



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE ALGUNOS
EQUINOIDES TERCIARIOS DE LA LOCALIDAD
GUADALUPE VICTORIA, MUNICIPIO DE ABASOLO,
TAMAULIPAS, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

DANIEL IURA GONZÁLEZ TERRAZAS



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTOR DE TESIS:
DR. PEDRO GARCÍA BARRERA

2006



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.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jorge González González y Tania Terrazas Arana les agradezco profundamente su apoyo en todos los sentidos.

Agradezco a mi maestro el Dr. Pedro García Barrera por dirigir este trabajo de tesis. Sobre todo le agradezco por haber infiltrado en mí el interés en las ciencias de la tierra, particularmente en la paleontología.

Agradezco al Dr. Marcelo Aguilar Piña del Instituto Mexicano del Petróleo su asesoría y correcciones en lo referente a la micropaleontología, también por la elaboración de las láminas delgadas.

A la Dra. Marina Sánchez Ramírez por sus sugerencias y correcciones que mejoraron significativamente la forma y presentación de este trabajo.

A la M. en C. Itzia Eréndira Nieto López por sus pertinentes y prontas correcciones.

Al Biól. Luis Chávez García por su minuciosa revisión.

A todos los integrantes del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Gracias.

Al laboratorio de equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y a la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra por las facilidades en la revisión de material bibliográfico.

Gracias a mis compañeros, maestros y a toda la comunidad de la Facultad de Ciencias que de una u otra manera son parte de este proceso de aprendizaje.

Gracias a mis amigos.

Quiero agradecer especialmente a Mónica Rueda Taracena por compartir conmigo el devenir de la autoperpetuación. Gracias por todo Moni. Sin ti, no es.

ÍNDICE

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCIÓN	2
	1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUINODERMOS.....	2
	1.1 Hábitos	2
	1.2 Desarrollo y simetría primaria.....	2
	1.3 Estructura anatómica.....	3
	2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA CLASE EQUINOIDEA.....	6
	2.1 Anatomía de la concha.....	6
	2.2 Equinoideos exocíclicos y endocíclicos.....	7
	3. TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUINODERMOS.....	9
III.	OBJETIVOS	12
IV.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
V.	MARCO GEOLÓGICO	15
VI.	METODOLOGÍA	20
VII.	RESULTADOS	22
	1. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE EQUINODERMOS.....	22
	2. MICROPALEONTOLOGÍA.....	28
	2.1 Sistemática de foraminíferos.....	30
	3. DESCRIPCIÓN DE SEDIMENTOS; AMBIENTE DE DEPÓSITO.....	32
	4. PALEOBIOGEOGRAFÍA; AFINIDAD FAUNÍSTICA	33
VIII.	DISCUSIÓN	36
IX.	CONCLUSIONES	38
X.	BIBLIOGRAFÍA	39
XI.	LÁMINAS	46

I. RESUMEN

Se estudiaron equinoides fósiles y fauna asociada de la localidad “Guadalupe Victoria”, ubicada en la población Guadalupe Victoria, Municipio de Abasolo en el Estado de Tamaulipas en el Noreste de México. La región de donde proviene el material se encuentra dentro de los límites de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla, la cual pertenece a una provincia faunística que comprende lo que actualmente es el Sureste de Estados Unidos, el Golfo de México, el Caribe y el Norte de Sudamérica. El material fósil y los sedimentos asociados pertenecen a la Formación Mesón depositados en la frontera Oligoceno–Mioceno, con una edad de 23-24 millones de años. Con base en la presencia de formas equinoides típicas de la zona litoral y en las características del sedimento, se desprende que el ambiente de depósito corresponde a una zona de playa abierta, somera, bien oxigenada, con una intensidad de corriente y oleaje media.

II. INTRODUCCIÓN

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUINODERMOS

1.1 Hábitos de los equinodermos

Los equinodermos son organismos exclusivamente marinos, generalmente estenohalinos habitan aguas con salinidad normal, 30-36 unidades prácticas de salinidad (ups) sin embargo algunos se han adaptado a ambientes de desembocaduras que llegan a tener hasta 17 ups. La falta de órganos excreto-osmoreguladores y el intercambio gaseoso a nivel dérmico han impedido a este grupo tan exitoso en el mar invadir el ambiente terrestre y el dulceacuícola (Sprinkle & Kier, 1987).

Se encuentran distribuidos en todos los mares, desde la zona litoral hasta la zona abisal, están ampliamente diversificados en aguas someras y tropicales; en aguas profundas llegan a constituir hasta el 90% de la biomasa total (Brusca y Brusca, 1990).

Todos los equinodermos son de vida bentónica (Figura 1), a excepción de algunos holotúridos pelágicos y *Rynkatropa pawsoni*, comensal de un pez de profundidades (Brusca y Brusca, 1990).

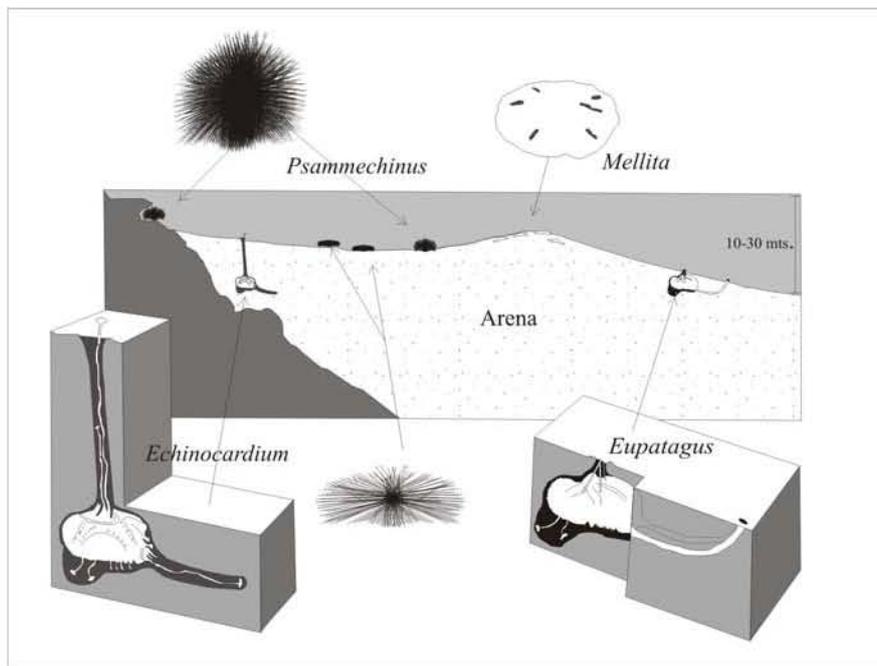


Figura 1.- Formas de vida de algunos Equinodermos (Sprinkle & Kier, 1987).

Los equinodermos pueden ser herbívoros, detritívoros, comensales, depredadores oportunistas, o bien, se alimentan por suspensión, absorción corporal, inclusive llegan a ser especialistas estrictos (Ubaghs, 1967).

1.2 Desarrollo y simetría primaria

Horas después de la fecundación, en la etapa de gástrula, el embrión sufre un proceso de evaginación de la parte superior del arquenterón, la cual produce una vesícula independiente, la cavidad dentro de la vesícula es el celoma. En una etapa posterior, el celoma se divide en tres pares de vesículas, que se ubican; en una posición anterior, el axocele; en la parte media, el hidrocele; y en la parte posterior, el somatocele. La parte del arquenterón no relacionada con la formación del celoma, se convierte en el sistema

digestivo de la larva, el blastoporo queda abierto y da lugar al ano, característica principal de los deuterostomados, el otro extremo del arquenterón da lugar a la boca y se establece el plano de simetría bilateral de la larva. En la tabla 1 se mencionan los cuerpos celómicos de la larva y a las estructuras adultas en las que derivan (Ubaghs, 1967).

