

00322  
182



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESPONJAS FOSILES DE DOS LOCALIDADES  
CRETACICAS DE MEXICO: IMPORTANCIA  
PALEOECOLOGICA Y TAXONOMICA**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**B I O L O G O**  
**P R E S E N T A**

**JUAN FRANCISCO SANCHEZ BERISTAIN**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. PEDRO GARCIA BARRERA**

**2003**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**A**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

PAGINACIÓN

DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:  
"Esponjas Fósiles de dos Localidades Cretácicas de México: Importancia  
Paleoecológica y Taxonómica"

realizado por Juan Francisco Sánchez Beristáin

con número de cuenta 9853119-4 , quien cubrió los créditos de la carrera de:  
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

**A t e n t a m e n t e**

Director de Tesis  
Propietario

Dr. Pedro García Barrera

Propietario

Dra. Sara Alicia Quiróz Barroso

Propietario

Dra. Marina Sánchez Ramírez

Suplente

M. en C. Carlos Federico Candelaria Silva

Suplente

Biól. Daniel Navarro Santillán

**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**U N A M**

**Consejo Departamental de Biología**

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



**DEPARTAMENTO**  
**DE BIOLOGIA**

**B**

# CONTENIDO

	Página
RESUMEN	→ 2
INTRODUCCIÓN	→ 3
• Generalidades del Phylum Porifera	→ 3
• Historia de la clasificación de los Porifera	→ 4
• Morfología	→ 5
• Características generales	→ 5
• Caracteres útiles para la clasificación de esponjas	→ 12
• Registro Fósil del Phylum Porifera	→ 13
a) En el mundo	→ 14
b) En México	→ 14
OBJETIVOS	→ 15
UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LAS LOCALIDADES	→ 16
MATERIALES Y MÉTODOS	→ 21
RESULTADOS	→ 23
DISCUSIÓN	→ 34
CONCLUSIÓN	→ 43
REFERENCIAS	→ 45
APÉNDICE	→ 47
• Glosario	→ 47
• Láminas	→ 49

## RESUMEN

En el presente trabajo se expone la posición taxonómica y la interpretación paleoecológica de los ejemplares del Phylum Porifera GRANT, 1872, encontrados en las localidades de El Pocito, de edad Campaniano - Maastrichtiana; (74 a 65 millones de años), en el estado de San Luis Potosí, y de "La Peregrina" en la Formación Ocozocuatla de edad Maastrichtiana; 68 a 65 millones de años) ubicada en el estado de Chiapas.

Se suelen utilizar ocho tipos de caracteres para realizar la clasificación de las esponjas actuales, a saber: esqueléticos, consistencia, pigmentación, externos, superficiales, reproductivos, bioquímicos, histológicos y ecológicos. De éstos, los esqueléticos, externos, superficiales y ecológicos son los más útiles en el conocimiento y la clasificación de los Porifera fósiles (Bergquist, 1978)

El estudio del registro fósil del grupo ha sido relegado principalmente por la dificultad de la interpretación de las preparaciones obtenidas de los ejemplares debido a la sustitución de silicatos por carbonatos a nivel de espículas y a la alteración *post-mortem* de la forma y disposición de las espículas y de su arreglo cuando están presentes. No obstante, en algunos casos es posible llegar sin mayor problema a la determinación a nivel de Familia de algunos ejemplares.

Los resultados de la identificación taxonómica se obtuvieron a partir de la realización de cortes transversales a los ejemplares y de su ulterior observación al microscopio petrográfico y fotografiado. Estos indican que los taxones representados en el conjunto de ejemplares en la localidad potosina de El Pocito son: Orden Lithistida SCHMIDT, 1870, Familias Esperipsidae HENSCHEL, 1923 y Halichondridae VOSMAER, 1887 y Orden Tetractinellida SOLLAS, 1906, mientras que en La Peregrina, Chiapas, el taxón identificado es el Orden Lithistida, Fam. Spirophoridae REITNER 1994. El ambiente sugerido para estos órdenes es de arrecife, formando parte de una asociación faunística en la que de hecho figuran los rudistas, corales verdaderos de la subclase *Ortocorallia* VERRIL, 1878 y anémonas, de la subclase *Hexacorallia* WILLMER et al 1990.

# INTRODUCCIÓN

## Generalidades del Phylum Porifera

El Phylum Porifera (Lat. *porus*, "poro"; *ferre* "llevar") 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) Este Phylum es el único dentro del nivel de organización Parazooario; es decir, metazoarios que carecen de capas germinales verdaderas (Brusca & Brusca, 1991). Además de estas características, 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. A pesar del hecho de que las esponjas son animales multicelulares, por lo general de cuerpo masivo, funcionan principalmente como organismos unicelulares en el sentido de la complejidad (Bergquist, 1978).

Se han descrito aproximadamente 9000 especies de esponjas actuales, la mayoría de las cuales están restringidas a ambientes bentónicos marinos. Se presentan en todas las profundidades, aunque se desarrollan favorablemente en hábitats litorales. La mayoría de este tipo de esponjas son de hábito incrustante; es decir, forman capas 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 sedimentación. Las esponjas que crecen en arrecifes tropicales pueden llegar a alcanzar un tamaño considerable, incluso hasta un metro o más de altura en el Mar Caribe (Brusca & Brusca, 1990) 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 pueden presentarse en varios colores, incluyendo lavanda, azul, amarillo, blanco y rojo. Muchas especies albergan bacterias simbióticas o algas unicelulares que pueden añadir un color adicional a sus cuerpos (Brusca & Brusca, 1990).

### **Historia de la clasificación de los Porifera**

El taxón de las esponjas fue descrito por Grant en el año de 1872, aunque inicialmente fue Karl von Linne quien en 1759 identificó a la especie *Spongia officinalis*, que es la que brindó el nombre común a los representantes de este taxón. En él, se encuentran 5 clases: Hexactinellida, Pinacophora, Calcarea, Homoscleromorpha y Demospongia (Reitner, 1992)

La mayoría de los avances en el estudio sistemático de los ejemplares fósiles de esponjas han sido realizados por diferentes equipos de trabajo en Europa, fundamentalmente en Alemania, Polonia, la ex Unión Soviética, Francia e Inglaterra, además de los Estados Unidos. Destacan las investigaciones de A. Schrammen durante el periodo de 1906 a 1930, y de Wolfgang Wagner entre 1932 y 1955, a principios y mediados del siglo XX en Alemania, y en la actualidad se distinguen Helmut Keupp, que inició sus trabajos en 1962 y Joachim Reitner, que lo hizo en 1982. Por otra parte tenemos a M. W. de Laubenfels, cuyo período más activo en cuanto a investigaciones sobre el tema de las esponjas fósiles queda comprendido entre 1932 y 1967 y a J. Keith Rigby, de Estados Unidos, quien se destacó por ser el primer



TESIS CON FALLA  
DE  
ORIGEN

paleoespongólogo del continente americano y cuya obra queda comprendida entre los años 1950 y 2001

En Polonia, tenemos a Helena Hurcewicz, quien realizó la mayor parte de sus investigaciones entre 1954 y 1973 y actualmente a Andrzej Pisera, que inició sus investigaciones en 1993.

## **Morfología**

### Características generales

Posiblemente cada especie de esponja tenga su propia simetría, pero ésta es frecuentemente opacada por los patrones tan aleatorios ocasionados por el crecimiento de un individuo junto a otro o bien junto a objetos inanimados. Las esponjas que crecen bajo la influencia de corrientes fuertes, que llegan hasta 3 km o más por hora, tienden a ser incrustantes. (Oakley, 1937)

Algunas esponjas maduras no alcanzan siquiera la dimensión de 1 cm. de altura. Por otra parte, las hay que tienen más de 1 m de diámetro y aproximadamente las mismas medidas de altura. (de Laubenfels, 1955 *in* Moore, 1955)

Existen tres niveles de arquitectura u organización en las esponjas: el *asconoide*, que consiste en una sola cámara flagelada, construida de elementos gelatinosos, materia mineral, *amebocitos* (células con funciones esencialmente digestivas) y numerosos *coanocitos* (células totipotenciales en un momento dado) en su superficie interna, en donde eventualmente conforman una capa dérmica, denominada *coanodermo*. Las paredes exteriores de las esponjas

se conforman por células denominadas **pinacocitos**, que constituyen el **pinacodermo**. Al final se encuentra una sola salida, denominada **apopilo**. Numerosas vías de salida, llamadas **prosopilos**, conectan a las cámaras entre sí. El nivel *siconoide* de organización consiste de muchas cámaras del tipo *asconoide* agrupadas alrededor de un canal axial exhalante, al cual se le llama **apoqueto**. Todos los **apopilos** desembocan en el **apoqueto** y su salida hacia el exterior es el **apoporo**. El nivel *leuconoide* o *ragonoide* consiste en un agregado de varias unidades del tipo *siconoide*, y en él, los **prosopilos** además de conectar cámaras entre sí, desembocan en otro ducto llamado **prosoqueto**, que se une a los **ostios** (*ostia*) o **prosoporos**. Los **apoporos**, por su parte, desembocan en las **cloacas**, que atravesando la cavidad denominada **espongocele** tienen como vía final de salida el **ósculo**. Entonces, tenemos que la vía del flujo de agua en las esponjas *ragonoides*, que constituyen del 95 al 98% de la fauna fósil (de Laubenfels en Moore, 1955) se da de la siguiente forma: El agua entra por los **ostios**, continúa su curso hacia los **prosoquetos**, posteriormente a los **prosopilos** hasta llegar a la cámara **flagelada**. La vía de salida del agua inicia en la misma cámara y continúa por los **apopilos**, los **apoquetos** hasta los **apoporos**, que es en donde la fase final de la excrecencia inicia, hacia la **cloaca** y por último al **ósculo** en caso de haberlo (Figura 2).

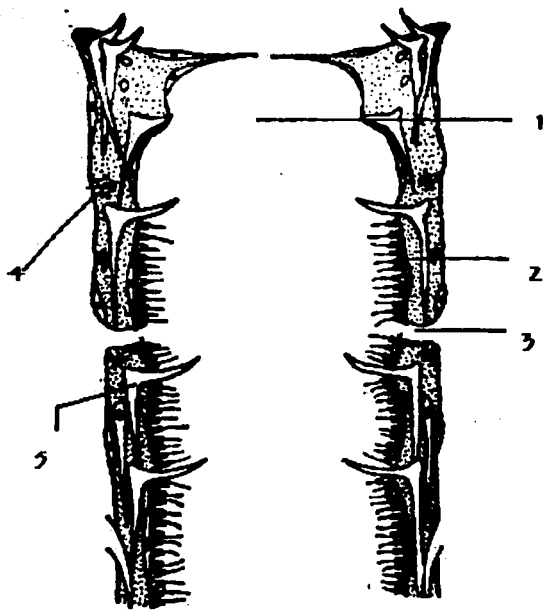


Figura 1. Diversificación celular y de elementos en una esponja ragonoide (Modificado de de Laubenfels, 1955 in Moore, 1955) 1.- Espongocela. 2.- Coanoderma (Coanocitos). 3.- Apertura en Pinacoderma (Pinacocitos). 4.- Amebocito 5.- Espícula

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

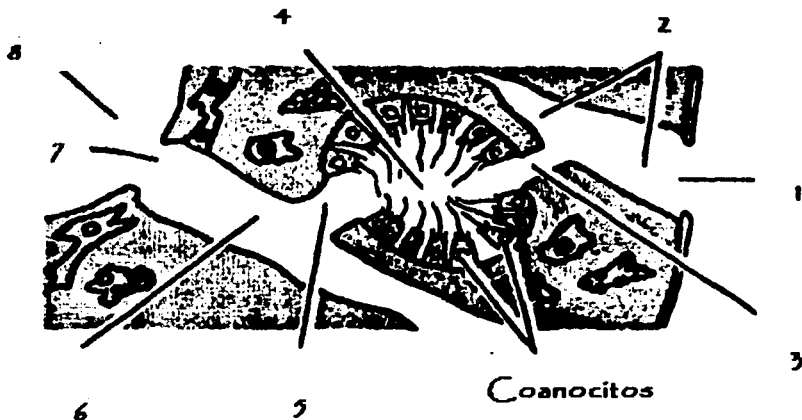


Figura 2 Sistema de conducción del agua en una esponja de nivel ragonoide (Modificado de Bergquist, 1978) 1.- Entrada: ostio (prosoporo) 2.- Prosoqueto (canal inhalante o incurrente) 3.- Prosopilo. 4.- Cámara flagelada. 5.- Apopilo. 6.- Apoqueto (canal exhalante o excurrente). 7.- Apoporo. 8.- Cloaca. De la cloaca, en la vía de excurrente, continúa el ósculo.

