas por organismos incrustantes ya sea coincidentemente con, o precediendo un crecimiento catetídico renovado. Estos organismos incrustantes fueron ulteriormente embebidos por el crecimiento del esqueleto catetídico. Por último, las superficies de Tipo V están localmente corroídas con la evidencia de destrucción esquelética.

Obviamente una colonia de catétidos recién muerta proveería de un sustrato ideal para el establecimiento de otra colonia (West y Clark, *in* Broadhead, 1983), y de hecho, la mayoría de las superficies expuestas de catétidos exponen patrones de superficies de interrupción. No es posible determinar mediante láminas delgadas si estas superficies de interrupción representan la muerte de la colonia completa y la ulterior colonización por otro organismo, o bien, solo un cese en el crecimiento de la colonia, y su posterior crecimiento (West y Clark, *in* Broadhead, 1983)

La forma de crecimiento de una colonia de catétidos está muy influenciada por el sustrato. Una yuxtaposición muy comprimida, o un “pavimento” de oncolitos promueve el

desarrollo de un sustrato amplio, favoreciendo así el crecimiento de una colonia dómica o laminar. Un sustrato pequeño por su parte, restringe el desarrollo de la base y por tanto promueve un crecimiento vertical (formas columnares)

La consistencia del sustrato y el grado y continuidad de la sedimentación son también muy significativos. Las formas dómicas lisas no se pueden desarrollar si el margen inferior está siendo enterrado por nuevo sedimento que se va depositando o hundiendo en sedimento preexistente. Y las formas laminares no pueden sobrevivir un episodio de sedimentación rápida y/o abrupta. Las formas dómicas altas y bulbosas probablemente se desarrollaron en eventos de sedimentación episódica. El carácter de los sedimentos parece ser significativo asimismo. Se han encontrado formas laminares, dómicas bajas y dómicas melladas en lodolitas, mientras que en unidades carbonatadas hay formas dómicas altas y columnares.- Esto puede estar relacionado con la densidad mas alta en áreas carbonatadas y posiblemente con una falta de oportunidad de alcanzar desarrollo completo en ambientes lodosos (Kershaw y West, 1991).

Kershaw y West (1991) interpretan a la forma laminar de crecimiento de dos maneras: si es envolvente, las colonias no estuvieron sujetas a eventos deposicionales considerables en vida; aunque bien pudieron haber muerto durante un evento brusco de depósito; y en cambio, si la forma laminar no es envolvente, puede entenderse como una etapa relativamente basal en el crecimiento de la colonia, en la cual éste se enfocaría en la parte apical y tendería probablemente a constituir una colonia dómica, mientras que la deposición lenta y continua de sedimento previene el crecimiento de los flancos. Esta observación es discutible, ya que quizás si las colonias se asentasen en sustratos suaves para distribuir el peso inicialmente y posteriormente limitasen su crecimiento periférico y lo concentrasen en la parte apical (probablemente para tener un mejor acceso a las corrientes de agua de una manera más efectiva), tendrían una forma laminar similar, no envolvente, como en el caso de los ejemplares cuya identificación se confirmó a *Blastochaetetes flabellum*, y que presentan una posible tendencia a formar una colonia dómica.

En el caso de *Blastochaetetes* sp., del cual se tienen formas dómicas y un ejemplar fungiforme, se puede interpretar y discutir lo siguiente: para los especímenes de forma dómica, como ya se mencionó antes, pudieron haber tenido como precursor un estadio laminar y alcanzado esa forma ulteriormente. Las formas dómicas, y en particular la dómica alta, es considerada “estable” y producto de una sedimentación constante y suave en el medio; (Kershaw y West, 1991) aunque como se observa en algunos de los especímenes de *Blastochaetetes* sp. pueden manifestar superficies de interrupción del crecimiento. No existen aún registros concretos y específicos sobre la presencia y el efecto de estas superficies en alguna forma en particular de catétidos.

Para el ejemplar fungiforme, se sabe que la deposición episódica de sedimento conlleva a formas melladas. Y si bien la forma del espécimen no es mellada, se sabe asimismo que los primeros pasos en la conformación de las colonias con esta estructura semejan una topología fungiforme. Muy probablemente tal conformación en el espécimen FCMP 03/447-3 fue ocasionada por un evento de deposición, ya que a la altura del “píleo” (utilizando el término de anatomía fúngica) hay una superficie de interrupción del crecimiento. Y por ello, no se está

confiriendo este morfotipo a una especie diferente en el presente trabajo. De hecho, hablar de un morfotipo diferente con tan solo un ejemplar sería poco consistente.

¿Qué es lo que hace suponer que los organismos de San Luis Potosí no vivían en aguas tan profundas (más de 500 m) o frías precisamente, como la mayoría de los catétidos actuales (*Acanthochaetidae*)? Es importante destacar que son varios rasgos los que permiten efectuar esta pregunta, y responderla asimismo, dando una inferencia altamente comprobable en un sentido paleoambiental. Primeramente, en la Localidad El Gorrión, la litología de los estratos donde se encuentran los catétidos consistente en calizas, confirma, respaldándose en la fauna asociada (en este caso los corales coloniales de la familia *Faviidae* y algunos rudistas monopléuridos), que el paleoambiente es un frente arrecifal. Por otra parte, el contenido fósil no es tan abundante como en los estratos superiores, en los que abundan los rudistas hipurítidos y ciertos corales.

Análisis de Elementos

Los porcentajes de silicio pueden dar idea de una diagénesis avanzada para estos ejemplares, puesto a que los esqueletos secundarios de catétidos (lo que se precipita del medio hacia las espículas silíceas) se componen de carbonato de calcio; por lo tanto al silicio, representado por las espículas, correspondería una fracción mucho menor de la que presentan en los análisis de elementos. Con ello, no es confiable efectuar análisis geoquímicos posteriores

Lomas Las Moras. Hikorocodium

Hasta el momento, no hay un solo trabajo relativo al género *Hikorocodium*, sin embargo este no es motivo para el que no se puedan efectuar inferencias sobre las implicaciones ecológicas de su ocurrencia en Lomas las Moras, Coahuila.