Tabla 1. Estructuras adultas derivadas de cuerpos celómicos de la larva.

(Con información de Ubaghs, 1967).

ESTRUCTURA CELÓMICA EMBRIONARIA	ESTRUCTURAS EN LA FASE ADULTA
Somatocele derecho	Sistema visceral aboral
Somatocele izquierdo	Precursores del sistema genital, neural y visceral adoral
Axoccele derecho	Vesícula madreporica
Axoccele izquierdo	Canal hidropórico
Hidrocele izquierdo	Principales componentes del sistema vascular acuífero

Después de la adquisición de la simetría bilateral de la larva (Figura 2), el ano y la boca se mueven en direcciones opuestas. La porción derecha se atrofia y se forman cinco radios equidistantes, estableciéndose así la simetría radial secundaria en el estado adulto de los equinodermos.

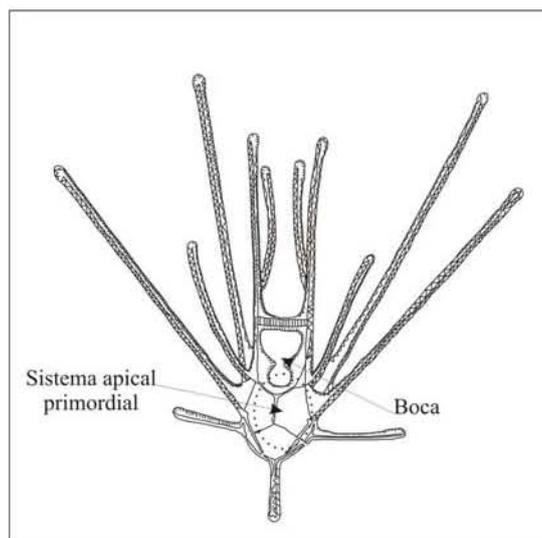


Figura 2. - Morfología de la larva Pluteus de *Echinocardium cordatum* (Melville & Durham.1966)

Conforme el proceso se desarrolla, la larva se ubica en el fondo y se fija a un sustrato adecuado en el cual culminará la transformación del estado larvario a la fase juvenil del estado adulto (Melville & Durham.1966) .

1.3 Estructura anatómica

Son tres características anatómicas fundamentales las que distinguen a los equinodermos: la simetría radial secundaria, el endoesqueleto de origen mesodérmico y el sistema vascular acuífero.

Simetría radial secundaria

La simetría radial, generalmente pentamérica se presenta en los equinodermos en su fase adulta como una adquisición secundaria en relación a la simetría primaria de la larva de la cual se deriva. La simetría radial secundaria responde a la disposición del sistema ambulacral, si los ambulacros e interambulacros se desarrollan uniformemente la forma del equinodermo es cilíndrica o globular, como en los holoturoideos y equinoideos respectivamente, pero si los ambulacros se desarrollan más que los interambulacros la forma resultante es la típica de los asteroideos (Ubaghs, 1967).

Endoesqueleto de origen mesodérmico

Los equinodermos poseen un endoesqueleto calcáreo, en su mayor parte constituido por carbonato de calcio en la forma de cristales de calcita.

El endoesqueleto de los equinodermos está formado por dos elementos interconectados: el estereoma compuesto por elementos minerales que forman una intrincada red y el estroma, constituido por fibras orgánicas y células dérmicas o conectivas que se depositan en las porosidades del estereoma. En general el estereoma constituye el 60 % de cualquier elemento esquelético (Ubaghs, 1967).

La composición química del endoesqueleto de los equinodermos actuales es de un 70 a 90% de carbonato de calcio y una moderada cantidad de sustitución iónica de carbonato de magnesio con mayor proporción en organismos desarrollados en ambientes cálidos que en ambientes fríos. Presentan también pequeñas cantidades de fosfatos, sulfato de calcio, sales de aluminio y hierro entre otros elementos.

El endoesqueleto crece adicionando elementos calcáreos en el exterior, en algunos elementos hay absorción interna de los cristales de calcita por lo que desaparecen las orientaciones cristalográficas que permiten inferir su condición inicial. En otros casos no hay reabsorción interna de los cristales de calcita por lo que las huellas de la condición inicial de crecimiento prevalecen aún al proceso de fosilización (Ubaghs, 1967).

El caparazón de los equinodermos está constituido por tres capas principales: el epitelio externo, la capa media y el endotelio.

La capa media es la que da origen al endoesqueleto, tiene tres componentes principales: el tejido muscular, el tejido conjuntivo no calcificado y el tejido calcáreo. El tejido muscular se forma a través de la diferenciación de células mesodérmicas, en los equinoideos este tejido está apenas presente por debajo del endoesqueleto. El tejido conjuntivo no calcificado está constituido por sustancias no celulares y fibras, combinadas con células en forma de estrella. El tejido calcáreo está compuesto por células mesodérmicas (capaces de secretar carbonato de calcio) que forman el endoesqueleto, el cual está constituido por oscículos, que son cualquier elemento esquelético como radiolas, placas, protuberancias y otras proyecciones. En los equinoideos los elementos esqueléticos se encuentran fusionados en placas, confiriéndoles la característica de presentar una concha rígida.

La fosilización no afecta las propiedades ópticas de los elementos esqueléticos, ya que son sustituidos gradualmente por calcita secundaria, de esta manera se conserva la

micro estructura y orientación cristalográfica original, haciendo evidente los patrones de crecimiento del grupo a través del tiempo (Ubaghs, 1967).

Sistema vascular acuífero

Está constituido por un mecanismo hidráulico compuesto de canales y vesículas derivado principalmente del hidrocele izquierdo. Este sistema está comprometido en funciones de alimentación, respiración, locomoción, creación de corrientes y como órgano sensorial.

El sistema vascular acuífero está conectado con el medio exterior a través de la placa madreporica y también hacia otros derivados celómicos, pasando por el canal pétreo, llamado así por la calcificación de sus paredes interiores, el cual está conectado con el canal circumoral, en donde se encuentra un sistema de cinco vesículas que permiten controlar la presión del líquido y repartirlo a través de cinco canales radiales distribuidos por debajo de los ambulacros, y para canalizarlo por las redes de canales hasta una serie de evaginaciones que se proyectan a través de los poros ambulacrales, como los pies ambulacrales, ventosas y otros apéndices especializados (Durham & Melville 1957).

2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA CLASE EQUINOIDEA

2.1 Anatomía de la concha

La concha de los equinoideos está constituida por cuatro regiones principales: el sistema apical, el sistema ambulacral, el peristoma y el periprocto, estas dos últimas regiones están conformadas por una serie de placas que cubren la zona anal y oral respectivamente, tienen un alto valor diagnóstico, sin embargo, debido a que las placas se encuentran disociadas entre si, pocas veces se conservan (Durham & Melville 1957).

Sistema apical

Las placas que forman el sistema apical (Figura 3) son las primeras en desarrollarse durante la metamorfosis. El sistema apical está constituido por placas oculares y las genitales. Las oculares son invariablemente cinco, y definen las zonas interambulacrales. Las genitales definen a las zonas interambulacrales que originalmente son cinco, algunas de estas pueden reducirse o fundirse dependiendo del grupo de equinoideos que las presenten. Las placas genitales en el estado adulto se encuentran perforadas cada una por uno o más poros genitales, la placa 2, según la orientación Loveliana (Figura 4), se encuentra perforada por uno o más hidroporos y se le denomina madreporita (Durham, 1957).