### Esqueleto

Existen básicamente tres tipos de componentes esqueléticos: Un **coloide**, que puede tener una consistencia ya sea dura o relativamente mucosa y en algunas esponjas es el único componente; las **espículas**, que son unidades minerales ya sea de  $\text{CaCO}_3$  (en su forma de calcita) o de  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (ópalo). Estos tipos de minerales son mutuamente excluyentes. Finalmente tenemos a la **espongina**, que es una proteína relacionada a la queratina en su ultraestructura. Sin embargo, aunque estos son exclusivamente los únicos componentes esqueléticos inherentes a las esponjas (puede haber uno o más de ellos), sin importar cuántos ni cuales, se llega a dar el caso de las inclusiones arenosas o de las mismas espículas de otras esponjas en el esqueleto de un individuo.

Durante la fosilización, el sílice hidratado (ópalo) se puede disolver y ser sustituido por carbonato de calcio, o viceversa, y asimismo pueden incluirse elementos férricos. Por ello, para la caracterización de la naturaleza química de la mayoría de las espículas es necesario realizar comparaciones con material reciente, salvo con aquellas que posean una forma que sea única y/o característica de una composición química en particular.

Las espículas se dividen en dos clases: megascleras y microscleras. Las primeras constituyen el esqueleto sólido del organismo, aunque bien pueden encontrarse dispersas en él. Las segundas, comúnmente llamadas “espículas carnosas” (flesh spicules) nunca forman parte del esqueleto sólido y por ello suele ser muy raro encontrarlas en ejemplares fósiles (de Laubenfels, 1955 *in* Moore, 1955) Las megascleras son generalmente diez veces mayores en dimensión que las microscleras, y si bien llegan a haber excepciones, no debe haber confusión alguna, puesto que las microscleras poseen formas distintivas (Figuras 3 y 4).

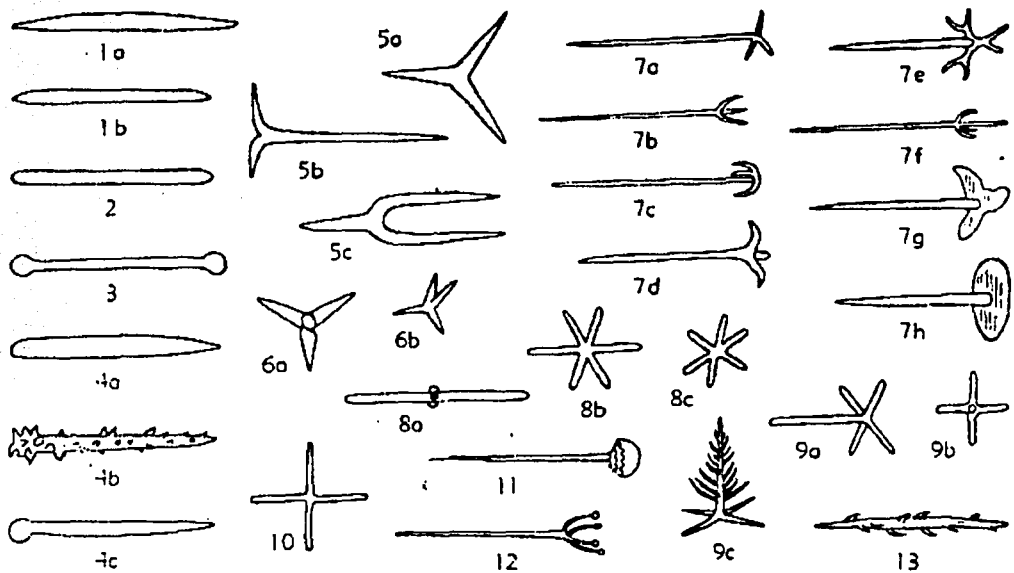


Figura 3. Algunos tipos de megascleras silíceas (Tomado de de Laubenfels, 1951, in Moore, 1955). 1.- Oxeas: a) fusiforme, b) hastada; 2.- Estrongilo; 3.- Tilot; 4.- Estilo a) liso, b) espinoso, c) Tilot; 5.- Triactas: a) Triaxónica, b) Sagital, c) Ahorquillada; 6. Cáltropo: a) vista superior, b) vista lateral; 7.- Triacteno: a) ortotriacteno, b) protriacteno, c) anatriacteno, d) plagiotriacteno, e) dicotriacteno, f) mesotriacteno, g) filotriacteno, h) discotriacteno; 8.- Hexactas (triaxónicas): a) tipo estrongílico, b) tipo normal, c) tipo normal; 9.- Pentactas: a) vista oblicua, b) vista terminal, c) pínula; 10.- Estauractina, 11.- Clávula; 12.- Escópula; 13.- Uncinada

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

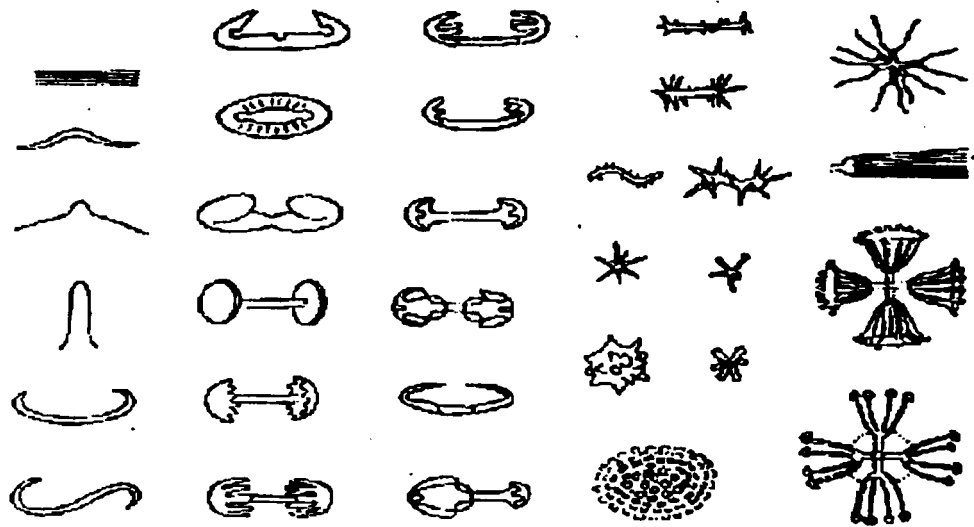


Figura 4. *Algunas formas de microscleras silíceas* (Tomado de de Laubenfels, 1951, en Moore, 1955)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Como apéndice a este trabajo, se anexa un glosario alusivo la terminología especializada sobre morfología de las esponjas

### **Caracteres útiles para la clasificación de las esponjas**

Se suelen utilizar ocho tipos de caracteres para realizar la clasificación de las esponjas, a saber: Esqueléticos, Consistencia, Pigmentación, Externos, Reproductivos, Bioquímicos, Histológicos y Ecológicos. (Bergquist, 1978)

*Esqueléticos:* Presencia/ausencia y tipos de espículas; presencia /ausencia de espongina, naturaleza química del material orgánico

*Consistencia al tacto:* Blanda, dura, correosa (sólo para organismos recientes)

*Pigmentación:* Colores presentes (sólo para organismos recientes)

*Externos:* Forma del cuerpo de la esponja, presencia de marcas de horadación, alteraciones a nivel ósculos, inclusiones silíceas (cuando son inherentes al crecimiento del organismo) etc.

*Reproductivos:* Caracteres que hacen referencia a las fases de diferenciación celular (esencialmente gemación) de las esponjas

*Bioquímicos:* Presencia de ciertas sustancias, como proteínas o determinados carbohidratos, (sólo para organismos recientes)

*Histológicos:* La organización de ciertos tejidos, aunque no los haya como tales ni en todas las esponjas. (Sólo para organismos recientes)

*Ecológicos:* El encontrar fauna asociada (en el caso de los organismos fósiles) puede ayudar a la identificación y a la determinación del paleoambiente.

En el caso de los caracteres esqueléticos, los elementos conocidos como espículas, que son pequeñas partículas conformadas por carbonato de calcio o dióxido de silicio, son los más útiles, junto con la presencia/ausencia y arreglo de las fibras de espongina (Seilacher, 1962), una sustancia de consistencia parecida a la esponja de baño (de ahí precisamente el nombre) que se compone de diversos carbohidratos de la familia de los mucopolisacáridos, en particular.

Cabe mencionar que los caracteres esqueléticos en su conjunto, delimitan el sistema de conducción de agua y nutrientes, y ya que parte de él (canales excurrentes) resulta prácticamente muy similar en todas las categorías taxonómicas en los que se puede distinguir, suele ser descartado para la identificación (Gruber, 1993). Solamente la parte correspondiente a la entrada del agua (canales incurrentes) resulta distintiva en el caso de la identificación taxonómica.

En el caso de los organismos fósiles, resulta importante saber que caracteres como los bioquímicos, de pigmentación y de consistencia se suelen perder, dejando en manos de los ecológicos, esqueléticos y externos (como la presencia de inclusiones silíceas) la determinación taxonómica.

### **Registro fósil del Phylum Porifera**

El registro fósil de este taxón es relativamente abundante, si consideramos que aunque no se trata de organismos con un esqueleto precisamente duro, hay partes de ellos que cuando están presentes (de hecho, en la mayoría de los casos) se preservan de forma duripártica, y estamos hablando principalmente de las espículas (Zittel, 1876).

**a) En el mundo:** Se han encontrado fósiles espongiomorfos o de esponjas como tales en todas las eras, principalmente en Estados Unidos, Alemania, Francia, Polonia, y la ex Unión Soviética . Son particularmente conspicuos los fósiles de esponjas silíceas (todas las clases del Phylum exceptuando la clase Calcárea) debido a que el óxido de silicio (sílice,  $\text{SiO}_2$  ) es muy resistente a ciertos tipos de intemperismo, especialmente los que se presentan en las profundidades y sitios en los que habitan la mayoría de las esponjas. Aunque, “es sabido que pueden existir sustituciones a nivel mineralógico de sílice por calcita o aragonita.” (Pisera, 2002. *com. pers.*)

**b) En México:** Para nuestro país son muy escasos los trabajos publicados. King (1966) describe un arrecife de esponjas y algas para el Pérmico de México. Por otra parte podemos citar la investigación de Cooper (1965) en la que publica una extensa lista de ejemplares colectados en la región del Cerro de los Monos, en el Antimonio, Sonora, junto con foraminíferos, con una antigüedad permo - triásica.

En el país se han identificado unos cuantos ejemplares de esponjas fósiles mesozoicas a un nivel taxonómico menor que el de Clase. López (1988) identifica ejemplares de los géneros *Ascosymplegma* y *Polytholusia* SEILACHER, 1962 para el Triásico de Sonora, y en su obra incursiona en la paleoecología y en la determinación del paleoambiente de esa localidad; Posteriormente Buitrón y Pantoja-Alor(1994) identifican a *Cliona celata* GRANT, 1926 en el Cretácico de Michoacán . Finalmente, Senowbari-Daryan *et al.*,(2001) describen una nueva especie para el triásico sonorensis(*Fanthalamia glomerata*). Estos son los únicos registros que se tienen para ejemplares de esta era en el territorio nacional.