Como todas las esponjas inozoides (Figura 27) , estos ejemplares aparentemente constituían una parte importante de un arrecife; en numerosas ocasiones se ha registrado que llegan a constituir arrecifes completos de esponjas inozoides (Senowbari-Daryan, 2005 *com. pers.*). Se sabe que son autóctonas porque se encuentran *in situ* formando bloques macizos conformados en muchas ocasiones únicamente por ellas mismas, además de que prácticamente no muestran señales de retrabajado o desarticulación alguna (Fig. 28) . El hecho de que se encuentren estratigráficamente por debajo de una capa con abundantes restos de madera y dientes de tiburón (que representa una playa), y por encima de una secuencia de calizas y limolitas, que a su vez están sobre un banco de *Ostrea parrensis* es asimismo un fundamento más para aseverar que se trata de un ambiente arrecifal, dada la contigüidad eventual de estos ambientes/ facies con el paso del tiempo.



Figura 27. Esponja Inozoide *Spongodiscus* (tomada de Zittel, 1878)

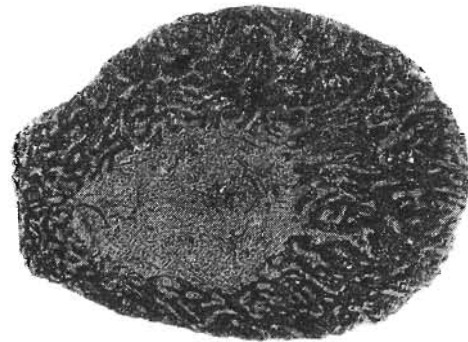


Figura 28. Fotografía del ejemplar FCMP 04/145. x 1

ATAQUE DE BIVALVOS

En el marco de este trabajo, se registra la primer evidencia de la acción de bivalvos perforadores sobre esponjas o espongiomorfos. Aproximadamente un 50% de los ejemplares de de Lomas Las Moras muestran evidencias de horadaciones efectuadas por bivalvos (Figura 29). Se sabe que este tipo de ataque se da siempre en una dirección perpendicular al crecimiento de organismos fundamentalmente arrecifales (Quiroz, 2005 *com. pers.*). Y por otra parte, nunca se ha documentado ataque alguno de bivalvos sobre esponjas fósiles, de ninguna clase u orden. Es importante recalcar que el registro fósil de esponjas inozoides no es precisamente muy abundante, sino más bien disperso y escaso; y que los bivalvos perforadores efectúan tal acción en superficies sólidas de organismos, como se puede observar en el ejemplar ilustrado (Figura 28). Las esponjas inozoides precipitan CaCO_3 en su esqueleto, constituyéndolo; pero es un esqueleto sinuoso y con relieve marcado en vista superior. Así, los espacios que no constituyen al esqueleto de la esponja, al morir ésta, pueden ser rellenados posteriormente con sedimento y éste, a su vez, consolidarse en una matriz rocosa.

Las perforaciones, en cerca de la mitad de los organismos que las presentan se encuentran en plano perpendicular al crecimiento de los ejemplares, lo que es observable en cortes transversales de los mismos. En la otra mitad de ejemplares que presentan perforaciones, éstas se encuentran hechas en diferentes planos, según es posible observar en sus superficies exteriores. Los bivalvos penetran partes del esqueleto y de la matriz sedimentaria que se encuentra incluida en él. Esto implica que la litificación se haya encontrado en estado avanzado, y por ello, los bivalvos no detuvieron su avance. El que esto se haya dado realmente de esta manera no significa bajo ninguna circunstancia que las esponjas estuviesen en posición de vida; ya que como se mencionó, hay ejemplares en los que las perforaciones se encuentran en planos muy diferentes al perpendicular al crecimiento de las esponjas.

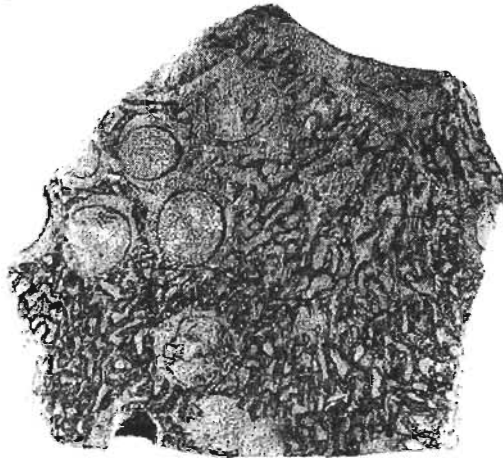


Figura 29. Ejemplar FCMP 04/151, en el que es posible observar el ataque de bivalvos sobre la superficie del mismo, en un plano perpendicular al crecimiento del organismo. x 1

Análisis de Elementos

Los porcentajes tan bajos de silicio pueden dar idea de una diagénesis de muy bajo grado, puesto a que los esqueletos de estos ejemplares se componía de carbonato casi exclusivamente; el resto se constituía por espongina. Y ello permitiría estudios geoquímicos posteriores.

Boca La Carroza. Lithistida

Para dilucidar las implicaciones ecológicas que tienen los ejemplares de Lithistida de Boca La Carroza, Nuevo León, es indispensable tomar en especial consideración que: 1- las esponjas fueron únicamente determinadas hasta el nivel de Familia; y 2 – Dentro de las Lithistida actuales, no hay una diferencia significativa (no en un sentido estadístico) en cuanto a los ambientes que las diferentes familias, géneros y especies de este Orden habitan; a saber: aguas de muy cálidas a cálidas (preferentemente en latitudes bajas), y bajas profundidades (no más de 200 m) (Kauffman, *et al*, 2000; Pisera y Lévi, *in* Harper y Van Soest, 2002).

Las Lithistida estudiadas fueron encontradas *in situ*. Evidencia de ello, es la preservación excepcional de los contornos-espiculares (rellenados posteriormente con deposición de cristales de CaCO₃) y de la forma de la esponja, en general; además del hecho de que están incluidas de una manera sumamente consolidada en la roca caliza del estrato. Esto puede sustentarse como parte de una evidencia de paleoambiente arrecifal. Por otra parte, la fauna asociada a las esponjas en los niveles estratigráficos donde fueron encontradas, y consistente en equinoides y belemnites con un mal estado de conservación –lo que sugeriría aloctonía para ellos- tiende a reforzar la propuesta preliminar de paleoambiente.