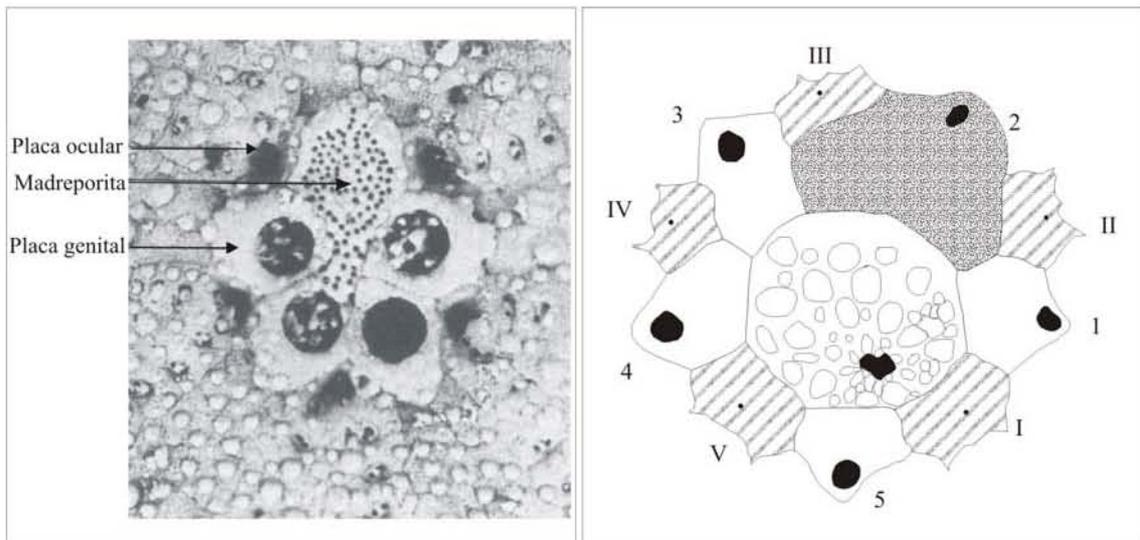


Figura 3.- Principales rasgos del sistema apical de un equinoide exocíclico (Sprinkle & Kier,1987).

Figura 4.- Orientación Loveliana del sistema apical de un equinoide exocíclico. Placas oculares I-V. Placas genitales 1-5 (Melville & Durham,1966).

Sistema ambulacral

Está constituido por cinco ambulacros y cinco interambulacros dispuestos meridionalmente desde el margen del sistema apical, hasta el margen del peristoma (Figura 5). Todas las placas del sistema ambulacral se forman en las zonas adyacentes al sistema apical, recorriéndose en dirección adapical conforme se adicionan placas y el equinoide continúa creciendo. Excepto en algunas formas Paleozoicas, cada ambulacro e interambulacro se forma de dos columnas, por lo que la corona en su totalidad se constituye de 20 columnas, alternando una columna ambulacral y una interambulacral

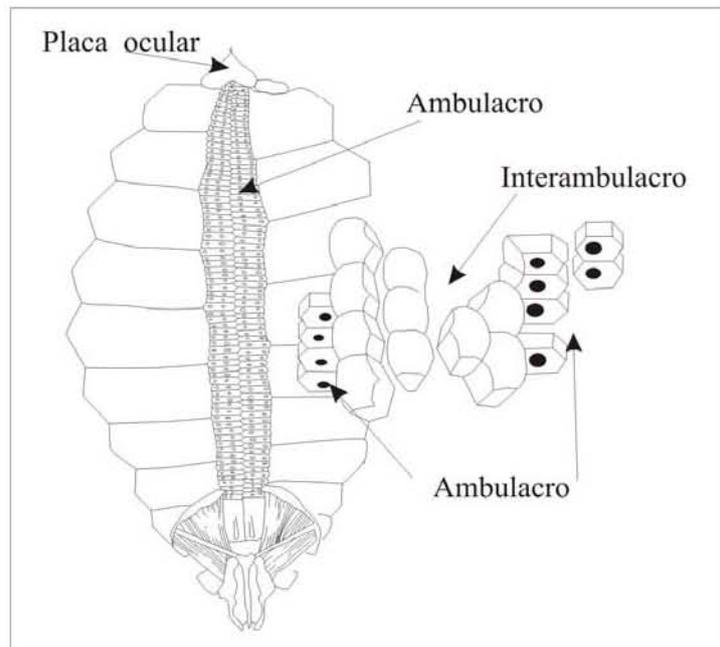


Figura 5.- Relaciones entre las columnas ambulacrales e interambulacrales (Melville & Durham, 1966).

En las placas del sistema ambulacral se ubican los tubérculos sobre los cuales se articulan los distintos apéndices de los equinoideos; radiolas, pedicelios y esferidios. Los diferentes apéndices de diversas formas y tamaños tienen funciones tales como, movilidad, protección, generación de corrientes, alimentación, excavación, etc. Dependiendo del tamaño de los tubérculos y de las espinas articuladas, se les clasifica como primarios, secundarios y miliars (Melville & Durham, 1966).

2.2 Equinoideos endocíclicos y exocíclicos

En la clase Equinoidea se pueden distinguir dos grupos que se caracterizan morfológicamente por la ubicación del periprocto con respecto al sistema apical: los equinoideos endocíclicos y los exocíclicos.

Los equinoideos endocíclicos (Figura 6) presentan el periprocto rodeado del disco apical, en este grupo la linterna de Aristóteles se encuentra bien desarrollada, predomina la simetría radial pentamérica con el ámbito globular, subglobular o ligeramente pentagonal (Melville & Durham, 1966).

Los equinoideos exocíclicos presentan el periprocto fuera del disco apical, la linterna de Aristóteles está ausente, predomina la simetría bilateral secundaria y el ámbito es marcadamente elíptico (Figura 7).

Como una tendencia evolutiva a partir del Jurásico, los equinodermos exocíclicos han desarrollado una simetría bilateral derivada del lado izquierdo del hidrocele, no correspondiente a la simetría bilateral primaria primitiva de la larva. Esta adaptación permitió un desplazamiento unidireccional, en algunos, la capacidad de excavar galerías en el sustrato por lo que se transformaron los hábitos alimenticios y de movilidad, de esta manera se explotaron nuevos nichos en el fondo marino

En la figura 8 se muestra el proceso de adquisición de la simetría bilateral secundaria (Sprinkle & Kier 1987).

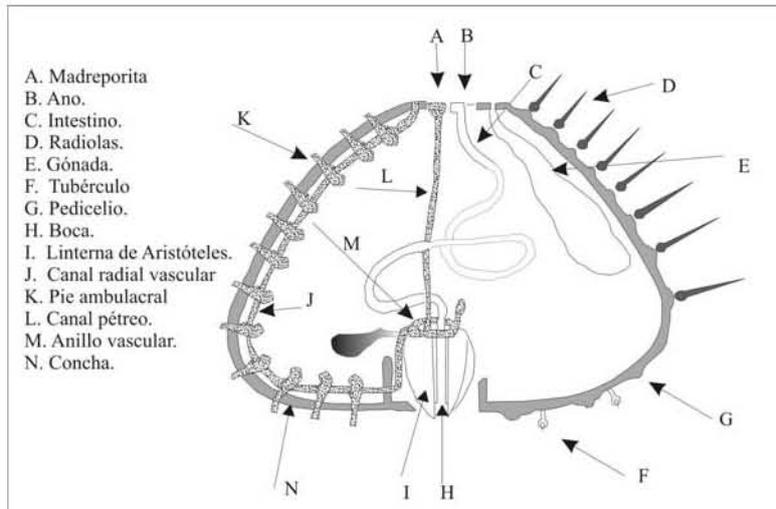


Figura 6.- Anatomía de un equinoide endocíclico (Sprinkle & Kier, 1987).