## **OBJETIVOS**

- **Determinar la espongofauna fósil cretácica de México en las localidades de La Peregrina, Chiapas y El Pocito, San Luis Potosí**
- **Inferir las características del paleoambiente en dichas regiones**
- **Elaborar una relación de la espongofauna encontrada en las localidades mencionadas**

## UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LAS LOCALIDADES

### Localidad La Peregrina, Fm. Ocozocuaula

Esta localidad de edad Maastrichtiana, ubicada en Ocozocuaula, Chis., se encuentra 34 km al NE de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado (Figura 5). Para llegar a ella es necesario tomar la carretera Ocozocuaula – Cosoleacaque, y desviarse en el km 7.5 (Figura 6). Aquí aflora la parte superior de la Formación Ocozocuaula, que en la zona presenta un espesor aproximado de 280 m. En la Figura 7 se representa la columna estratigráfica donde se señalan con números, los cambios litológicos más importantes dentro de la secuencia. Precisamente, la parte superior en la localidad está conformada por estratos de caliza microcristalina de un color amarillento y otros de lutita y arenisca. En esta parte (9-12), aparecen fósiles de rudistas radiolíticos, algunos crustáceos, corales, algunos gasterópodos y las esponjas analizadas en el presente trabajo. La parte subyacente (5-8) está conformada por estratos de brecha, otros de conglomerado, y los más basales (1-4), de caliza. En ellos, tenemos también gasterópodos, rudistas y corales. Finalmente, en la sección más baja de la columna analizada, que se compone de una secuencia de arenisca rojiza y conglomerado de cuarzo, tenemos escasos fósiles de hojas y de apéndices de cangrejos. (García, 2002 *com. pers.*)

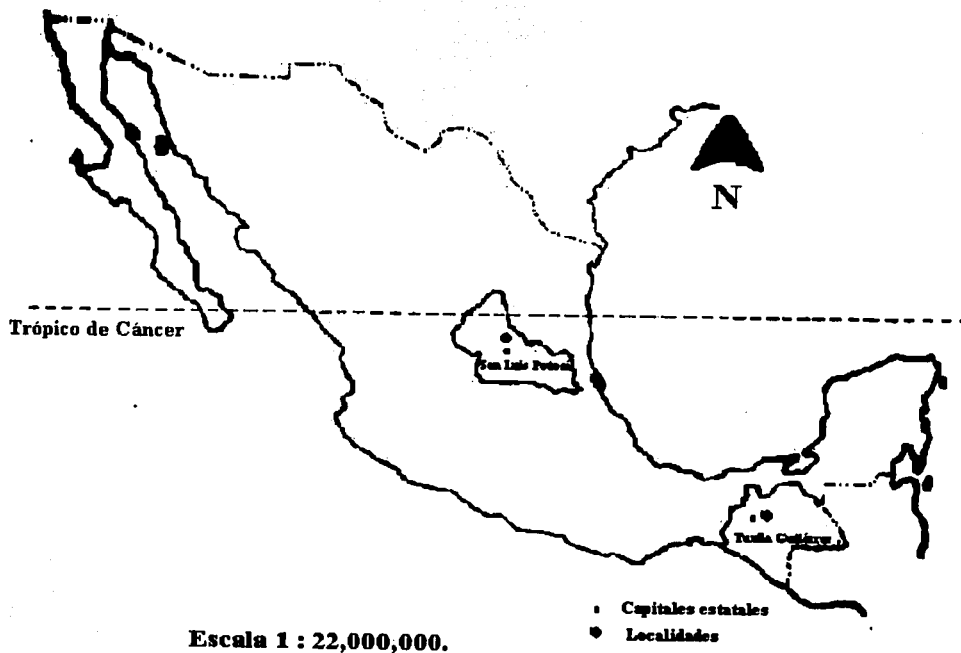


Figura 5: Mapa en el que se pueden ubicar las localidades de El Pocito, San Luis Potosí, y La Peregrina, Chiapas, de donde provino el material estudiado

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

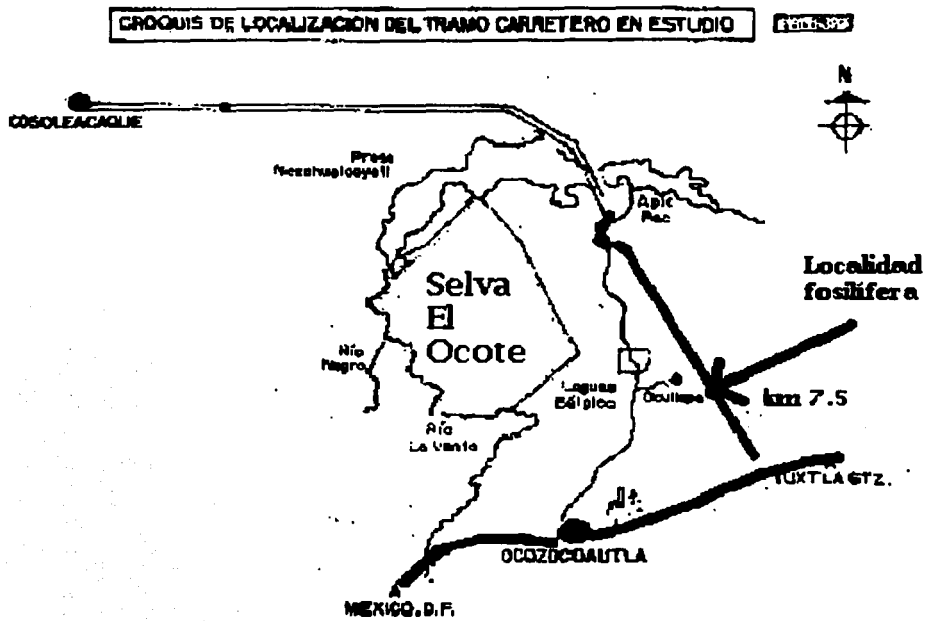


Fig 6 Mapa de ubicación de la Localidad fosilifera La Peregrina, en Ocozucua, Chiapas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

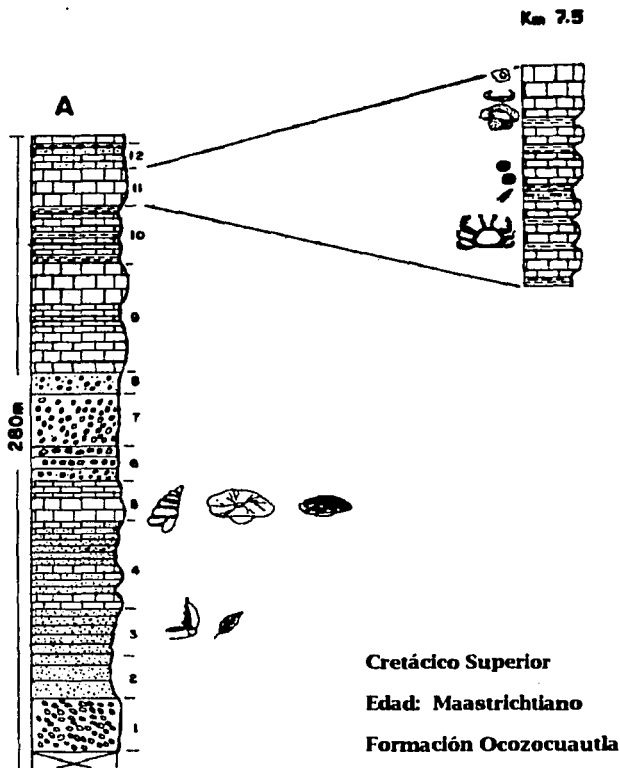


Figura 7 Columna estratigráfica de la Formación Ocozocuaula que aflora al NW del poblado del mismo nombre. El detalle muestra la parte superior de la Formación donde se colectaron las muestras fósiles. Tomado de García (notas personales)

**Localidad El Pocito, Formación Cárdenas**

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Esta localidad de edad Campaniana – Maastrichtiana se encuentra al Noreste de la Sierra Las Pilas, entre Arroyo El Puente y Arroyo San Marcos. Los fósiles fueron recolectados por el M. en C. Ramón Torres, investigador del Instituto de Geología de San Luis Potosí, quien amablemente obsequió el material al Museo de Paleontología de la UNAM para su estudio. El



trabajo respecto de la Geología del lugar aún se encuentra en proceso de realización, y por ello no se anexan detalles sobre la columna estratigráfica del área de estudio

Las capas portadoras, son rocas calizas de estratificación gruesa, color gris claro que se intercalan con limolitas y lutitas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

- Preparación de las muestras para su observación Para la elaboración de láminas delgadas se empleó una cortadora de roca, con un disco de filo diamantado para realizar cortes transversales y longitudinales al eje de crecimiento de cada ejemplar. Posteriormente se montaron los cortes obtenidos en un portaobjetos esmerilado con ayuda de resina termoplástica Bühler y se pulieron en una debastadora con diferentes abrasivos: 120, 180, 320, 400 y 600 hasta alcanzar cierto grado de translucidez. Después se cubrieron con ayuda de bálsamo de Canadá y se limpiaron finalmente con alcohol. Es pertinente mencionar la utilidad de los cortes transversales, ya que éstos, a diferencia de los longitudinales, demostraron ser más prácticos y de una mayor utilidad debido a que los arreglos espiculares fueron observados con más claridad que en los cortes longitudinales. En estos últimos, las espículas se observan seccionadas y por ende incompletas, por lo cual no resulta posible realizar una identificación pertinente y acertada de los ejemplares. En el caso de los transversales, se llegan incluso a observar arreglos entramados, que pueden ser diagnósticos para ciertos géneros, inclusive.
- Observación al Microscopio: Se empleó un Microscopio Petrográfico Zeiss, mediante el cual se realizaron observaciones de las muestras a diferentes aumentos, desde 25 hasta 400 totales. El microscopio petrográfico permite la identificación de las espículas entre las matrices rocosas de los ejemplares, y además diferenciar el tipo de material del cual están formadas, ya sea sílice o carbonato cálcico, mientras que, por otra parte, permite ubicar la presencia de cristales silíceos.

- Fotografiado de las muestras: Mediante la utilización de un Microscopio Fotónico Zeiss modelo Axiotron en el cual se insertó una cámara fotográfica marca Olympus, se fotografiaron todas y cada una de las muestras obtenidas, con el objeto de seleccionar las mejores (en cuanto a la calidad de preservación, de posibilidad de observación de estructuras y de nitidez de éstas).
- Identificación: Se realizó una exhaustiva búsqueda, selección y recuperación de material bibliográfico para acceder a las descripciones detalladas de especímenes fósiles. Por otro lado, también se consultó directamente a especialistas como el Dr. Andrzej Pisera, del Instituto de Paleobiología de la Academia de Ciencias de la Universidad de Polonia en Varsovia, y a los doctores Helmut Keupp y Joachim Reitner, de la Universidad Libre de Berlín, quienes amablemente brindaron su opinión y facilitaron bibliografía especializada. La identificación se basa primordialmente en el tamaño, arreglo y tipo de espículas, amén del reconocimiento de patrones de distribución de la espongina.
- Determinación paleoambiental de las localidades con base en la fauna asociada. Considerando las notas de campo de García y otras obras relativas a paleocomunidades en donde se encuentran esponjas, se procedió a identificar el paleoambiente de las regiones en las cuales se recolectaron los ejemplares.

## **RESULTADOS**

Se obtuvieron 38 ejemplares en total, 26 correspondientes a la localidad de El Pocito, S.L.P. que se agruparon en 5 series, caracterizadas con base en similitudes entre ellos y 12 ejemplares correspondientes a la localidad de Ocozocuaula, Chis., que constituyeron una única serie.