Análisis de elementos

Los porcentajes son muy similares tanto en la matriz como en los organismos; pero además el porcentaje de calcio es muy alto, tomando en cuenta que las espículas de las Lithistida son silíceas, y constituyen gran parte del esqueleto de estas esponjas. Con ello se puede dilucidar que existe una diagénesis avanzada. Por ello, se modificaron las microfotografías hacia negativos (Figs. 22 y 23) a modo de que las desmas pudiesen observarse claramente, ya que la coloración que exhiben las espículas con un bajo grado de diagénesis es de tonos más oscuros y con ello es más fácil su observación e identificación

CONCLUSIONES:

- Se registra por primera vez la presencia de catétidos (espongiomorfos) de afinidad con Porifera en México, con dos taxones encontrados: *Blastochaetetes* sp y *Blastochaetetes flabellum* Fischer. Asimismo, el presente trabajo constituye el primer reporte de las especies mencionadas de este tipo de organismos para el continente americano.
- El presente trabajo constituye el primero a nivel mundial en el que el género *Blastochaetetes* Dietrich queda acotado dentro del Orden Hadromerida en el Phylum Porifera. Sin embargo, presenta el status de *incertae sedis*.
- Los organismos objetivo del presente estudio pertenecientes a El Gorrión, San Luis Potosí, cuentan con estructuras de un peso considerable como para ser considerados esponjas y ya no espongiomorfos
- Con base en la presencia del coral *Multicolumnastrea cyathiformis*, se determina de manera preliminar, que para el caso de la Localidad El Gorrión, San Luis Potosí, el paleoambiente donde los organismos de esta localidad se encontraban era un frente arrecifal.
- Se determina taxonómicamente la identidad de los fósiles de esponjas en Boca La Carroza, Formación Aurora, Nuevo León; y se confieren al Orden-Forma Lithistida Schmidt; y dentro de él, algunos elementos (como las asociaciones espiculares) permiten conferir a estos fósiles a las familias Phymatellidae Schrammen y Theonellidae von Lendenfeld
- El paleoambiente de esta localidad queda identificado de manera preliminar como un arrecife, con base en la litología y los fósiles tanto autóctonos como alóctonos
- En el caso de la Localidad Lomas Las Moras, Coahuila, se determinan los fósiles como espongiomorfos, ya que no hay elementos conspicuos como para clasificarlos del todo como esponjas.
- En cuestiones paleoambientales, la biota asociada coadyuva en la determinación del mismo como un arrecife probablemente próximo a la línea de costa.
- El estudio de las esponjas y espongiomorfos fósiles proporcionan algunos cuestionamientos a las teorías sistemáticas vigentes; sin embargo, también llegan a sustentarlos en algunos casos.
- Los análisis de elementos efectuados a diversos ejemplares en este trabajo muestran que se puede determinar si hay diagénesis en los mismos, así como también

BIBLIOGRAFÍA

- Basáñez Loyola, M.A.; R. Fernández-Turner y M.C. Rosales-Domínguez. 1993. Cretaceous Platform of Valles – San Luis Potosí. Northeastern Central Mexico. Cretaceous Carbonate Platforms Simo T., J.P. Masse y R. Scott (eds) American Association of Petroleum Geologists Memoir 56: 51-59.
- Bergquist, P.R. 1978. Sponges. 1ª edición. Hutchinson. Londres, Inglaterra. 276 pp.
- Boardman, R.S.; A.H. Cheetham y A.J. Rowell (eds) 1987. Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publishing, Palo Alto, 713 pp.
- Böger, H. 1994. Versuch über das phylogenetische System der Porifera. Meyniana (40): 143-154.
- Bowerbank, J.S. 1864 A Monograph of the British Spongidae. (1) Ray Society, Londres, 290 pp.
- Brasier, M.; O. Green y G. Shields. 1997. Ediacaran sponge clusters from Southwestern Mongolia and the origins of the Cambrian Fauna. Geology 25 (4): 303-306.
- Broadhead, T.W. (ed.). 1983. Sponges and Spongiomorphs. Notes for a Short Course organized by J.K. Rigby and C.W. Stearn. Studies in Geology (7), 186 pp.
- Brusca, R. C., y G. J. Brusca. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland, MA. EEUU, 936 pp.
- Buitrón-Sánchez, B.E. y J. Pantoja-Alor. 1994. Esponjas perforantes de moluscos del Cretácico Temprano en la región centrooccidental de México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 11 (2): 222-231.
- Carrillo - Bravo J. 1971. La Plataforma de Valles-San Luis Potosí. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. 23 (1-6): 1-101.
- Cherchi, A. y R. Schroeder. 1987. Monaxone Spiculae im Lumen von *Blastochaetetes irregularis* (Demospongia) aus dem Santon der Spanischen Pyrenäen. Senckenbergiana lethaea 68 (1/4): 305 - 319 .
- Cooper, G., C.O. Dunbar, H. Duncan, A.K. Miller, B.J. Knight 1965. Fauna Pérmica de El Antimonio, Oeste de Sonora, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 58 (3) México, 120 pp.
- Connolly, W.M.; L. L. Lambert y J.R. Stanton, Jr. 1989. Paleogeology of Lower and Middle Pennsylvanian (Middle Carboniferous) *Chaetetes* in North America. Facies (20): 139 – 168.
- Cuif J.P. y Fischer J.C., 1974 - Etude systematique chez les Chaetetida du Trias de Turquie. Annales de Paleontologie. 60 (1): 1-14.
- Dieci, G., A. Russo, F. Russo y M. S. Marchi. 1977. Occurrence of Spicules in Triassic Chaetetids and Ceratoporellids. Bolletino della Società Paleontologica Italiana 16(2): 229 –238.
- Dietrich, W.O. 1919. Über sogenannte Tabulaten des Jura und der Kreide, insbesondere die Gattung *Acantharia* Qu. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Stuttgart: 208 –218.