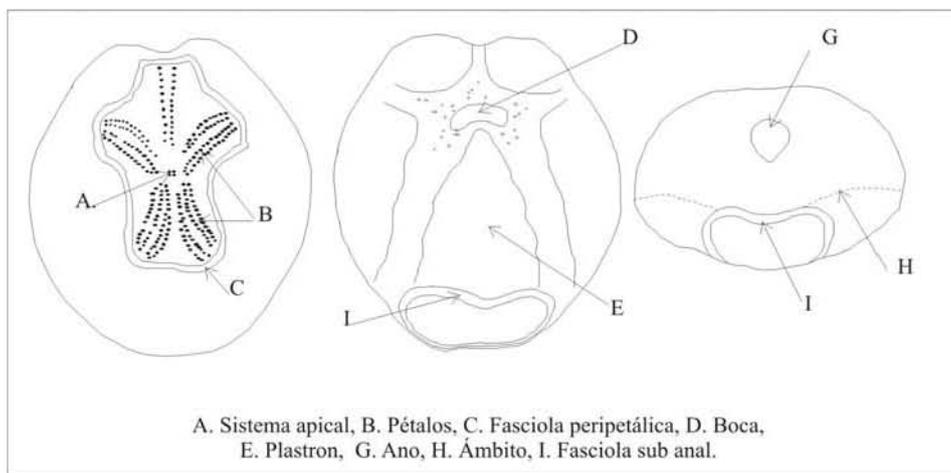


Figura 7.- Anatomía externa de un equinoide exocíclico. Familia Spatangidae (Kanasawa, 1992).

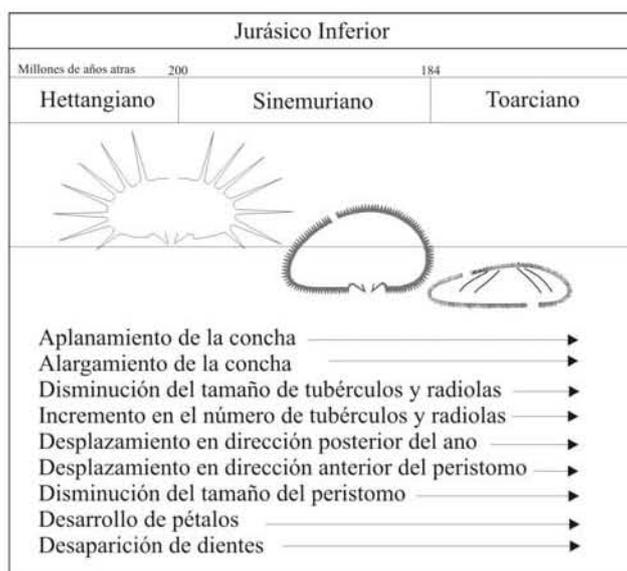


Figura 8.- Proceso de adquisición de la simetría bilateral secundaria (Sprinkle & Kier, 1987).

3. TAXONOMÍA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUINODERMOS

Es en 1734 cuando Jacobeus Theodorus Klein publica el *Naturalis Dispositio Echinodermatum*, reconoce 22 géneros y 12 taxa supragenéricos. Asocia el nombre equinodermos (del griego “*echinos*”, espina; “*derma*”, piel) con los erizos de mar. 24 años después Linneo, en la décima edición del *Systema Naturæ* asigna al género *Echinus* a todos los equinoides reconocidos hasta entonces, es a partir de esta edición que la nomenclatura vigente se empezó a utilizar. Fue hasta 1791 cuando el término Equinodermata propuesto por Klein se extendió hacia los demás grupos del filum (Brusca y Brusca, 1990).

Debido a la alta diversidad en las formas actuales, así como al abundante registro fósil de los equinodermos, ha sido difícil ubicar a todas las formas de este grupo hasta su condición taxonómica actual. Los equinodermos han sido agrupados junto con otros animales tan variados como los moluscos y los cnidarios, fue hasta mediados del siglo XIX que se reconoce al grupo como un taxón independiente, a partir de este momento la discusión acerca de la clasificación de los equinodermos se enfoca hacia el interior del grupo (Brusca y Brusca, 1990).

El grupo de los equinodermos comprende alrededor de 7,000 especies actuales representadas en seis clases: *Asterozoa*, *Ophirurozoa*, *Echinozoa*, *Holothurozoa*, *Crinozoa* y *Concetricyclozoa*. Se han descrito alrededor de 13,000 especies representadas en el registro fósil (Brusca & Brusca, 1990).

A continuación se presenta parte del esquema de clasificación del filum propuesto por Durham (1966), siguiendo la línea desde el subfilum Echinozoa hasta los cinco superórdenes de la subclase Euechinozoa. Se anotan las similitudes fundamentales dentro de cada categoría taxonómica y se resaltan con negritas y cursivas los grupos a los que pertenecen los fósiles estudiados.

Filum Equinodermata

Similitudes fundamentales entre los miembros del filum:

- Simetría radial secundaria.
- Endoesqueleto de origen mesodérmico constituido por placas, radiolas y espículas.
- Presencia del sistema vascular acuífero, exclusivo de este grupo.

Comprende cinco subfila:

- Homalozoa (†)
- Crinozoa
- Asterozoa
- ***Echinozoa***
- Blastozoa (†)

Las formas más antiguas registradas del Filum Equinodermata datan de principios del Paleozoico. En el Ordovícico se registra una gran radiación del Subfilum Crinozoa, el cual presenta un evento de extinción de clases a principios del Mesozoico, coincidiendo esto último con una radiación importante del Subfilum Echinozoa. El Subfilum Asterozoa presenta la máxima diversidad de clases en la actualidad (Sprinkle, 1987) (Figura 9).

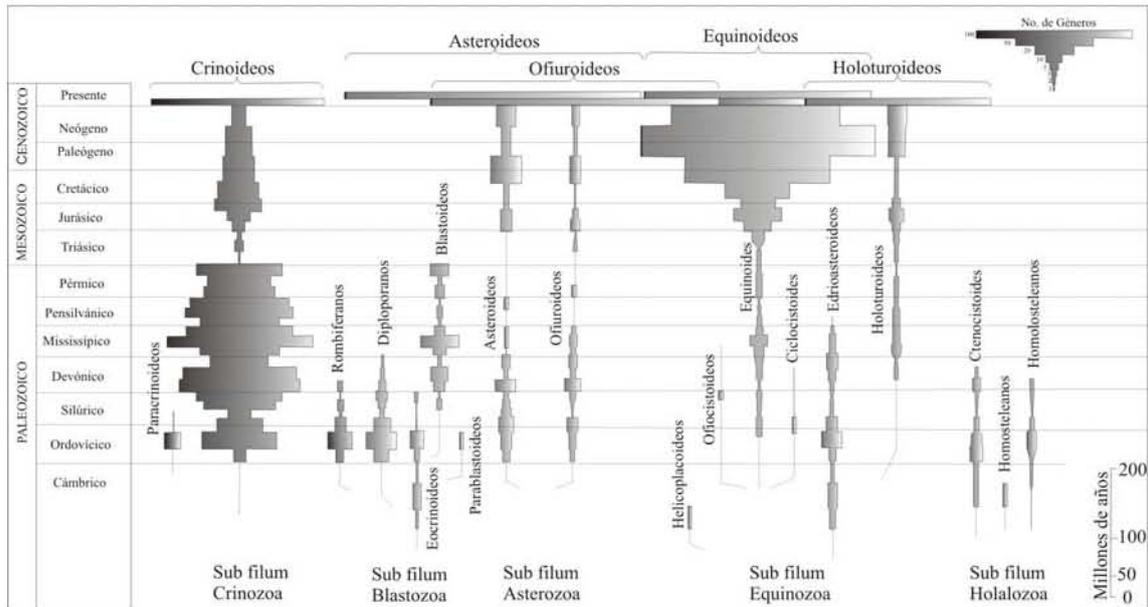


Figura 9.- Alcance estratigráfico y abundancia relativa de las clases del Filum Equinodermata (Tomado de Sprinkle & Kier, 1987).