### **Descripción y clasificación del material estudiado**

Los ejemplares utilizados para las descripciones, así como también las láminas delgadas obtenidas de ellos se encuentran depositados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, que tiene como clave FCMP. El código FCMP/SI-48 corresponde a la localidad de El Pocito, en el Estado de San Luis Potosí, y por otra parte el código FCMP/00/1325 corresponde a la localidad de La Peregrina en el Estado de Chiapas. El material de S.L.P. fue proporcionado por el M. En C. Ramón Torres, investigador del Instituto de Geología de San Luis Potosí.

Localidad de El Pocito, S.L.P.: FCMP/SI-48

*Serie FCMP/SI-48 a (Lámina 1, Figuras 1a y 1b, Lámina 3, todas las figuras.)*

**Material:** 7 individuos completos, relativamente ovoidales, sin aberturas osculares pero en cambio con un número considerable de aberturas cloacales, sin pedicelo o alguna estructura de sujeción o fijación al sustrato. Presenta una variedad considerable de espículas, en especial a nivel del córtex. Los organismos presentan una serie de estrias en la parte superior

**Descripción:** El esqueleto dérmico (córtex) posee un espesor de 2 a 3 mm; presenta inclusiones silíceas en su parte interna; intercaladas con ellas podemos presenciar espículas de diferentes tipos: oxeas (que se pueden observar en disposición concatenada), triaenos de brazo largo, cáltropos y desmas. Las primeras son del tipo fusiforme y tienen una longitud alrededor de 250  $\mu$ . Los triaenos, por su parte son del tipo de los ortotriaenos, y poseen una longitud de 120  $\mu$  en promedio, teniendo cada radio aproximadamente 40 micras de longitud. Los cáltropos, que son las más abundantes de las espículas presentes en el córtex, tienen dimensiones de 100  $\mu$  por cada radio, y por último las desmas son del tipo rizoclono y son triactinas. Cada radio tiene una medida que no excede los 40  $\mu$

Numerosas fibras de espongina se disponen paralelamente desde la base del córtex y hacia el exterior, hasta el límite de éste, delimitando los espacios en donde se encuentran las espículas.

El esqueleto parenquimatoso no muestra rastro alguno de los canales de conducción/excreción de agua (canales excurrentes), simplemente cúmulos dispersos de espongina y paquetes relativamente laxos de dos tipos de espículas, que se intercalan con la espongina mencionada, Las espículas presentes son exactamente las mismas que las observadas en el córtex, exceptuando a los triaenos y a las oxeas fusiformes concatenadas

**Identificación:** Los ejemplares pertenecen al Orden Lithistida., Familia Indeterminada 1

*Serie FCMP/SI-48 b (Lámina 1, figuras 2a y 2b; Lámina 4, todas las figuras)*

Material: 6 individuos completos, con forma hemisférica, sin pedicelo; presentan varias aperturas cloacales, pero ningún ósculo.

Descripción:

El esqueleto dérmico es muy delgado, de alrededor de 1 mm de espesor. El esqueleto parenquimatoso, por su parte, está conformado por paquetes completos de fibras de esponjina que al mezclarse entre si, constituyen un entramado irregular y complejo. Las fibras tienen aproximadamente 150  $\mu$  de espesor. En cada espacio dejado por las fibras (los que van constituyendo los lúmenes de los canales excretores) podemos encontrar espículas dispuestas de forma laxa. Su morfología es de una disposición tetraxónica, y se trata de cáltropos unidos cada uno a tres más por medio de sus radios. A pesar de esta complejidad de nexos, no se satura el lumen del canal de excreción, dado a que también podemos observar numerosas inclusiones silíceas de forma poliédrica. Los radios espiculares miden de 10 a 15  $\mu$  de longitud

Un tipo más de espículas que podemos observar aquí es el triaxo de brazo largo, cuyos radios poseen el mismo tamaño que los de los cáltropos mencionados, mientras que el radio mayor (brazo) posee una longitud de 25  $\mu$  aproximadamente.

La estructura del sistema de canales no es observable en su totalidad. Únicamente se observan algunos prosoporos muy pequeños.

Identificación: Orden Tetractinellida. Familia Indeterminada 1

*Serie FCMP/SI-48 c (Lámina 1, figuras 3a y 3b; Lámina 5, todas las figuras)*

**Material:** 5 ejemplares, preservados completos, sin aberturas osculares, pero con un número considerable de cloacas. No presenta pedicelo ni córtex, así como tampoco una evidencia clara acerca de la estructura de los canales de conducción.

**Descripción :** El esqueleto parenquimatoso posee espongina en muy poca cantidad y tres tipos de espículas, a saber: desmas del tipo rizoclónido triactínido con cada radio de  $35 \mu$  aproximadamente y por otra parte son observables también cáltropos con sus radios que van de 20 a  $30 \mu$  cada uno. El último tipo de espícula observado son los triaenos de brazo largo, de la variedad protriaena, con una longitud de 40 micras en el brazo y 20 micras aproximadamente en cada uno de los otros radios. La abundancia de los primeros dos es casi la misma, saturando por completo los espacios intercloacales simultáneamente, con paquetes muy laxos de espongina dispuesta no en fibras, sino de forma irregular y amorfa

Entre los lúmenes de los canales cloacales, es observable invariablemente por lo menos una inclusión silíceo, que sigue la forma de las paredes de éstos lúmenes, disponiéndose en forma relativamente concéntrica, y que impide de forma relativa seguir el patrón de disposición de estos canales.

**Identificación:** Orden Lithistida. Familia indeterminada 2

*Serie FCMP/SI-48 d (Lámina 2 figuras 4a y 4b; Lámina 6, todas las figuras)*

**Material:** 5 especímenes preservados completos. Soma en forma de vaso a manera de cono truncado invertido. Presenta una dermis relativamente conspicua y por lo tanto un esqueleto dérmico masivo, formado principalmente por espículas tetraxónicas y tetractínidas y por fibras largas de espongina que se extienden desde los bordes de las paredes de los ósculos, en forma radial y perpendicular al eje posicional vertical de la esponja.

**Descripción:**

El esqueleto dérmico presenta un espesor de 1.8 mm. En su parte externa existen arreglos intercalados paralelamente de fibras de espongina y dispuestos en forma radial desde el centro del corte, de 0.4 mm de ancho en su base y paquetes de desmas cuyos radios van de 70 a 90  $\mu$ . Tienen una disposición en tres ejes apuntando a los vértices de un triángulo isósceles, lo que en un plano (2 dimensiones) da la apariencia de tratarse de un triaeno, razón por la cual estas desmas son llamadas desmas rizoclónidas triaeniformes. Se observan asimismo numerosas inclusiones silíceas en los lúmenes

El esqueleto parenquimatoso es más laxo y posee otro tipo de espículas diferentes a las del esqueleto dérmico. A saber, se trata de desmas que tienen sus radios de 150 micras cada uno; mientras que cada uno de los procesos radiculares tiene longitudes entre las 90 y las 100 micras. Los radios están orientados hacia los vértices de lo que sería un tetrahedro, (denominándose así a la clase Tetraclona) aunque hay algunas que poseen la forma de un cayado, con un ángulo de cerca de 90° cerca de la bifurcación y un radio hacia atrás, perpendicular al plano de la orientación de ésta. Cabe señalar que, únicamente con fines descriptivos (aunque no determinativos), estos paquetes de desmas delimitan a los prosoquetos.



La densidad de las desmas es muy alta. Cada radio de cada desma está unido a su vez al radio de otra desma, conformando así un complejo sistema reticulado.

También es posible encontrar espículas tetraxónicas del tipo cáltropo, con radios de entre 30 y 35  $\mu$  de longitud cada uno, y triaenos de brazo largo (tipo ortotriaeno), cuyos radios menores tienen longitudes de 20  $\mu$  exactamente, y el brazo por su parte, de entre 45 y 50

No se observan detalles del sistema de filtración a partir del prosopilo y hasta el apoporo. Sólo se observan en el tramo final, constituido por cada uno de los orificios osculares, que en número van de 15 a 20 por individuo. En el lúmen de los ósculos tenemos un arreglo radial de fibras de espongina, muchas de las cuales se extienden hasta la dermis y conforman a las bandas que se tornan paralelas a los prosoquetos, como se mencionó anteriormente

Identificación: Orden Lithistida, Fam. Halichondridae

*Serie FCMP/SI-48 e (Lámina 2, figuras 5a, 5b y 5c; Lámina 7, todas las figuras)*

Material: 3 ejemplares; 2 incompletos y uno completo. Poseen una forma fúngica, lo que cual hace notable el pedicelo. No poseen córtex, y la variedad espicular es marcada. Carecen de ósculos; solamente posee aberturas cloacales

Descripción: El esqueleto parenquimatoso se compone de un buen porcentaje de espongina, dispuesta tanto en fibras como en paquetes laxos y amorfos. La mayoría del esqueleto parenquimatoso se compone de espículas del tipo caltrópico, con una longitud en cada radio de

15-20  $\mu$  en promedio. Hacia la parte más interna del soma podemos encontrar desmas triactínidas con una longitud radial de 35 a 40  $\mu$ , y asimismo es posible encontrar esporádicamente pequeños ortotriaenos con brazos de 20  $\mu$  y radios de 10  $\mu$  de longitud. El sistema de conducción exterior está constituido aparente y únicamente por cloacas, aunque bien son notables los prosoporos masivos así como los prosoquetos que de ellos se desprenden.

Identificación: Orden Lithistida, Fam. Esperlopsidae

Localidad de La Peregrina, Chis.

*Serie FCMP/00/1325 (Lámina 8)*

Material: 12 especímenes preservados completos. Soma vasiforme expandido hacia la parte superior, a manera de cono truncado invertido, con protuberancias rugosas y amorfas en la parte más distal de la región basal o de anclaje. Los 12 individuos (distinguidos como tales debido a la separación a un nivel basal y por la presencia de ósculos separados completamente, sin conexión a nivel cloacal) crecen a manera de bloque másico, lo que sugiere un hábito coralino.

Descripción: El esqueleto dérmico o cortical posee un grosor que va de 0.6 a 0.9 mm, y presenta paquetes masivos de espongina con disposición paralela y concéntrica con respecto al centro del organismo, intercalados con cuerpos densos integrados por espículas del tipo desma triactina y cáltropos. Las primeras, poseen sus radios orientados a los vértices de un triángulo

equilátero y con una longitud cada uno de 60 a 70  $\mu$ . Por su parte, los cáltropos son más pequeños y conspicuos; sus radios miden en promedio 20  $\mu$  de longitud.

El esqueleto parenquimatoso posee una gran variedad espicular, sin mencionar la presencia de un sistema de conducción bien definido (se muestran los prosoquetos con mucha claridad).

Los tipos de espículas presentes son: Oxeas fusiformes (con una longitud media de 150  $\mu$ )

Cáltropos (con una longitud radial medial de 15  $\mu$ ), y protriaenos con una longitud de brazo de 50  $\mu$ , y de los radios de 20  $\mu$  como máximo.

Identificación: Orden Lithistida, Fam. Spirophoridae

### **Comparación sistemática entre la espongofauna de las dos localidades**

En las dos localidades del Cretácico Tardío mexicano, el orden Lithistida tiene representación, mientras que el Orden Tetractinellida sólo la tiene en la Localidad de El Pocito. Las familias Esperipsidae y Halichondridae, del Orden Lithistida, fueron reconocidas en la localidad Potosina, mientras que la familia Spirophoridae, del mismo Orden, se encuentra representada en la localidad chiapaneca.