- Echanove – Echanove, O. 1967. Informe fotogeológico del área de Paredón, Coahuila: Superintendencia General de Exploración, Petróleos Mexicanos, Archivo Técnico NEM – 1005 . 127 pp.
- Elliott, G.F. 1976. The Jurassic Chaetetid *Blastochaetetes bathonicus* J.C. Fischer, in England. Bulletin of the British Museum of natural History (Geology) 27 (4): 285 – 288.
- Endo, R. 1953. Stratigraphical and Paleontological Studies of the Later Palaeozoic Calcareous Algae in Japan, V.- Japanese Journal of Geology and Geography 23: 117-126.
- Endo, R. 1954. Stratigraphical and Paleontological Studies of the Later Palaeozoic Calcareous Algae in Japan, IX.- The Science Reports of Saitama University Ser. B 1 (3): 217-221.
- Endo, R. 1957. Stratigraphical and Paleontological Studies of the Later Palaeozoic Calcareous Algae in Japan, XI.- The Science Reports of Saitama University, Ser. B 2 (3): 281-305.
- Endo, R. 1961. Calcareous Algae from the Jurassic Torinosu Limestone of Japan.- Science Report Saitama University, Ser. B, Commemorative Vol. (Biology and Earth Sciences): 53-75.
- Endo, R, and M. Horiguchi. 1957. Stratigraphical and Paleontological Studies of the Later Paleozoic Calcareous Algae in Japan, XII. Japanese Journal of Geology and Geography, 28 (4): 169-177.
- Fischer , J.C., 1970. Revisión et Essai de Classification des Chætetida (Cnidaria) Post-Palæozoïques. Annales de Paléontologie. 56 (2): 151 – 220.
- Fischer , J.C., & J. Lafuste. 1972. Nouvelles observations sur la paléohistologie du genre *Acantochaetetes* (Hydrozoa, Chaetetida) Bulletin de la Société Géologique de France. 7 (15), 80 pp.
- Fischer, R.; C. Galli Oliver y J. Reitner. 1989. Skeletal structure, growth, and paleoecology of the patch reef-building polychaete worm *Diplochaetetes mexicanus* Wilson, 1986 from the Oligocene of Baja California (Mexico). Geobios 22 (5): 761 – 775.
- Gehling, J. G. y J. K. Rigby. 1996. Long expected sponges from the neoproterozoic ediacara fauna of South Australia. Journal of Paleontology 70 (2): 185-195.
- Giles, K. y T.F. Lawton 1998. La Popa Basin, Nuevo Leon, México. Unocal Salt Tectonics Field Seminar Guidebook and Roadlog. Nuevo México. 90 pp.
- Grant, R.E. 1836. Animal Kingdom. in Todd, R.B. (ed) The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. (1) Londres: 107 – 118.
- Gray, D.I. 1980. Spicule Pseudomorphs in a new Palaeozoic Chaetetid, and its Sclerosponge Affinities Palaeontology 23 (4): 803 – 820.
- Gruber, G. 1993. Mesozoische und rezente desmetragende Demospongiae (Porifera, „Lithistidae“) (Paläobiologie, Phylogenie und Taxonomie). Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen R „E“ B. 10. 98 pp.
- Harper, J.N.A. y R.W.M. Van Soest. 2002a. Systema Porifera: A Guide to the Classification os Sponges. (1) Kluwer Academic/ Plenum Publishers. Nueva York. 1101 pp.
- Harper, J.N.A. y R.W.M. Van Soest. 2002b. Systema Porifera: A Guide to the Classification os Sponges. (2) Kluwer Academic/ Plenum Publishers. Nueva York. 606 pp.

- Hartman, W. 1983. Modern and ancient Sclerospongiae. *In* Broadhead, T.W. (ed.). 1983. Sponges and Spongiomorphs. Notes for a Short Course organized by J.K. Rigby and C.W. Stearn. Studies in Geology (7): 116 – 129.
- Hartman, W. y T.F. Goreau. 1970a. A new Pacific Sponge: homeomorph or descendent of the tabulate “corals”? Geological Society of America, Abstracts with Programs 2 (7): 570.
- Hartman, W. y T.F. Goreau. 1970b. Jamaican coralline sponges: Their morphology, ecology and fossil relatives. Symposia of the Zoological Society of London (25): 205-243.
- Hasseltine, G. H. 1968. Geology of the San Miguel syncline, Coahuila, Mexico. M. A. thesis. University of Missouri at Columbia, 44 p.
- Hill, D. 1981. Rugosa and Tabulata. *in* C. Teichert Treatise on Invertebrate Paleontology. Part F Coelenterata. Geological Society of America, Boulder, Colorado; University of Kansas, Lawrence, Kansas, 762 pp.
- Horiguchi, M. 1958. Some Calcareous Algae in the central part of the Kitakami Mountains, Iwate Prefecture, Northern Japan. Science Report Saitama University, Ser. B. 3 (1): 131-139, Urawa.
- Hurcewicz, H. 1966. Siliceous Sponges from the Upper Cretaceous of Poland Part I. Tetraxonia. Acta Palaeontologica Polonica 11 (1): 129 .
- Hurcewicz, H. 1968. Siliceous Sponges from the Upper Cretaceous of Poland Part II. Monaxonia and Triaxonia. Acta Palaeontologica Polonica 13 (1): 3 – 96.
- Hurcewicz, H. 1975. Calcispongea from the Jurassic of Poland. Acta Palaeontologica Polonica. 20 (2): 223-291.
- Hurcewicz, H. 1982. Permian sponges from brachiopod cherts at Hornsund, Spitsbergen. Acta Palaeontologica Polonica 27 (1-4): 85-114.
- Johnson, J.H. 1964. Eocene algae from Ishigaki-shima, Ryukyu-retto. U. S. Geological Survey Professional Paper 399-C: C1 – C13.
- Kauffman, E.G., D. Herm, C.J. Johnson. P. Harries y R. Höfling. 2000. The ecology of Cenomanian lithistid sponge frameworks, Regensburg area, Germany. Lethaia. (33): 214-235.
- Kazmierczak, J. 1974. Lower Cretaceous Sclerosponge from the Slovakian Tatra Mountains : Palaeontology. 17 (2): 341 – 347
- Kazmierczak, J. 1979. Sclerosponge nature of chaetetids evidenced by spiculated *Chaetetopsis favrei* (Deninger 1906) from the Barremian of Crimea. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. (2) : 97 – 108.
- Kazmierczak, J. & G. Hillmer. 1974. Sclerosponge nature of the Lower Hauterivian “Bryozoan” *Neuropora pustulosa* (Roemer, 1839) from Western Germany. Acta Palaeontologica Polonica 19 (4): 443 – 451.
- Kershaw, S. & R.R. West. 1991. Chaetetid growth form and its controlling factors. Lethaia 24: 333 – 346.
- Kochansky, V. & M. Herak. 1960. On the Carboniferous and Permian Dasycladaceae of Yugoslavia. Geoloski Vjesnik, 13: 65-94, Zagreb.
- König, W. 1991a. Die Schwämme des Campans von Misburg und Höver. Aufschluss 42: 65-82.