Subfilum Echinozoa

Similitudes fundamentales.

- Generalmente globoides, cilíndricos y discoidales.
- Correspondencia del tamaño entre los ambulacros y los interambulacros, por lo que no presentan brazos o extensiones, características de los subfila Asterozoa y Crinozoa.
- Tendencia hacia una diferenciación en patrones meridionales de las estructuras esqueléticas, de los sistemas muscular, reproductivo y nervioso, lo que tiene como consecuencia una tendencia evolutiva hacia la simetría bilateral.

Comprende ocho clases:

- Helicoplacoidea (†). Cámbrico inferior.
- Edriasteroidea (†). Cámbrico inferior- Missisípico.
- Edrioblastoidea (†). Ordovícico inferior- medio.
- Ophiocystioidea (†). Ordovícico medio- Silúrico inferior.
- Cyclocystoidea (†). Cámbrico-Pérmico.
- **Echinoidea. Ordovícico medio- Reciente**
- Holothuroidea. Ordovícico medio- Reciente
- Concentricycloidea. Reciente.

Clase Echinoidea Leske, 1778.

En la actualidad se conocen alrededor de 500 especies de equinoides vivos, se han descrito aproximadamente 2500 formas extintas. Aparecen en el Ordovícico, sin embargo el registro en el Paleozoico es muy escaso. En el Mesozoico son muy abundantes y diversos, pero es hasta principios del Terciario que alcanzan el máximo de diversificación y abundancia, observándose después un declive uniforme y constante en la diversificación del grupo (Ubaghs, 1967).

Similitudes morfológicas fundamentales entre la clase Echinoidea

- Cuerpo globoso o discoidal.
- Caparazón constituido por la intercalación a manera de meridianos de cinco áreas ambulacrales y cinco áreas interambulacrales.

- Placas esqueléticas fusionadas.
- Espinas móviles.
- Surcos ambulacrales cerrados.

Comprende 2 Sub-clases

- Perischoechinoidea M'Coy, 1849
- *Euechinoidea Bronn, 1860*

Sub-clase Euechinoidea

Similitudes morfológicas fundamentales

- Cuerpo Globoso o discoidal.
- Número variable de pies ambulacrales por placa.
- Sistema apical con placas genitales y oculares.
- Corona con arreglo ambulacral e interambulacral bicolumnar.

Características para tomar en cuenta en la clasificación de los Euechinoidea.

Carácter endocíclico o exocíclico del periprocto.

Características de los ambulacros.

Estructura, posición de la boca y del aparato masticador o la ausencia de este último.

Forma y estructura de los tubérculos y espinas.

La estructura del sistema apical.

Presencia o ausencia y el tipo de fasciolas.

La Sub-clase Euechinoidea contiene cinco Super-órdenes.

- Diadematacea
- Echinacea
- Gnathostomata
- Atelostomata
- Incierto

III. OBJETIVOS

- Identificar y ubicar taxonómicamente los equinodermos fósiles a nivel genérico o específico.
- Determinar el alcance estratigráfico de los equinodermos identificados.
- Determinar la edad del ambiente de depósito.
- Interpretar el ambiente de depósito.
- Interpretar el hábitat de los equinodermos y de la fauna asociada.
- Determinar las afinidades faunísticas entre la zona de estudio y las zonas circundantes (Sierra Madre Oriental, Caribe, Centro América, Sureste mexicano, Costa Sureste estadounidense).

IV. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El material fósil proviene de los alrededores del poblado de Guadalupe Victoria, perteneciente al Ejido de Guadalupe Victoria en el Municipio de Abasolo, Estado de Tamaulipas, México.

El Estado de Tamaulipas se localiza en el noreste de la República Mexicana, limita al norte con los Estados Unidos de América, al sur con el estado de Veracruz; al sureste con San Luis Potosí; al oeste con Nuevo León y al este con el Golfo de México. El estado se encuentra localizado entre los 22° 13' y 27° 49' de latitud norte y entre los 98° 8' y 100° 10' de longitud oeste (Figura 10). Tiene un extensión de 79, 879 Km².

La mayor parte del territorio de Tamaulipas pertenece a la Planicie Costera del Golfo de México con alturas menores a los 350 msnm; en la parte oeste del estado se localiza la Sierra Madre Oriental con cimas montañosas de hasta 3,661 m. Entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México se encuentra la sierra de Tamaulipas con una altitud media de 1,100 m., con una cima máxima de 1,500 m. Existen también las Sierras de San Carlos y de San José de las Rusias.

El Municipio de Abasolo es uno de los 43 en los que está dividido el estado, se localiza en la porción central de la entidad. Abasolo, la cabecera Municipal se encuentra en los 24° 03' de latitud norte y los 98° 22' de longitud oeste, sobre la cuenca hidrológica del Río Soto la Marina. Colinda al norte con los Municipios de Cruillas y San Fernando; al sur con los de Casas y Soto la Marina; al este con Soto la Marina y al oeste con el de Jiménez. Tiene una altitud media de 70 m. sobre el nivel medio del mar.

El poblado de Guadalupe Victoria se encuentra ubicado en la región noreste del municipio de Abasolo, en el punto 24° 05' N y los 98° 15' W.

La localidad fosilífera se encuentra aproximadamente a 250 metros al este del poblado, justo debajo del puente de la brecha que va hacia el sur del Municipio.