### **Relación de los taxones encontrados en las dos localidades.**

Localidad "El Pocito, San Luis Potosí"

Orden Lithistida SCHMIDT 1870

**Familia Indeterminada 1**

**Familia Indeterminada 2**

**Familia Halichondridae VOSMAER 1887**

**Familia Esperlopsidae HENSCHER 1923**

**Orden Tetractinellida POMEL 1872**

**Localidad "la Peregrina", Chiapas**

**Orden Lithistida SCHMIDT 1870**

**Familia Spirophoridae REITNER 1994**

### **Características paleoambientales**

Tanto en las regiones de La Peregrina y El Pocito, se tienen ejemplares que de acuerdo a las espículas encontradas, resultan ser de ordenes y/o familias típicamente coralinas; es decir, que en conjunto con otros organismos como corales, briozoarios, rudistas etcétera, conformaban posiblemente grandes masas arrecifales, o bien, simplemente arrecifes, que se definen como: "conjuntos bióticos complejos, conformados por uno o más de los siguientes Phyla animales: Coelenterata (ahora Cnidaria), Porifera, Arthropoda, y varios Protozoos, los cuales constituyen

un ecosistema ubicado en aguas marinas generalmente someras, en donde el afluente fótico es extenso, equivalente a  $20 \text{ Cd} / \text{m}^2$  (Oakley, 1937).

De acuerdo con de Laubenfels (1957) en Dodd y Stanton (1981), todas las esponjas de la clase Demospongia, sin importar el orden "se dan en todos los regímenes térmicos"; por lo cual no es posible obtener un dato de esa índole a partir del material encontrado. En cuanto a la salinidad, el autor cita que la clase mencionada es, asimismo, la que presenta ordenes, familias géneros y especies más tolerantes a concentraciones elevadas de este factor. Además, no hay datos sobre la posible relación entre las demospongias y la diferencia de profundidad, de turbiedad o de tipo de sustrato al que se puedan anclar. Esto hace dilucidar que no pueden utilizarse como bioindicadores considerando únicamente estos factores. Como ya se dijo anteriormente, las esponjas incrustantes son bioindicadores de corrientes fuertes, mientras que las globosas o las completamente erectas lo son de corrientes débiles o relativamente suaves.

En El Pocito, al tenerse esponjas de tipos incrustante, globoso y con pedicelo, se puede asegurar que posiblemente se daban episodios en los que las corrientes fuertes eran dominantes; sin embargo, no se debe dejar de considerar que solamente se analizaron unos cuantos ejemplares, que nos dicen únicamente qué tipos de corrientes pudieron estar presentes, y no sobre su alternancia ni sobre sus ciclos.

En La Peregrina, se puede deducir a partir de los fósiles de esponjas encontrados, que aparentemente la magnitud de la velocidad de las corrientes no era constantemente tan elevada, ya que los ejemplares identificados poseen una postura erecta. Aunque cabe señalar que únicamente se cuenta con esos ejemplares y no se puede asegurar y/o aseverar nada más de lo que pueden aportar los fósiles encontrados. (por ejemplo, no se puede siquiera especular sobre la existencia de paleocorrientes fuertes)

La fauna acompañante en ambas localidades, refuerza el pensamiento de que se asocien a estas esponjas como coralinas o arrecifales. En El Pocito se tienen identificados ejemplares como corales y briozoos (no identificables debido a la mala preservación de sus estructuras) y por otra parte en La Peregrina se han encontrado rudistas Caprínidos, del género *Titanosarcolites* y de la especie *Antillocaprina trilobata* además de corales, aún no estudiados.

## **DISCUSIÓN CON BASE EN LAS DIAGNOSIS PUBLICADAS SOBRE LAS FAMILIAS IDENTIFICADAS**

A continuación, se muestran las diagnósicos de los órdenes y familias de esponjas identificados:

**Phylum Porifera GRANT, 1872**

**Clase Demospongia SOLLAS, 1875**

**Orden Lithistida SCHMIDT, 1870 *Cámbrico - Reciente***

### Diagnósicos

Esponjas caracterizadas por espículas con prominencias llamadas desmas, que se conforman por lo regular en entramados densos. La mayoría vive en ambientes coralinos.

Pueden o no tener córtex, en el cual diversos tipos de espículas pueden existir. La espongina también puede estar presente, con o sin arreglo.

El sistema de conducción está bien conformado, siendo muy fácilmente distinguibles las porciones que involucran del prosoporo al apoporo.

En la mayoría de estas esponjas algunas espículas son comparativamente simples y regulares en cuanto a su forma se refiere. Casi siempre están presentes microscleras típicas, pero casi invariablemente están ausentes de los fósiles. Acompañando a las desmas e incluso en el sistema de conducción suele haber una gran cantidad de cristales silíceos, que, si se les

**llega a encontrar en gran cantidad en la red de conducción, pueden hacer relativamente difícil la identificación a nivel familia.**

Estas esponjas están presentes desde el Cámbrico, aunque son más abundantes en el Ordovícico y sistemas subsecuentes, siendo muy abundantes en el Cretácico. Los ejemplares de este orden son los que presentan menor dificultad entre los fósiles de esponjas para ser identificados.

### Discusión

Los ejemplares de este orden descritos hasta ahora en este trabajo; es decir, los de las series FCMP/SI48- a y c, se acotan cuando menos a una de las características mencionadas en esta descripción, que es la posesión de las espículas denominadas desmas. No es posible llegar con precisión más allá del orden, debido en parte a una mala preservación de las muestras y por otro lado, en gran parte a la presencia de inclusiones silíceas que impiden una identificación clara de los patrones de los canales incurrentes y excurrentes y a que los caracteres morfológicos externos (presencia/ausencia de ósculos, por ejemplo), no resultan diagnósticos si los primeramente mencionados no son reconocibles. Sin embargo, se puede afirmar que se trata de 2 familias diferentes, ya que una de ellas presenta el tipo de espícula oxeico y la otra no.



## **Familia Esperiopsidae HENSCHEL, 1923 (Ordovícico – Cretácico)**

### Diagnosis

Forma esférica u ovoidal. Sin presencia de esqueleto cortical. Ósculos raros o ausentes. Poseen una alta cantidad de espongina dispuesta en fibras, o bien, sin algún patrón determinado. El esqueleto parenquimatoso se compone fundamentalmente por espículas tetractínidas que no exceden las 50  $\mu$  en longitud, siendo el tipo más común los cáltropos, así como los triaenos de cualquier tipo (ortotriaenos, mesotriaenos, prototriaenos). Presentan desmas triactínidas, que generalmente no suelen exceder una longitud las 60  $\mu$ .

### Discusión

La descripción dada en el trabajo como tal de los ejemplares de la serie FCMP/SI-48-e, se acopla a la citada anteriormente: ausencia de ósculos, la presencia y disposición de la espongina, la presencia y el tamaño de los cáltropos y de los triaenos, el tipo de desma presente (trirectínida) y finalmente el tamaño de los prosoporos.

## **Familia Spirophoridae (Reitner, 1994) (Devónico – Reciente)**

### Diagnosis

Esponjas coralinas caracterizadas por poseer un hábito colonial, y cada individuo a su vez, por tener un córtex masivo y grueso; en él están presentes dos tipos de espículas, a saber: desmas triactinas, cuyos radios no exceden los 100  $\mu$  de longitud y tetraxónicas, que pueden ser cáltropos o triaenos, y cuyos radios suelen ser pequeños, de no más de 35  $\mu$  de longitud cada uno.

Por su parte, el parénquima, o esqueleto parenquimatoso se suele componer de varios tipos espiculares, entre los que destacan las oxexas, en cualquiera de sus variantes, y no exceden las 300  $\mu$  de longitud. Además, se encuentran cáltropos cuyos radios no exceden las 50  $\mu$ ; triaenos (en cualquier variante) con radios que no sobrepasan las 60  $\mu$ , y eventualmente triactinas.

### Discusión

Se llegó a la identificación de los ejemplares de la serie FCMP/00/1325. con base en esta diagnosis, en la cual se puede observar que define al córtex como “masivo y grueso” y “con dos tipos de espículas: desmas triactinas y tetraxónicas, que pueden ser cáltropos o triaenos”. En efecto, los cáltropos son el tipo de espícula que se hace presente en el córtex de estos ejemplares. El caso de los prosoquetos bien delineados es un carácter diagnóstico de esta familia, y los ejemplares analizados se acotan a la descripción.

## **Familia Halichondridae (Vosmaer, 1887) (Jurásico – Reciente)**

### Diagnosis

Esponjas con un esqueleto cortical muy prominente, que en individuos adultos llega a los 4 mm de espesor. En él, se presentan invariablemente desmas triactínidas, sin un tamaño fijo. El parénquima por su parte se compone, como mínimo, de 3 tipos de espículas, entre los que pueden estar los cáltropos de distintos tamaños, pro y ortotriaenos y desmas triactínidas, en particular con sus procesos muy grandes.

El sistema de conducción resulta muy disperso desde el prosopilo, aunque en muchas ocasiones desde el prosoqueto, siendo únicamente reconocible el prosoporo.

Los organismos de esta familia poseen en sus ósculos una disposición radial de espongina, de tal manera que semeja un arreglo en forma de estrella.

### Discusión

El esqueleto cortical "prominente" define perfectamente al córtex de 1.8 mm de espesor, asimismo cabe mencionar que tanto sus espículas (desmas triactínidas) como los 3 tipos presentes en la parte parenquimatosa (cáltropos, triaenos y desmas triactinas de procesos grandes) son los mismos encontrados en los ejemplares de la serie FCMP/SI-48- d. La parte correspondiente al sistema de conducción es determinante, ya que a partir del prosoqueto, se encuentra muy difuminado.

## Orden Tetractinellida POMEL, 1872 Silúrico – Reciente

### Diagnosis

Esponjas que pueden o no tener esqueleto cortical; en caso de tenerlo, es muy delgado, aunque no todas lo tienen. Si en él hay espículas, son de tipo tetraxónico únicamente

En el parénquima es posible ubicar ciertos tipos de espículas, como los cáltropos y los ortotriaenos, cuyos tamaños son más bien mínimos; de hecho, el único tipo de espículas presente en este taxón es el tetractínido.

El sistema de conducción de las esponjas pertenecientes a este orden suele ser muy variado. Las hay que tengan un arreglo bien delimitado del tramo prosoporo-prosopilo; las hay asimismo que tengan un entramado interior de apoquetos, las hay sin apopilos diferenciables del final de los apoquetos, etcétera.

El conjunto de ejemplares de la serie FCMP/SI-48- d no posee córtex; sin embargo, esta característica no resulta diagnóstica en su totalidad para el orden (ya que menciona la diagnosis: "...que pueden o no tener esqueleto cortical..."). En él, se encontraron espículas tetraxónicas del tipo caltrópico, que concuerdan con la diagnosis.

En el parénquima se detectaron únicamente espículas tetraxónicas, lo cual indica y refuerza la idea de que en este caso la identificación refiere ejemplares de este orden.

Solamente se observaron prosoporos de mínimas dimensiones. De hecho, es importante hacer notar que, de acuerdo con Pisera (*com pers.*) no es trascendente la identificación de la

totalidad de la estructuración del sistema de conducción para la determinación taxonómica; sino solamente la parte correspondiente a los canales incurrentes y las cloacas, que suelen ser distintivas incluso a nivel de género.

### **Preservación**

Cuando una esponja muere, sus restos pueden preservarse relativamente íntegros solamente si son depositados y cubiertos con una rapidez tal que impida que las partes sean disgregadas, considerando además que no debe haber una remoción ulterior significativa (en el sentido de que se afecten los restos fósiles) del sedimento.