- König, W. 1991b. Die Schwämme des Campans von Misburg und Höver, III. Teil. – Arbeits-Kreis Paläontologie Hannover 22: 21-23.
- Lagneau – Herénger, L. 1962. Contribution à l'étude des spongiaires siliceux du Crétacé inférieur. 252 pp.
- Laubenfels, M. de. 1955 Archaeocyatha and Porifera. *in* Treatise on Invertebrate Paleontology. Part E. Archaeocyatha and Porifera. Geological Society of America. Boulder, Colorado; University of Kansas, Lawrence, Kansas. 122 pp.
- Lawton, T.F. , F.J. Vega; K. Giles y C. Rosales-Domínguez. 2001. Stratigraphy and Origin of the La Popa Basin, nuevo León and Coahuila; Mexico. American Association of Petroleum Geologists Memoir 75: 219 – 240.
- Lendenfeld, R. von. 1903. Porifera. Tetraxonia. *in* Schulze, F.E. (ed.) Das Tierreich. 19. Berlin. pp: 6 –15.
- Li, Chia-Wei; Jun-Yuan Chen y Tzu-En Hua. 1998. Precambrian Sponges with Cellular Structures. Science (279): 879-882.
- López-Alemán, R.A. 1988. Esponjas y Corales Triásicos de la Sierra el Alamo en el Noroeste del Estado de Sonora y sus implicaciones paleobiogeográficas. Tesis de Licenciatura en Biología , Facultad de Ciencias, UNAM. 43 pp.
- Lustig, L.D. 1971. Middle Pennsylvanian chaetetes (Tabulata) from the Bird Spring Formation of southern Nevada. Tesis de Maestría. University of California (Los Angeles). 201 pp.
- Margulis, L. 1988. Five Kingdoms: an illustrated guide to the Phyla of life on Earth: Second Edition W. H. Freeman and company. New York, New York. 376 pp
- Matthewson, J.E. 1977. Chaetetid /Sclerosponge affinities. Transactions of the Kansas Academy of Sciences: 77 – 78.
- Mehl – Janussen, D. 1992. Die Entwicklung der Hexactinellida seit dem Mesozoikum. Paläobiologie, Phylogenie und Evolutionsökologie. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen R. „E“ B. 2. 164 pp.
- Miller, K.B. y R.R. West. 1997 Growth- interruption surfaces within chaetetid skeleton: Records of physical disturbance and depositional dynamics. Lethaia (29): 289 – 299.
- Murray, G.E. ; A. E. Weidie Jr.; D.R Boyd, R.H.Forde, P.D. Lewis Jr. 1962. Formational divisions of Difunta Group, Parras Basin, Coahuila and Nuevo León, Mexico. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 46 (3): 374 – 383.
- Nakazawa, 2001. Carboniferous reef succession of the Panthalassan Open- Ocean setting: Example from Omi Limestone, Central Japan. Facies (44): 183 – 210.
- Pisera, A. 1999. Postpaleozoic history of the siliceous sponges with rigid skeleton. Memoirs of the Queensland Museum. (44) : 463 – 472.
- Pisera, A. 2000. New species of Lithistid sponges from the Paleogene of the Ukraine Zoosystema. 22 (2): 285 – 298.
- Pisera, A. What can we learn about siliceous sponges from Palaeontology. (en preparación).
- Pisera, A. y C. Lévi. 2002. 'Lithistid Demospongiae'. *in* Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges. (1) Harper, J.N.A. y R.W.M. Van Soest. (eds.) Kluwer Academic/ Plenum Publishers. Nueva York. pp 299 – 402.

- Quenstedt, F. A. (1875): Petrefaktenkunde Deutschlands, 2/3: Spongien.: 720 pp.; Leipzig (Füß).
- Reitner, J. y T. Engeser. 1983. Contributions to the Systematics and the Paleoecology of the Family Acanthochaetidae Fischer 1970 (Order Tabulospongia, Class. Sclerospongiae). Geobios 16 (6) pp. 773 – 779.
- Reitner, J. y T. Engeser. 1985. Revision der Demospongien mit einer Thalamiden aragonitschen Basalskelett. Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A) 60 pp: 151 – 193.
- Reitner, J. y T. Engeser. 1987 Skeletal structures and habitats of Recent and fossil *Acanthochaetetes* (Subclass Tetractinomorpha, Demospongiae, Porifera. Coral Reefs 6: 13 – 18.
- Reitner, J. 1991. Phylogenetic Aspects and new Descriptions of Spicule-Bearing Hadromerid Sponges with a Secondary Calcareous Skeleton (Tetractinomorpha, Demospongiae) in Reitner, J. y H. Keupp. (eds). 1991. in Fossil and recent sponges Springer Verlag. Berlin, pp 179 – 211.
- Reitner, J. y H. Keupp. (eds). 1991. Fossil and recent sponges Springer Verlag. Berlin, 595 pp.
- Reitner, J. (1992). "*Coralline Spongien*" *Der Versuch einer phylogenetisch-taxonomischen Analyse.* Berlin, Germany : Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, Freie Universitaat Berlin pp. 1-352.
- Riding, R. 2004. *Solenopora* is a Chaetetid Sponge, not an Alga. Palaeontology 47 (1): 117 – 122.
- Rigby, J.K. 1978. Two Wewokellid Calcareous Sponges in North America. Journal of Paleontology 52 (3): 705 – 716.
- Rigby, J.K. 1983 Introduction in Sponges and Spongiomoprhs. Notes for a Short Course organized by J.K. Rigby and C.W. Stearn. Studies in Geology (7). 186 pp.
- Rigby, J.K. 1987. Phylum Porifera. in Boardman, R. S., A.H. Cheetham, y A.J. Rowell (eds.). 1987. Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publishing. Palo Alto, California. 116 – 139 pp.
- Rigby, J.K. y R.W. Scott. 1981. Sponges from the Lower Cretaceous Mural Limestone in Arizona and Northern Mexico Journal of Paleontology. 55 (3): 552 – 562.
- Rigby, J.K, F. Jiasong y Z. Wei. 1989. Sphinctozoan Sponges from the Permian reefs of South China. Journal of Paleontology. 63 (4): 403 – 439.
- Rigby, J.K. y H. Xian-Guang, 1995. Lower Cambrian Demosponges and Hexactinellid Sponges from Yunnan, China. Journal of Paleontology 69 (9): 1009 - 1019.
- Sánchez- Beristáin, J.F. 2003. Esponjas Fósiles de dos localidades Cretácicas de México: Importancia Paleoecológica y Taxonómica. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. 57 pp.
- Schafhäuser, A; S. Götz; R. Baron-Szabo y W. Stinnesbeck. 2003. Depositional environment in the Upper Cretaceous Cardenas Formation (Central Mexico). Geologia Croatica 56 (2) pp: 187 -198.
- Schrammen, A. 1910. Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. I. Teil: Tetraxonia, Monaxonia und Silicea incert. sedis. Palaeontographica, Supplementband V. Stuttgart. 175 pp.