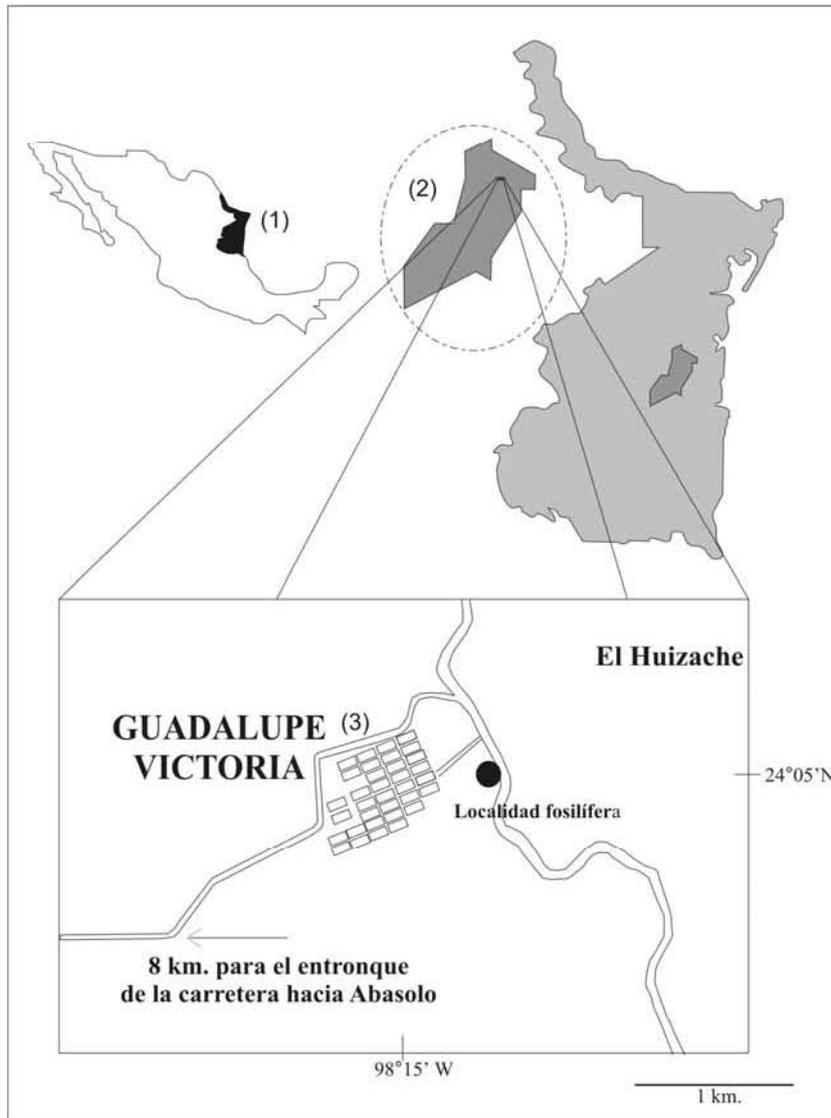


Figura 10.- Mapas de Localización. Estado de Tamaulipas (1), Municipio de Abasolo (2), Población Guadalupe Victoria (3).

V. MARCO GEOLÓGICO

En el contexto fisiográfico, el territorio mexicano es un complejo mosaico moldeado por las intensas y constantes interacciones de eventos geológicos. En la actualidad se reconocen 12 principales provincias morfotectónicas: ocho continentales y tres marinas (de Cserna, 1989). El territorio de cada provincia comparte características fisiográficas generales resultantes de eventos geológicos particulares. Las interpretaciones derivadas de la causa y efecto en sus diferentes niveles (local, regional, global) son base troncal del trabajo del paleontólogo.

La localidad fosilífera “Guadalupe Victoria” se encuentra ubicada dentro de la “Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla” la cual pertenece a la provincia morfotectónica denominada “Planicie Costera del Golfo”.

Planicie Costera del Golfo

Esta Provincia se encuentra adyacente al margen este de la Sierra Madre Oriental, coincide con el margen terminal este del Eje Neo-volcánico Mexicano, comparte también el margen este de la provincia de la Sierra Madre del Sur, y el margen Norte de la Sierra de Chiapas. Abarca parte de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla (CST-M)

La Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla (CST-M) (Figura 11) se localiza en la parte oriental del territorio nacional, en los estados de Tamaulipas y Veracruz, ocupa una superficie de 25,000 Km². Se encuentra limitada al norte por la porción sur de la Sierra de Tamaulipas, al sur por las poblaciones de Nautla y Misantla, Veracruz y el Macizo de Teziutlán; al oeste por la Sierra Madre Oriental, y al este por el Golfo de México.

La CST-M es un elemento negativo terciario que se formó como consecuencia del levantamiento orogénico que dio origen a la Sierra Madre Oriental.

La topografía está gobernada por la erosión diferencial de rocas calcáreas, areniscas, material tobáceo y de origen ígneo. El accidente más notable es la Sierra de Tantima, de origen ígneo y que alcanza una altura de 1,200 msnm.

La CST-M está constituida por tres unidades estructurales primarias: La parte sur de la plataforma de Tamaulipas, la Antefosa de Chicontepec y la Sierra Madre Oriental.

Durante el Eoceno la Revolución Laramídica levantó y plegó los sedimentos del norte del país, dando origen a la Sierra Madre Oriental y a gran parte del altiplano. Durante la diferenciación de la Sierra Madre Oriental se formaron en sus márgenes antefosas, donde se acumularon grandes espesores de sedimentos durante las etapas de mayor orogenia de la Sierra (López-Ramos, 1957).

En el Paleoceno se depositaron los sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Velasco desde la región de Ebano-Pánuco hasta el paralelo de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Los sedimentos arcillosos se siguieron depositando durante el Eoceno Inferior; Formación Aragón y del Eoceno Medio; Formación Guayabal. Es de resaltarse que el bloque La Faja de Oro, una estructura semicircular arrecifal cretácica ubicada al sur de la cuenca, sufrió movimientos durante el Eoceno tardío, resultando en fuertes

discordancias en las formaciones depositadas entre el Cretácico tardío y el Eoceno tardío.

López-Ramos (1957) menciona en la Excursión C-16 del Congreso Geológico Internacional, que los depósitos del Oligoceno Inferior de la CST-M representados por la Formación Palma Real, son característicos de mares transgresivos, descansando estos en discordancia sobre la Caliza Cretácica El Abra. Los cambios de facies frecuentes en los depósitos del Oligoceno Medio y Superior son el resultado de constantes eventos marinos transgresivos y regresivos, predominando los últimos. En este período hacia el sur de la CST-M se inició un proceso de levantamiento y plegamiento, con hundimientos locales que originaron las transgresiones locales, representadas por las Formaciones Horcones y Palma Real.

Durante el Oligoceno se depositaron las formaciones Alazán, Mesón, Coatzintla y Escolín. López-Ramos (1957) menciona como generalidad la dificultad del estudio de estos depósitos debido a la irregularidad de los mismos, producto de la intensa dinámica regresiva-transgresiva de los océanos en la época.

De acuerdo a los estudios realizados en el campo, la fauna acompañante y las rocas portadoras, los especímenes provienen de la Formación Mesón, la cual de manera general se desarrolló en facies de aguas someras, formadas por arenisca, caliza delgada y marga arenosa; en algunos lugares presenta desarrollo de caliza coralina y lutita arenosa (Figura 12). Esta formación aflora en una franja de aproximadamente 30 km paralela a la actual costa del Golfo de México, desde el límite del Río Cazonés hasta el Norte de Tampico. La Formación Mesón subyace a la Formación Tuxpan y descansa sobre la Formación Alazán (López-Ramos, 1957).

La edad de la Formación Mesón comprende del Oligoceno Medio al Mioceno. Es considerada un desarrollo somero de la Formación Escolín, Coatzintla y la parte superior de la Palma Real. La Formación Alazán es referida como un desarrollo local de aguas profundas de la parte inferior de la Formación Mesón (Barker & Blow, 1976) (Figura 13).

La Formación Tuxpan representa los depósitos del Mioceno Inferior de la CST-M, en lo general esta formación es de carácter transgresivo, muy similar a los depósitos del Oligoceno Medio-Superior, la diferencia es que esta última es de carácter regresivo. Estos estratos de las Formaciones Tuxpan y Mesón se encuentran casi en su totalidad en posición horizontal, ya que fueron poco afectados por movimientos orogénicos (Barker & Blow, 1976).