Se tienen identificados hasta ahora dos modos de preservación de fósiles de esponjas: la preservación duripártica (más frecuente en donde la densidad espicular es de más del 20% de la total del organismo) y la permineralización  $\text{CaCO}_3 \Leftrightarrow \text{SiO}_2$ , que se da por lo general en los organismos con espículas calcáreas. (Oakley, 1937)

Es importante precisar la razón del escaso estudio de las esponjas fósiles. Algunos como Pisera (2001, *com pers*), Keupp (1998) y Reitner (1992) lo han atribuido a la mala preservación (los elementos del organismo como espículas se preservan raramente, o cuando lo hacen, se suelen permineralizar con frecuencia, lo cual puede traer como consecuencia una identificación errónea.

Otros como Nestler (1961) Rigby (1987) y Kauffmann, *et al.*(2000) lo atribuyen a la gran confusión originada a su vez por la mala preservación, en el sentido de que debido a lo

laxo del esqueleto, las espículas (en caso de haberlas) tienden a disgregarse de la matriz del organismo cuando este muere.

Es trascendente el hacer notar que la esponjina, al estar constituida básicamente por mucopolisacáridos laxos y diversas proteínas, sea un elemento difícil de preservar. Y dado a que en ella se ven embebidas en numerosas ocasiones las espículas, éstas pudiesen disgregarse con mucha facilidad de la matriz del organismo. Con ello, se podría explicar que en muchas ocasiones se encuentren espículas nativas de arrecifes en depósitos arrecifales (sin considerar a aquellas que a estos arrecifes son llevadas desde otros; o bien, de restos de organismos de vida libre)

## **Ecología**

King (1966) describe en su obra un arrecife de esponjas litístidas para el pérmico tardío de Wyoming. En él, encuentra que las esponjas se habían extendido a tal grado de ya no solamente vivir en, sino también ayudar a, o bien constituir por si mismas cuerpos arrecifales.

En otras obras relativas a períodos posteriores, como las de Wagner (1966) y Hurcewicz (1966), se ha encontrado que las esponjas pueden horadar conchas de rudistas, colonias de briozoos, braquiópodos, etc., además de constituir y conformar la base del arrecife.

Por tanto, con base en los organismos encontrados asociados a las esponjas (rudistas, corales) tenemos que, es altamente probable y de hecho, se aumentan las posibilidades de que el paleoambiente sea a un arrecife, ya sea coralino, espongiario, o ambos; sin embargo, no se tienen los caracteres externos suficientes en las esponjas como para denotar si su papel era

horador y/o constitutivo dentro del arrecife, además de que son pertinentes nuevas recolecciones de material, tanto de esponjas como de fauna asociada para encontrar dichas evidencias, en caso de haberlas, y con ello reconstruir con la mayor credibilidad posible el ambiente.

## CONCLUSIÓN

El Orden Lithistida resultó ser el más conspicuo en las dos localidades. Una característica indicada en la diagnosis de este orden, es que sus integrantes "...viven en ambientes coralinos" (Schmidt, 1870 *in* de Laubenfels, 1955 *in* Moore, 1955), lo cual indica que, muy probablemente el ambiente en la localidad haya correspondido en gran parte a un arrecife.

Todos los ejemplares pertenecen a esponjas coralinas. Las características espiculares, además de las diagnosis por orden o por familia y la morfología externa, denotan ésta característica. Con ello, ya es posible argumentar que se trataba de ejemplares arrecifales. La forma de todos y cada uno de ellos que denotaban una postura de semiglobosa a globosa, y otras incrustantes, son un carácter más que permite establecer que estos organismos tenían este tipo de vida, ya sea como organismos subyacentes o suprayacentes en el bioherma. Se han encontrado además, numerosos organismos como corales y rudistas junto con ellos en otras localidades de México (Michoacán, Guerrero, etc.) y del mundo, en Alemania, Polonia, Rusia, etc.

Es factible apreciar que, si bien los especímenes aquí catalogados pueden corresponder a una pequeña parte de la espongofauna mesozoica mexicana, la obra representa la continuación de la primera fase en lo que podría ser el estudio de toda la fauna de los Porifera fósiles en el país. Más aún, hacer resaltar que, el estudio de los Porifera fósiles puede coadyuvar a los trabajos relacionados con el proceso de investigación de otros taxones, como los rudistas, corales, etc., que constituyen los principales elementos bióticos de los ecosistemas arrecifales, mesozoicos entre otros.

Para ampliar el conocimiento de las esponjas fósiles en nuestro país, no sólo en el aspecto taxonómico, es necesario realizar una mayor prospección de las localidades conocidas



y prospectar en las no conocidas, dando énfasis al aspecto ecológico, mediante la identificación de fauna asociada, sedimentos, etc.

El registro y descripción de los ejemplares estudiados, amplía de manera importante el número de formas conocidas para nuestro país así como su diversidad. Lo más probable es que a medida que aprendamos a reconocer y estudiar a las esponjas fósiles, ampliaremos nuestros registros y comprenderemos mejor la estructura de los arrecifes antiguos y el papel que en ellos jugarían las esponjas.

## REFERENCIAS

1. Bergquist, P.R. 1978. Sponges. 1ª edición. Hutchinson. Londres , Inglaterra. 276 pp.
2. Boardman, R. S., A.H. Cheetham, y A.J. Rowell editores, 1987. Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publishing, Palo Alto, California, EEUU 713 pp
3. Brusca, R. C., and G. J. Brusca. 1990. Invertebrates. Sinauer Associates, Sunderland, MA. EEUU. 972 pp
4. Buitrón-Sánchez, B.E. y J. Pantoja-Alor. 1994. Esponjas perforantes de moluscos del Cretácico Temprano en la región centrooccidental de México. *in* Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 11 (2) 222-231. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología.
5. Cooper, G. A. 1965. Fauna Pérmica de El Antimonio del oeste de Sonora. *en* Boletín del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México: (58)
6. Dodd, J. R. y R. J. Stanton. 1981. Paleoecology, Concepts and Applications. 1ª edición. John Wiley and Sons, NY, EEUU. 559 pp
7. Gruber, G. 1993. Mesozoische und rezente desmetragende Demospongiae (Porifera, „Lithistidae“) (Paläobiologie, Phylogenie und Taxonomie). *in* Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen R E. B. 10. 98 pp
8. Hurcewicz, H. 1966. Siliceous Sponges from the Upper Cretaceous of Poland Part I. Tetraxonia. *en* Acta Palaeontologica Polonica XI .1 129 pp.
9. Kauffman, E.G., D. Herm, C.C. Johnson, P. Harries y R. Höfling. 2000. The Ecology of Lithistid sponge frameworks, Regensburg area, Germany. *in* Lethaia 33, 214-235
10. Keupp, 1998 Mesozoische Spongien aus der Donau, *in* Paläontologische Abhandlungen 24. 113 pp
11. King (1966) Reef-related depositional environments. J. Riley & Sons. NY, EEUU. 97 pp.
12. de Laubenfels, M.W. 1955. Sección E: Porifera. *in* Moore.
13. 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.
14. Moore, R.C., editor, 1955. Treatise on invertebrate paleontology, The Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas, EEUU. 253 pp.
15. Nestler, H. 1961. Spongien aus der weißen Schreibkreide (Unter Maastricht) der Insel Rugen (Östsee) *in* Paläontologische Abhandlungen 1. 70 pp.

16. Oakley, K.P. 1937. Cretaceous sponges: Some biological and geological considerations. *in Proceedings of the Geologist' Association of London* 48 pp 330 – 347.
17. Reitner, J. 1992. Coralline Spongien: Der Versuch einer phylogenetisch – taxonomischen Analyse. *in Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen R. E. B. 1.* 395 pp.
18. Rigby, J.K.. 1987. Phylum Porifera *in Boardman, et al.* 1987
19. Seilacher, A., 1962. Die Sphinctozoa, eine Gruppe fossiler Kalkschwämme. *in Akademie der Wissenschaften und Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Jahrgang 10* pp 720- 790
20. Senowbari-Daryan, B. ,G.D. Stanley y C. González-León. 2001 . A new triassic sponge from the Antimonio Terrane, Sonora, Mexico. *in Journal of South American Earth Sciences* (14) 447 - 452
21. Tasch, P. 1980. Paleobiology of the Invertebrates. Data retrieval from the Fossil Record. 2a edición. John Wiley and Sons, NY, EEUU. 975 pp.
22. Wagner, W. 1966. Die schwammfauna der Oberkreide von Neuburg (Donau) *in Paläontographica* Abteilung A. 122. 84 pp
23. Wells, H.W. , M.J. Gray, y I.E. Gray. 1994. Ecology of sponges in Hatteras Harbor, North Carolina, *en Ecology*, 145. p 752-767
24. Zittel, K. 1876. Beiträge zur Systematik der fossilen Spongien. *in Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Theilung I* , pp 337 – 378.

## APÉNDICE

### Glosario de términos morfológicos

- *acanto-* espinoso
- *actino:* sufijo que se refiere a los radios de una esponja
- *axón, axónico:* sufijo que se refiere al número de ejes de una esponja
- *amebocito:* célula que se mueve por medio de pseudópodos
- *anatriaeno:* triaeno cuyos clados se curvan hacia la punta de la rabda
- *apoqueto:* Canal excurrente que se extiende desde el apopilo al apoporo
- *apoporo:* Apertura de excurrentia a partir de un apoqueto; puede ser equivalente a un ósculo
- *apopilo:* Canal excurrente a partir de una cámara flagelada
- *brazo:* Cada uno de los radios similares de un triaeno (sin.: Clado)
- *cáltropo:* Espícula tetraxónica con radios de igual longitud acomodados hacia los vértices de un tetrahedro
- *cámara:* Cavidad que contiene células flageladas operativas
- *clado:* ver Brazo
- *cloaca:* Gran cavidad excurrente que conjunta varios apoporos
- *coanocito:* Célula flagelada provista de un collar
- *córtex:* Cubierta correosa externa relativamente gruesa
- *desma:* Espícula de forma irregular que se caracteriza por llevar cúmulos de depósitos minerales
- *eje:* Plano de dirección otorgado por un radio
- *monoaxón:* Espícula con un único eje alargado
- *ósculo:* Cualquier apertura excurrente relativamente grande
- *oxea:* Espícula monoaxónica diactínida

- ***parénquima***: Endosoma, toda la parte interior de una esponja
- ***poro***: Cualquier apertura pequeña
- ***prosopilo***: Apertura incurrente de una cámara flagelada
- ***prosoporo***: Apertura que lleva al prosoqueto
- ***prosoqueto***: Canal incurrente , que lleva al prosopilo, y de ahí a la cámara flagelada
- ***protriaeno***: Triaeno cuyos brazos o clados se curvean hacia atrás desde la punta hacia la rabda
- ***rabda***: Radio desigual de un triaeno
- ***radio***: Cada uno de los procesos de una espícula: un brazo, el mismo eje en el caso de las oxeas, etc.
- ***rizoclona***: Desma con procesos radiculariformes.
- ***tetraclona***: Desma cuyos radios se orientan hacia los vértices de un tetraedro
- ***tetraxón***: Espícula con 4 ejes
- ***triacta***: Espícula con 3 radios
- ***triaeno***: Espícula tetraxónica con un radio mayor ,que toma el nombre de rabda. Sus radios generalmente apuntan a los vértices de una pirámide triangular
- ***triaxón***: Espícula con tres ejes

# LÁMINAS

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **LÁMINA 1**

### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia indet. 1**

Figuras 1a y 1b . Ejemplar SI48a 1a. Vista superior x 1.5 ; 1b Vista superior x 5

### **Orden Tetractinellida Pomel 1872 Familia indet.**

Figuras 2a y 2b . Ejemplar SI48b 2a. Vista superior x 1.5 ; 2b Vista superior x 5

### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia indet. 2**

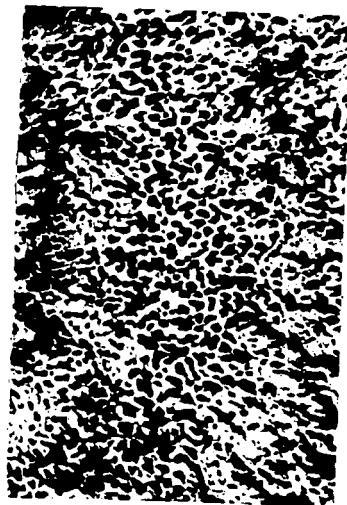
Figuras 3a y 3b . Ejemplar SI48c 3a. Vista superior x 1.5 ; 3b Vista superior x 5

# Lámina 1



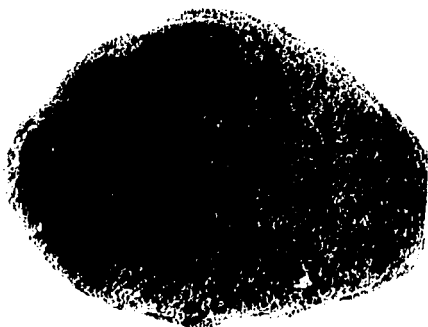
1cm

1a



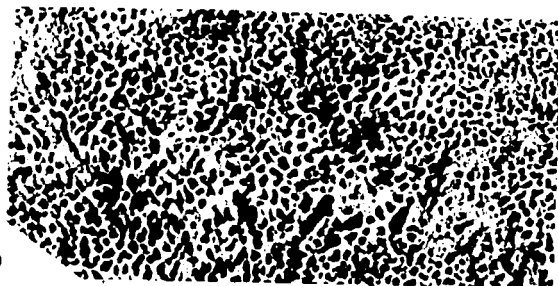
1b

1cm



1cm

2a



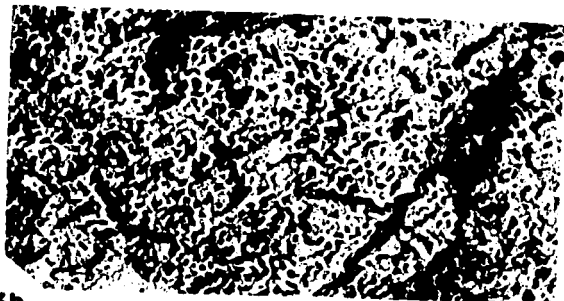
2b

1cm



1cm

3a



3b

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

50-1



## **LÁMINA 2**

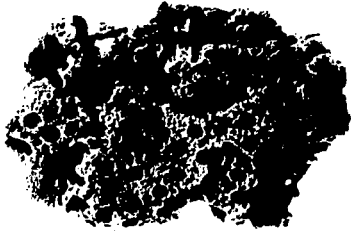
### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia Halichondridae Vosmaer 1887**

Figuras 4a y 4b . Ejemplar SI48d 4a. Vista superior x 1.5 ; 4b Vista superior x 5

### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia Esperiopsidae Henschel 1923**

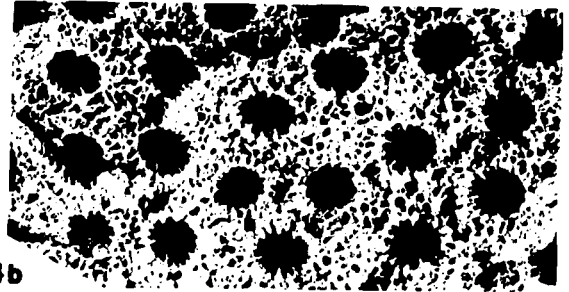
Figuras 5a y 5b . Ejemplar SI48e 5a. Vista lateral x 1.5 ; 5b Vista lateral x 1.5, Córtex; 5c vista superior x 5

# Lámina 2



1cm

4a



4b

1cm

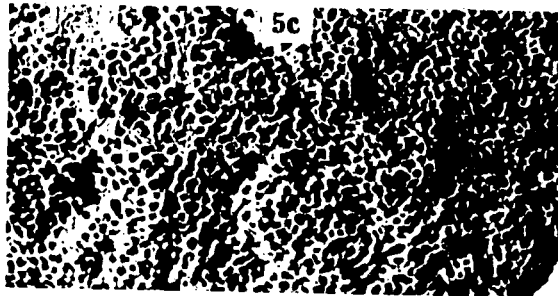


1cm

5a



5b



5c

1cm

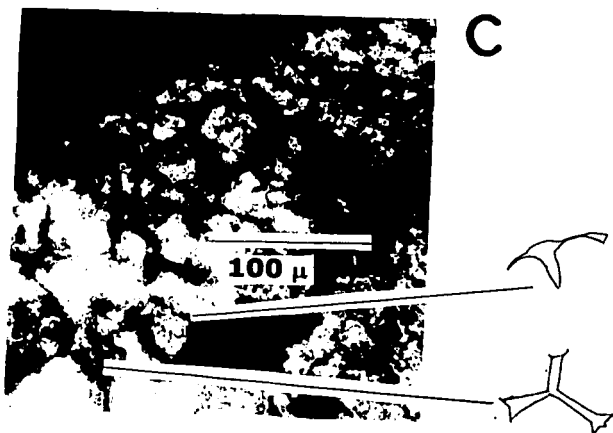
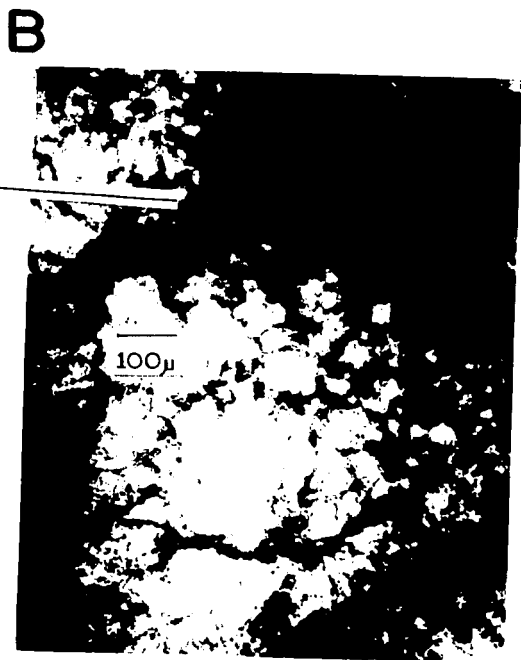
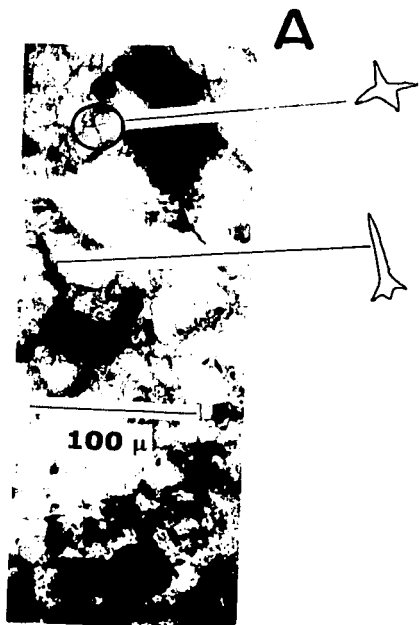
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **LÁMINA 3**

#### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia indeterminada 1**

Figuras A, B y C. Ejemplar SI-48 a . A. Corte Transversal. Se muestran las espículas del tipo cáltropo y triaeno de brazo largo (del tipo ortotriaeno) en el córtex. Las máculas irregulares que se observan corresponden a inclusiones silíceas. x 40. B. Corte Transversal Oxeas fusiformes concatenadas en el córtex. x 40. C. Corte Transversal. Córtex con un paquete de desmas rizoclónidas triactínidas, unidas entre sí por las terminaciones en sus radios. x 40.

# Lámina 3



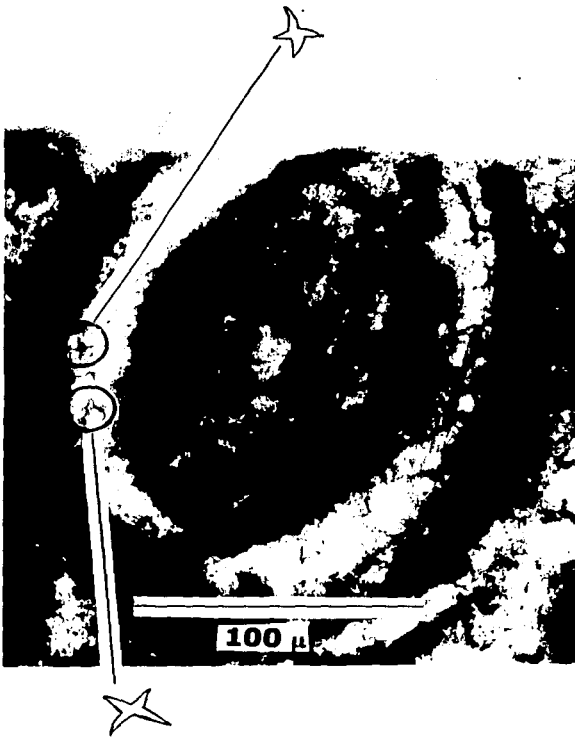
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **LÁMINA 4**

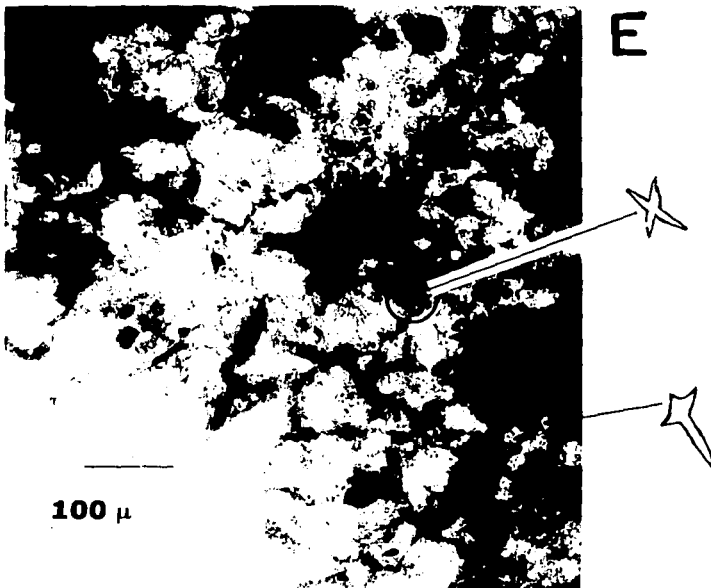
### **Orden Tetractinellida Pomel 1872 Familia indet.**

Figuras D y E. Ejemplar SI-48 b. D. Corte Transversal. Espículas corticales: Cáltrapos. Gémula incrustada en córtex. Detalle en el que se observan las dos capas de la pared de la misma y el lúmen lleno de cáltrapos de la misma naturaleza que los corticales. x 40. E. Corte Transversal. Formación de cáltrapos y triaenos, las dos clases espiculares en esta esponja. x 40.