- Schrammen, A. 1912. Die Kieselspongien der oberen Kreide von Nordwestdeutschland. II. Teil: Triaxonia (Hexactinellida). Palaeontographica Supplementband V. Stuttgart. 190 pp.
- Senowbari-Daryan, B., G.D. Stanley, Jr., C. González León. 2001. A new Triassic sponge from the Antimonio terrane, Sonora, Mexico. Journal of South American Earth Sciences (14): 447 - 452.
- Sollas, W.J. 1885. A classification of the Sponges. Annals and Magazine of Natural History 16 (95): 395.
- Suchy, D.R.; R.R. West. 2001. Chaetetid Buildups in a Westphalian (Desmoinesian) Cyclothem in Southeastern Kansas. Palaios (16): 425 – 443.
- Steinmann, G. 1882. Pharetronen – Studien. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie 2: 139 – 191.
- Topsent, E. 1898. Introduction a l'étude monographique des Monaxonides de France. Classeification des Hadromerina. Archives de Zoologie expérimentale et générale 3 (6): 91 – 113.
- Vega, F.J.; M. C. Perrilliat & L.M. Mitre-Salazar. 1999. Paleocene ostreids from the Las Encinas Formation (Parras basin, Difunta Group), northeastern Mexico , stratigraphic implications. Geological Society of America. Special Paper 340: 105 – 110.
- Wagner, W. 1966. Die schwammfauna der Oberkreide von Neuburg (Donau) Paläontographica Abteilung A. (122). 84 pp.
- Wells, H.W. , M.J. Gray, y I.E. Gray. 1994. Ecology of sponges in Hatteras Harbor, North Carolina. Ecology (145): 752 – 767.
- West, R. 1977. Organism - substrate relations: terminology for ecology and palaeoecology. Lethaia 10: 71-82.
- West, R. y G.R.. Clark II. 1983. Chaetetids. *in* Broadhead, T.W. (ed.). 1983. Sponges and Spongiomorphs. Notes for a Short Course organized by J.K. Rigby and C.W. Stearn. Studies in Geology (7): . 130-140.
- Wilson, E.C. 1986. The first Tertiary Sclerosponge from the Americas. Palaeontology 29 (3): 577 –583.
- Winston, D. 1963. Carbonate cycles; Lower Pennsylvanian Marble Falls Formation, Mason and Kimble counties, Texas. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 47 (2): 376.
- Wood, R. 1990. Problematic reef-building sponges. American Scientist : 113 - 123
- Wood, R. y J. Reitner. 1986. Poriferan affinities of Mesozoic Stromatoporoids Paleontology. 29 (3): 469 – 473.
- Wood, R. y J. Reitner. 1988 The Upper Cretaceous “chaetetid” demosponge *Stromatoaxinella irregularis* n.g. (Michelin) and its systematic implications. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlung 177 (2): 213: 224.
- Zittel, K.A. 1878. Studien über Fossile Spongien. Abt. I, II y III. Verlag der Königliche Akademie. Berlin. 153 pp.

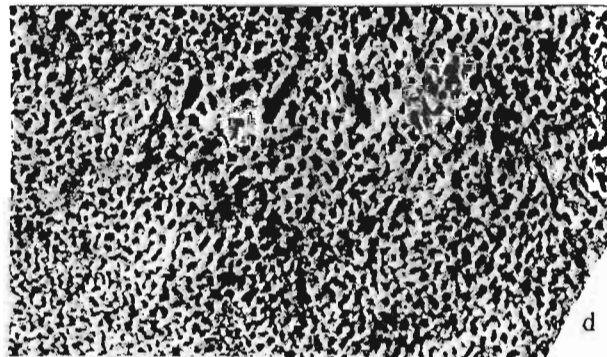
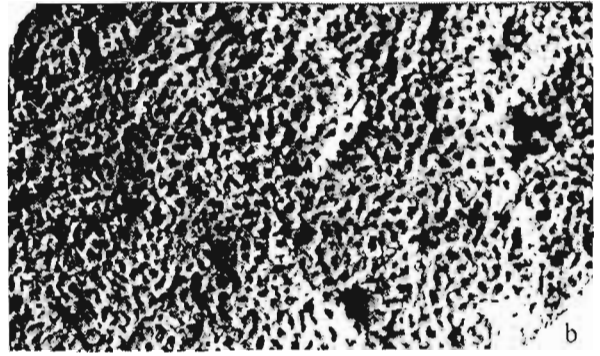
**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

LÁMINAS

LAMINA # 1

- a) Ejemplar FCMP 03/447 – 1. *Blastochaetetes* sp. Vista superior, x 1
- b) Ejemplar FCMP 03/447 – 1. *Blastochaetetes* sp. Vista superior, x 5
- c) Ejemplar FCMP 03/447 – 2. *Blastochaetetes* sp. Vista superior, x 1
- d) Ejemplar FCMP 03/447 – 2. *Blastochaetetes* sp. Vista superior, x 5