Fig. 11.- Mapa de localización de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla.
(López-Ramos, 1980)

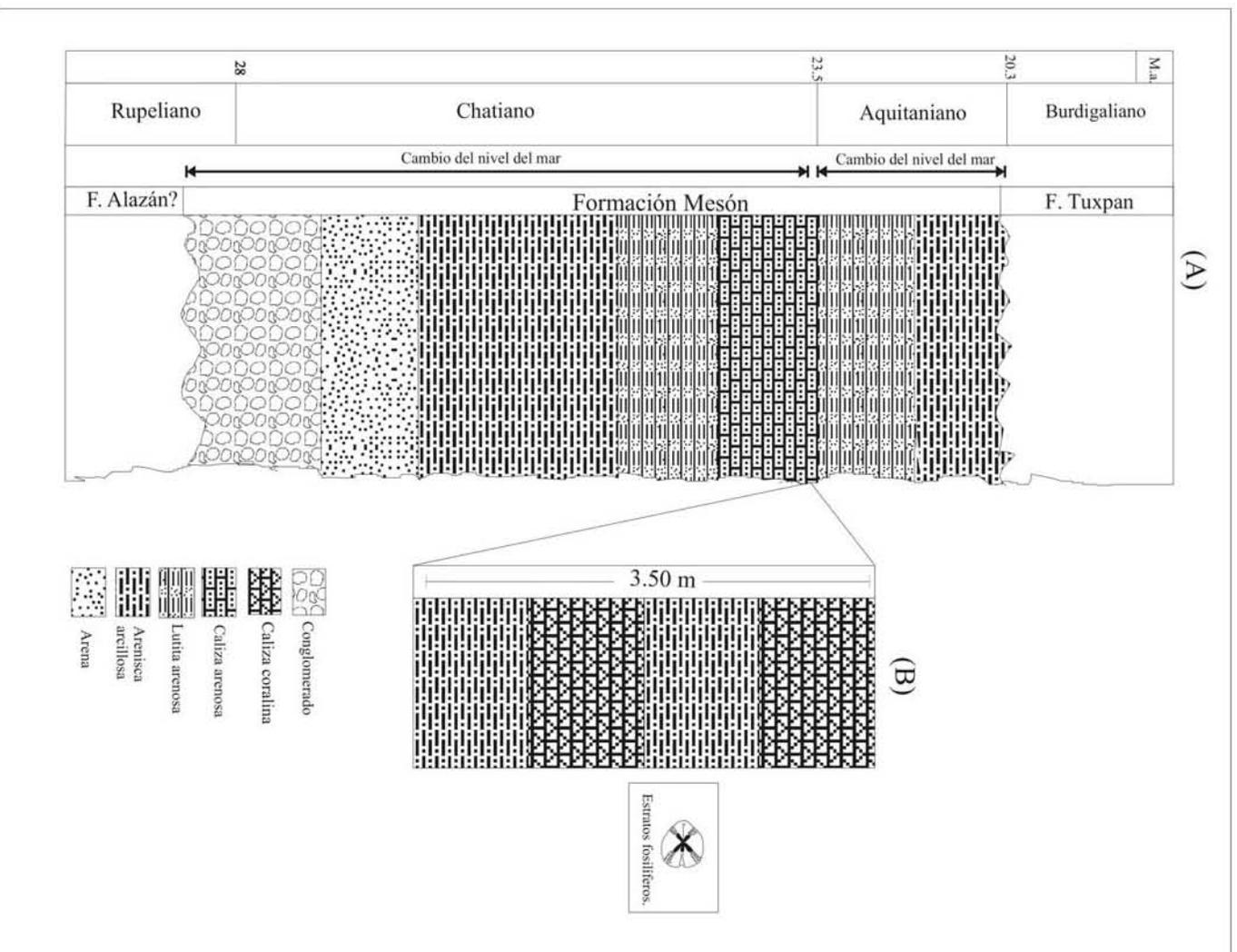


Figura 12.- (A) Columna estratigráfica general de la Formación Mesón, basada en datos de López-Ramos (1956, 1980), (B) Sección de la localidad “Guadalupe Victoria”.
M.a.= Millones de años.

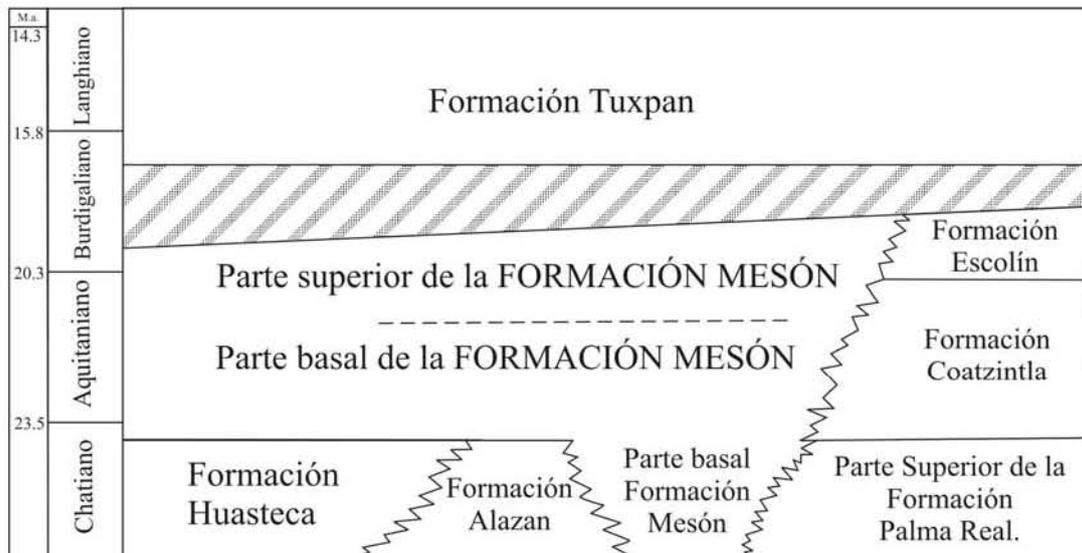


Figura 13. Relaciones estratigráficas de las formaciones en la CST-M.
(Modificado de Barker & Blow, 1976)

VI. METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Preparación del material

Equinodermos

Los ejemplares se introdujeron durante periodos breves en una solución al 5% de ácido clorhídrico, se enjuagaron y se repitió la operación con el propósito de disolver lo más posible el sedimento calcáreo adherido a la concha sin deteriorar a esta última. Posteriormente se realizó una limpieza fina con un martillo neumático para remover el sedimento restante que impidiera observar claramente las estructuras con valor diagnóstico

Para la identificación y la ubicación taxonómica de los ejemplares hasta el nivel de género se utilizó el esquema de clasificación propuesto por Durham (1966), para la ubicación específica se utilizó bibliografía especializada.

Las fotografías se realizaron en formato digital. Se utilizó una cámara acoplada a un microscopio estereoscópico Olympus.

Foraminíferos

Se utilizaron técnicas de micropaleontología para verificar la presencia de formas planctónicas. Se colocaron 100 gramos del sedimento disgregado en una cápsula de porcelana y se dejó remojar durante 5 días, posteriormente se secó el material y se tamizó en tamices previamente remojados en azul de metileno con la finalidad de evitar contaminación de otras muestras. El tamiz más fino que se utilizó presenta una abertura de 0.0625 mm. Se dejó secar la muestra ya tamizada y se procedió a buscar foraminíferos utilizando un microscopio estereoscópico.

Láminas delgadas.

Para la identificación de los foraminíferos bentónicos a nivel de especie se realizaron cortes a diferentes planos de los foraminíferos con la finalidad de observar las estructuras internas diagnósticas.

Se utilizó una cortadora de roca Buehler Lapro 15 para cortar la muestra en fragmentos uniformes de cinco x cinco centímetros aproximadamente, posteriormente con una cortadora de roca Isomet 4000 para cortes rectos y finos se emparejaron las superficies de la roca. La muestra ya emparejada se colocó en un portaobjetos petrográfico de uno x tres pulgadas y se pegó con resina termoplástica. Por último se utilizó un sistema para secciones delgadas (laminadora – esmeriladora) Petro-Thin. para obtener un grueso de la muestra de entre 30 y 40 micras que permita la correcta observación de la muestra en un microscopio petrográfico.