# Lamina 4



D



E

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## LÁMINA 5

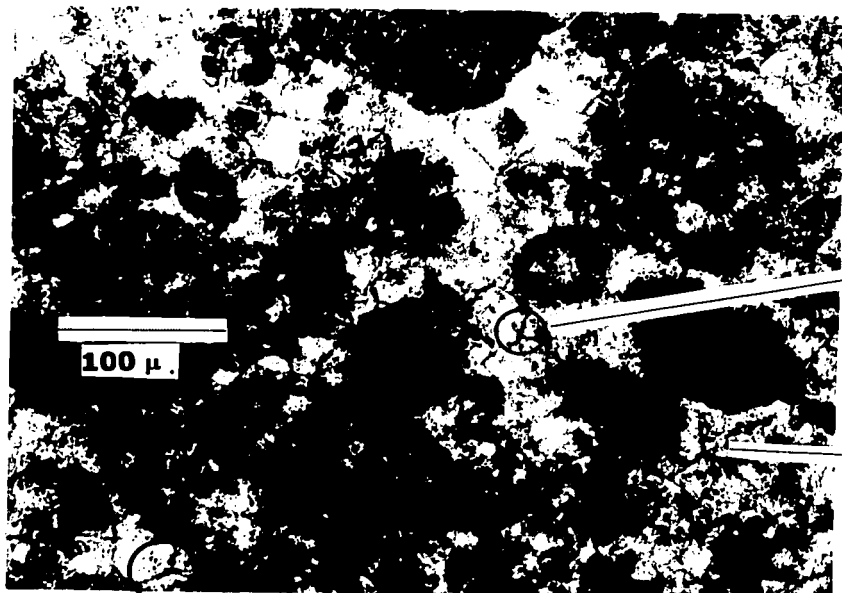
### Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia indet. 2

Figura F Ejemplar de la serie SI-48 c. Corte Transversal. Esqueleto parenquimatoso, en el cual se perciben los tres tipos espiculares: cáltropo triaeno de brazo largo y desma rizoclónida; por otra parte, las inclusiones silíceas que bordean los canales cloacales. x 40.

### Orden Lithistida, Schmidt 1870 Fam. Halichondridae Vosmaer 1887

Figura G. Ejemplar de la serie SI-48 d. Corte Transversal. Sección del córtex en la que se observan claramente las fibras de espongina perpendiculares al crecimiento de la esponja, así como las desmas rizoclónidas triaeniformes en él incrustadas. x 30

# Lámina 5



F



G

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

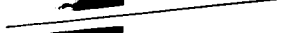


## **LÁMINA 6**

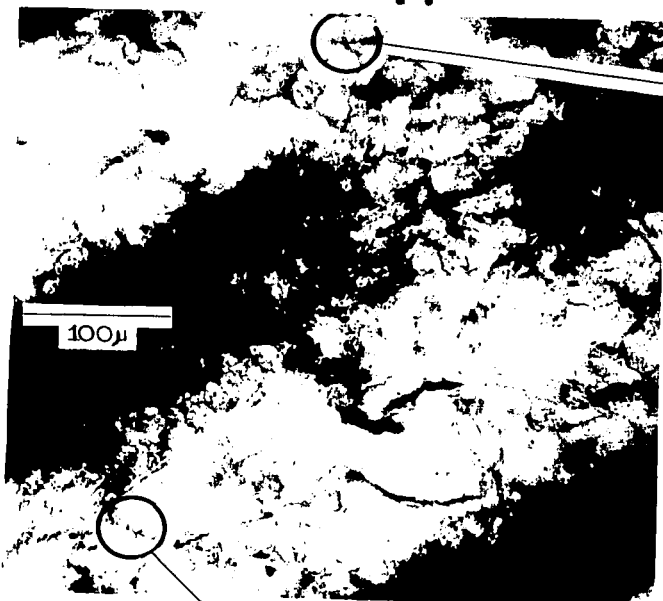
### **Orden Lithistida, Schmidt 1870 Fam. Halichondridae Vosmaer 1887**

Figuras H e I. Ejemplar de la serie SI-48 d. H. Corte Transversal. Espícula del esqueleto parenquimatoso: Desma rizoclónida triactínida constituyendo entramados. x 30. I . Corte Transversal. Esqueleto parenquimatoso, en el que predominan las espículas tetraxónicas: Cáltrapos y ortotriaenos. x 30.

# Lámina 6



H

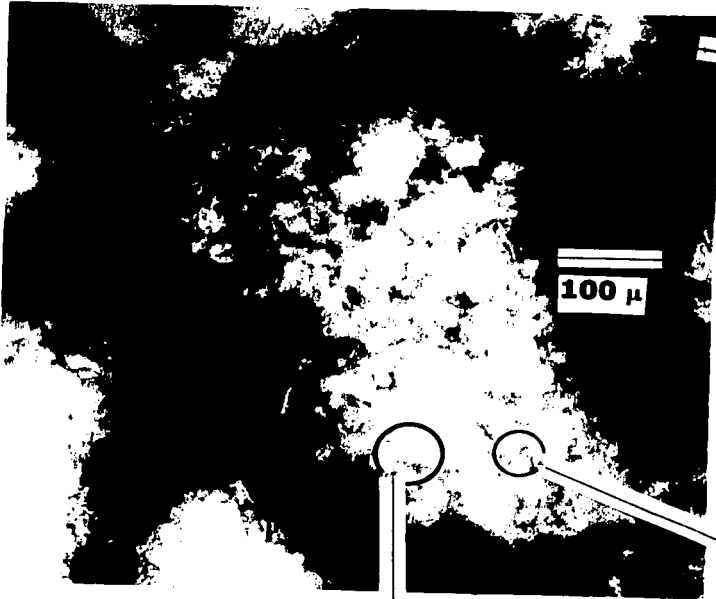


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## Lámina 7

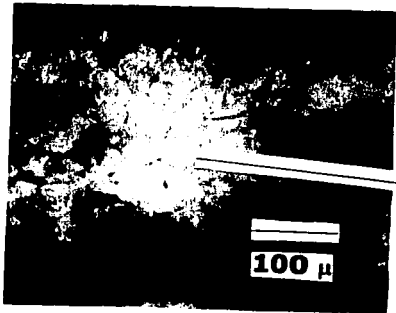
### Orden Lithistida Schmidt 1870 Familia Esperiopsidae Henschel 1923

Figuras J y K. Ejemplar de la serie SI-48 e. J. Corte Transversal. Parénquima de uno de estos especímenes, en el que se muestran sus espículas tetraxónicas: paquetes de cáltropos y triaenos y triaenos solitarios de dimensiones relativamente mínimas en comparación con los otros ejemplares. x 40. K. Corte Transversal. Parte interna del parénquima, en la que se muestran las desmas triactínidas. x 40.



Lamina 7

J



K

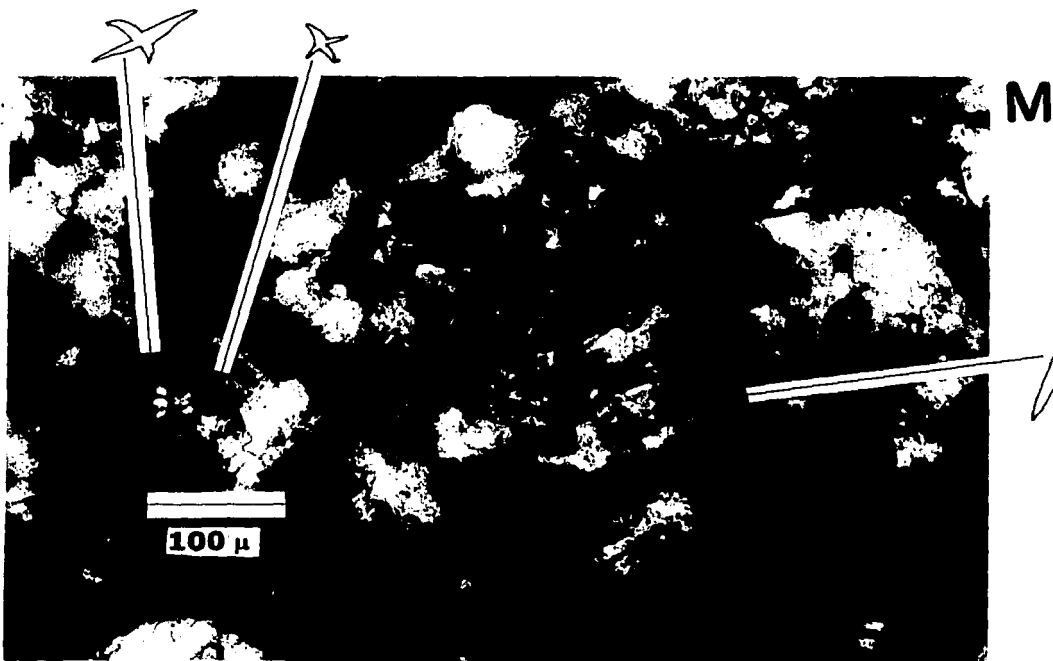
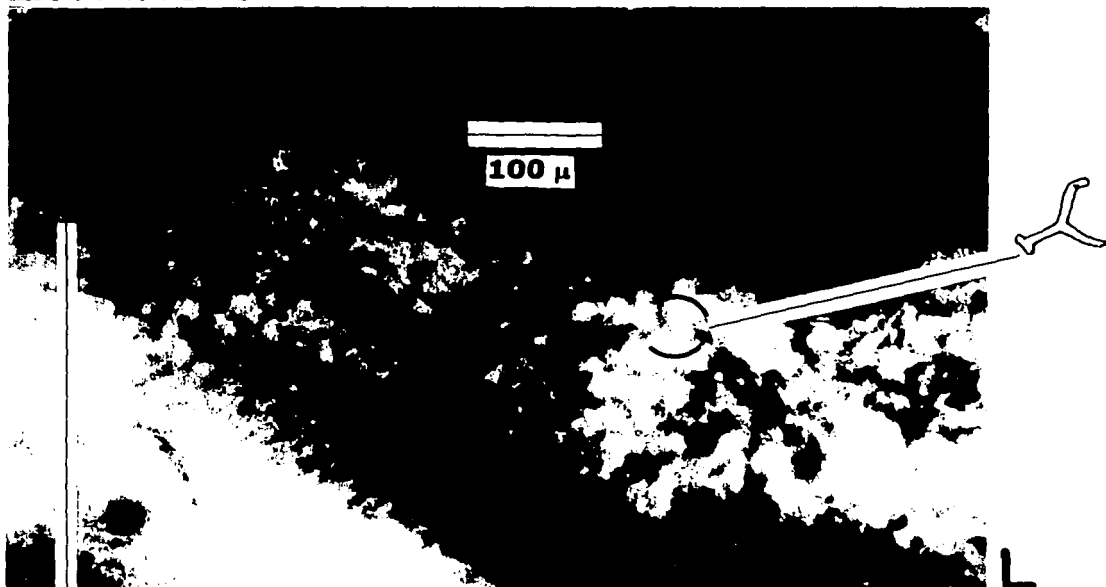
TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## LÁMINA 8

### **Orden Lithistida Schmidt 1870 Fam. Spirophoridae Reitner 1994.**

Figuras L y M. Ejemplar de la serie FCMP/00/1325.L. Corte Transversal. Córtex, en el que se muestran las variedades espiculares, cáltropo y triacta, rodeadas de fibras gruesas de espongina . x 40. M. Corte Transversal. Parte interna del esqueleto parenquimatoso, en la que se muestra la vasta variedad espicular: protriaeno cáltropo oxea fusiforme. x 40.

# Lámina 8



### **Agradecimientos para la realización de este trabajo:**

Al Dr. Pedro García Barrera, por sus siempre atinados comentarios y sugerencias, además de la ayuda y disposición manifiesta para la resolución de dudas y las facilidades brindadas en cuanto a espacio.

A las Doctoras Sara Quiroz, Marina Sánchez, al Maestro Carlos Candelaria y al Biol. Daniel Navarro quienes amablemente y con total disposición, en el carácter de sinodales brindaron sugerencias de correcciones para la elaboración de este trabajo.

A la Dra. María del Carmen Perillat Montoya, encargada de la Colección Nacional de Invertebrados, que se encuentra en el Museo de Paleontología, en el Instituto de Geología de la UNAM, CU, por la concesión otorgada para entrar al mencionado recinto y revisar las colecciones

A todo el personal de los Talleres de Laminado del Instituto de Geología de la UNAM, por la técnicas enseñadas y el apoyo en la elaboración de las preparaciones

Al personal del Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias por las facilidades y asesoría brindadas al momento de efectuar el fotografiado del material microscópico

Al Biol.. Héctor Hernández Campos, por las fotografías realizadas del material macroscópico.