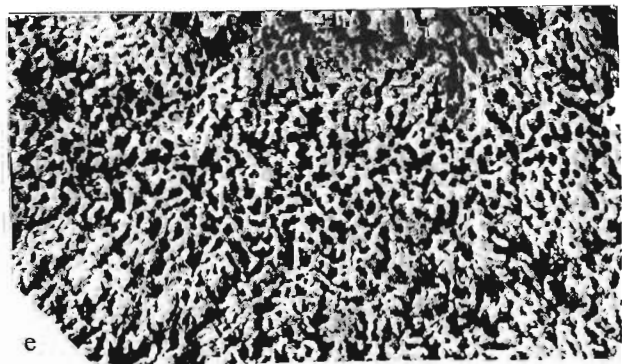
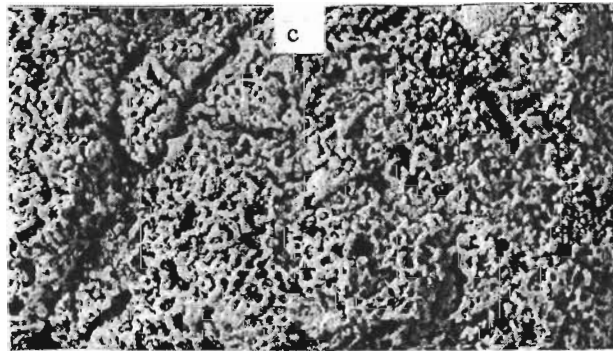
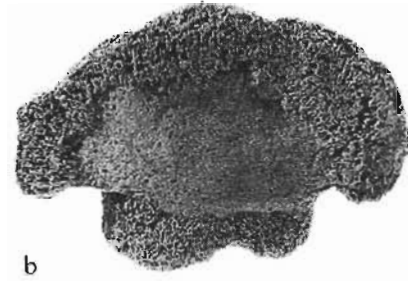
Lámina 1



LAMINA # 2

- a) Ejemplar FCMP 03/447 – 3. *Blastochaetetes* sp. Vista lateral, x 1
- b) Ejemplar FCMP 03/447 – 3. *Blastochaetetes* sp. Vista lateral, x 1
- c) Ejemplar FCMP 03/447 – 3. *Blastochaetetes* sp. Vista superior, x 5
- d) Ejemplar FCMP 03/447 – 5. *Blastochaetetes flabellum*. Vista superior, x 1. Nótese el patrón concéntrico de las bandas en la superficie.
- e) Ejemplar FCMP 03/447 – 5. *Blastochaetetes flabellum*. Vista superior, x 5

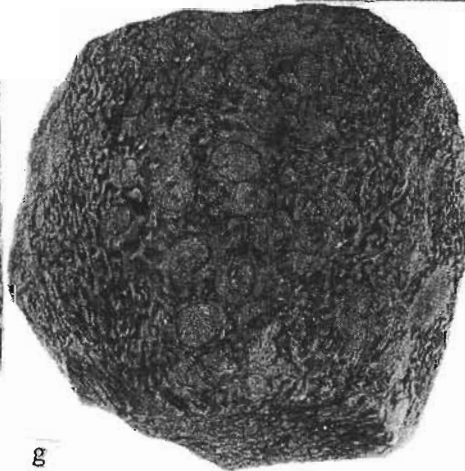
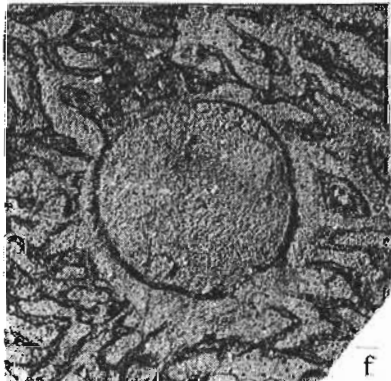
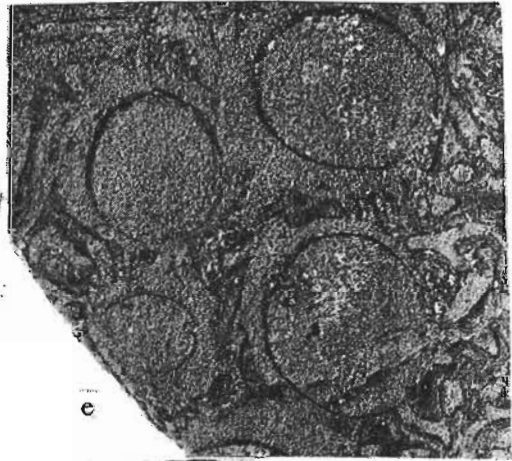
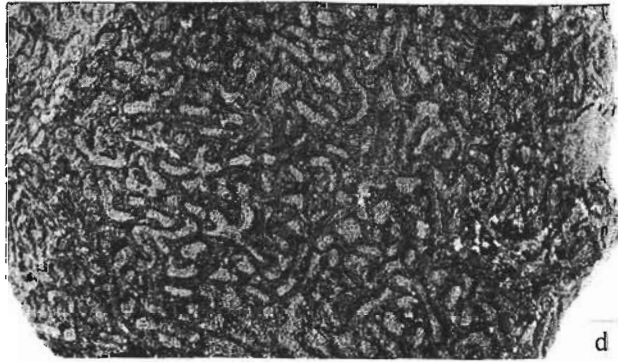
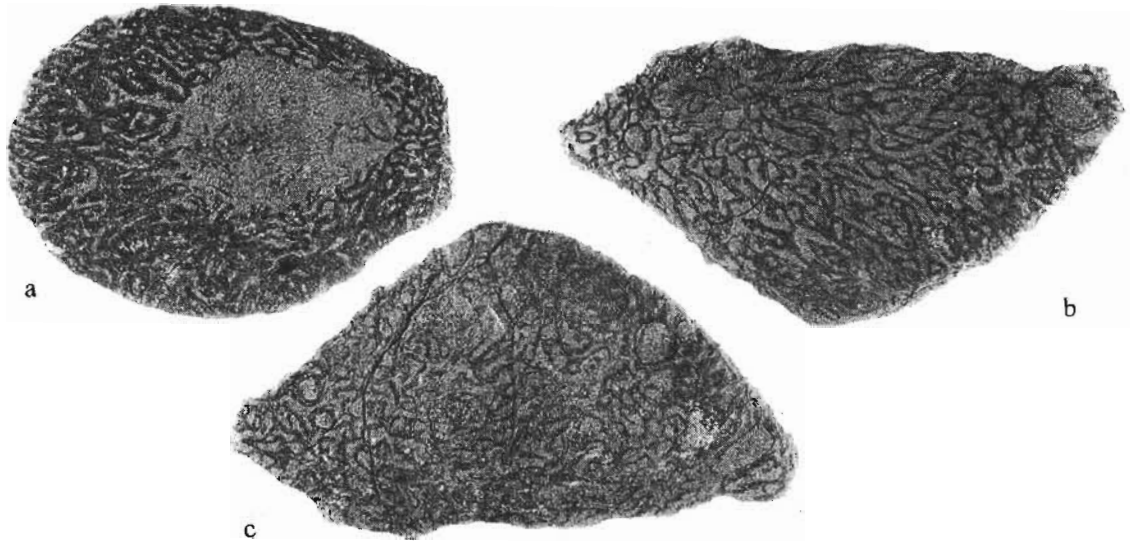
Lámina 2



LAMINA # 3

- a) Ejemplar FCMP 04/145 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 1. Nótese el espongocele de forma ovalada cerca al centro de la esponja
- b) Ejemplar FCMP 04/142 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 1
- c) Ejemplar FCMP 04/142 . *Hikorocodium* sp. Vista inferior, x 1
- d) Ejemplar FCMP 04/146 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 2. Nótese la estructura anastomosante de las fibras
- e) Ejemplar FCMP 04/146 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 3. Obsérvense las horadaciones efectuadas por bivalvos
- f) Ejemplar FCMP 04/139 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 3. Acercamiento efectuado a una horadación de Bivalvo.
- g) Ejemplar FCMP 04/144 . *Hikorocodium* sp. Vista superior, x 1. Es notoria la abundancia de bivalvos que efectúan horadaciones

Lámina 3



LAMINA # 4

- a) Ejemplar FCMP 04/154 . Orden Lithistida. Vista superior, x 1. Se observan, embebidas en la matriz, las esponjas.
- b) Ejemplar FCMP 04/168 . Orden Lithistida. Vista superior, x 2.
- c) Ejemplares FCMP 04/159 y FCMP 04/160 . Orden Lithistida. Vista superior, x 0.5. Nótese el patrón reticular, producto de las uniones espiculares
- d) Ejemplares FCMP 04/159 y FCMP 04/160 . Orden Lithistida. Vista superior, x 2.
- e) Ejemplar FCMP 04/155 . Orden Lithistida. Vista superior, x 0.5. Nótese en la superficie el Ammonoideo
- f) Ejemplar FCMP 04/155 . Orden Lithistida. Vista superior, x 2. Acercamiento del Ammonoideo, parte de la fauna asociada

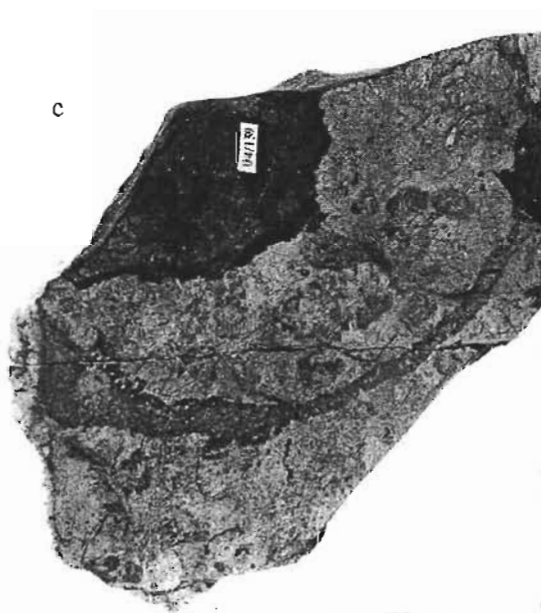
Lámina 4



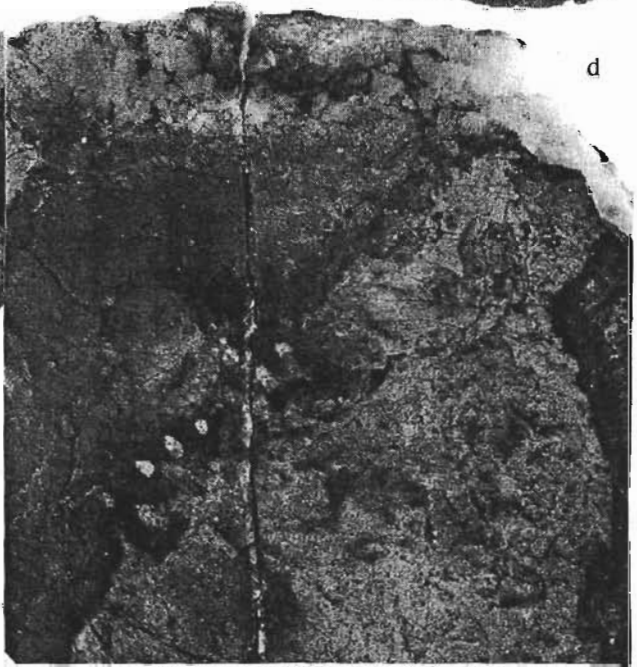
a



b



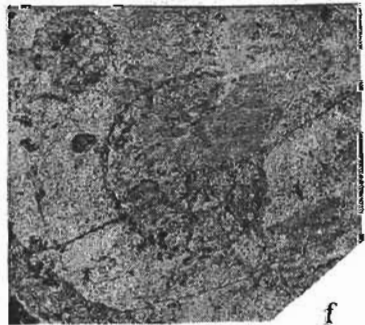
c



d



e



f

APÉNDICE

Análisis de Elementos efectuado a muestras de las tres localidades estudiadas

El Gorrión, S.L.P.

EJEMPLAR

Elemento	%
Si	54.47
Ca	12.55

MATRIZ

Elemento	%
Si	0
Ca	27.82

Lomas Las Moras, Coah.

EJEMPLAR

Elemento	%
Si	5.74
Ca	85.17

MATRIZ

Elemento	%
Si	0
Ca	27.82

Boca La Carroza, N.L.

EJEMPLAR

Elemento	%
Si	17.80
Ca	55.30

MATRIZ

Elemento	%
Si	18.39
Ca	55.38