Para la ubicación taxonómica de los macroforaminíferos se utilizó el esquema de clasificación de Loeblich & Tappan (1988).

Descripción de los sedimentos.

La descripción de los sedimentos se basó en el sistema de clasificación de carbonatos de Folk (1962).

Se utilizó la clave para la identificación de rocas carbonatadas de Fishter y Poché (1993).

VIII. RESULTADOS

1. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE EQUINODERMOS

FILUM **ECHINODERMATA** Klein, 1734
CLASE **ECHINOIDEA** Leske, 1778
SUB CLASE **EUECHINOIDEA** Bronn, 1860
SUPER ORDEN **DIADEMATACEA** Duncan, 1889
ORDEN **DIADEMATOIDEA** Duncan, 1889
FAMILIA **DIADEMATIDAE** Gray, 1855
(=Centrechinidae, Jackson, 1912)
GÉNERO **DIADEMA** Gray, 1855
(=Centrechinus, Jackson, 1912)

Diadema sp.

LÁMINA 1

Ejemplar Núm.	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Aparato apical	Peristoma
FCMP-06-001	65	64	35	-----	-----

Descripción. Equinodermo endocíclico, forma sub-pentagonal, sub-globular, ligeramente deprimido en la superficie adoral. Se aprecia una suave tendencia a la bilateralidad.

Cada zona ambulacral e interambulacral está bicolmnada. Los ambulacros son del mismo tamaño, sin embargo los interambulacros difieren de ancho entre las columnas de un mismo interambulacro, siendo el doble de ancho las columnas interambulacrales que las intraambulacrales.

Tubérculos primarios grandes de hasta 3 mm los más grandes sobre el ámbito; mamelones altos y cerrados, ordenados en series de un tubérculo primario y uno secundario. En la superficie adoral los tubérculos primarios se encuentran dispuestos sobre las zonas interambulacrales adyacentes al margen y los secundarios hacia la zona interior, conforme se acercan y pasan las series hacia la zona oral, los tubérculos primarios disminuyen su tamaño.

En las zonas ambulacrales se observan pequeños tubérculos, los más grandes de 1 mm de diámetro. En la zona adoral se presentan dos hileras de poros pareados, observándose tres hileras en la zona del ámbito y en la zona oral.

En la zona adoral marginal se observa el inicio de una depresión pronunciada hacia la parte central.

Discusión. El ejemplar presenta los caracteres diagnósticos del género *Diadema*; concha sub-hemisférica, deprimida en la zona oral, los tubérculos ambulacrales dispuestos en dos series regulares. El aparato apical no está presente. La zona oral se encuentra completamente cubierta por sedimentos.

La falta de elementos de importancia diagnóstica como el aparato apical y la zona oral, junto con la ausencia de apéndices hacen difícil ubicar el ejemplar a nivel específico.

Alcance estratigráfico: El género *Diadema* tiene un alcance estratigráfico del Cretácico tardío al Reciente (Barraclough, 1966).

Distribución actual: Los miembros de esta familia se caracterizan por habitar zonas litorales y sub-litorales, en mares tropicales a sub-tropicales, en particular el género *Diadema* se asocia a ambientes someros con arrecifes de coral de los océanos Atlántico e Indopacífico (Barraclough, 1966).

SUPER ORDEN ATELOSTOMATA Zittel, 1879
 ORDEN CASSIDULOIDEA Claus, 1880
 FAMILIA ECHINOLAMPADIDAE Gray, 1851
 GÉNERO ECHINOLAMPAS Gray, 1825
 (= *Hypsoclypus* Pomel, 1869)
 (= *Miolampas* Pomel, 1883)
 (= *Euechinolampas* Pomel, 1887)
 (= *Progonolampas* Bittner, 1892)
 (= *Paleolampas* Clark, 1925).

Echinolampas depressa Gray, 1851
 (= *Echinolampas depressus* Gray, 1851)
 (= *Echinolampas caratomides* Agassiz, 1869)

LÁMINA 2

Ejemplar Num.	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Altura (mm)	Aparato apical	Peristoma (mm)
FCMP-06-002	48	44	24	-----	Largo: 8 Ancho: 5

Descripción. Equinodermo exocíclico de tamaño mediano, concha globosa, con un ligero contorno pentagonal. Sistema apical monobasal, el ápice coincide con el centro del sistema apical, el cual está ligeramente excéntrico anteriormente. Pétalos largos, 23 mm aproximadamente, abiertos, entre los pétalos II-I y IV-V hay aproximadamente 70° entre sí, entre el ambulacro anterior (III) y los laterales anteriores (II y IV), hay aproximadamente 40°. Los pétalos tienen una ligera curvatura en dirección anterior. Los poros pareados son de tamaño similar.

Los pétalos anteriores presentan la serie de poros anterior 1/3 parte más corta que la serie posterior; en los pétalos posteriores, las series posteriores son las que tienen 1/3 parte menos de la longitud que las series anteriores.

Todo el espacio interambulacral adoral se encuentra liso, presenta el margen redondeado.

La superficie oral presenta el peristoma excéntrico anteriormente, casi central, dispuesto transversalmente en el centro de la concavidad de la superficie oral, presenta un ligero borde en el margen anterior. La superficie oral presenta una granulación miliar uniforme. Aunque la zona del periprocto se encuentra desgastada, es posible apreciar los bordes de éste, y por lo tanto reconocer la ubicación inframarginal del periprocto.

Discusión. *Echinolampas depressa* se distingue anatómicamente de *Equinolampas alexandri* (d'Loriol) sólo en la disposición del aparato masticador en los ejemplares juveniles, sin embargo, *Echinolampas alexandri* tiene una distribución restringida al Océano Índico. Con *Echinolampas aldrichi* (Twitchell), forma común del Oligoceno de la CST-M difiere en que esta última tiene la zona adoral plana y presenta tubérculos pequeños con areolas.

Alcance estratigráfico. El primer registro del género se encuentra en el Eoceno, en el mismo periodo el grupo experimentó una radiación evolutiva ocasionando una gran diversidad de especies. Durante el Oligoceno y principios del Mioceno el grupo se diversificó, fue a mediados del Mioceno que el grupo tiene un declive importante en el número de especies. Se reconocen 10 especies actuales y al menos 250 formas fósiles del grupo entre el Eoceno y el Mioceno (Durham, 1957).

Distribución biogeográfica Los equinolampaideos recientes se encuentran distribuidos en las regiones tropicales y sub – tropicales de los océanos Atlántico e Indo-Pacífico. *Echinolampas depressa* se distribuye en lo que se conoce en la actualidad como la provincia Atlántica del Golfo (Mortensen, 1948). El centro de distribución de los Equinolampaideos fósiles se reconoce en la región circummediterránea, se extiende hasta la India, el Archipiélago Malayo, arriba a las islas Bonin y Australia. No se conocen formas de este grupo en las costa Oeste del continente americano, a excepción de una especie; *Echinolampas atascaderensis* ubicada en las costas del Perú (Mortensen, 1948).

Rango batimétrico: El género tienen un rango de distribución batimétrica de 10 a 500 metros. *Echinolampas depressa* tiene registros en profundidades que van de los 35 -210 metros. Algunas especies actuales como *Echinolampas ovata* y *Echinolampas alexandri* se han encontrado en zonas litorales (Mortensen, 1948).

ORDEN SPANTANGOIDA Claus, 1876
 SUB ORDEN MICRASTERINA Fisher, 1966
 (= *Prymnodesma* Duncan, 1889)
 FAMILIA BRISSIDAE Gray, 1855
 GENERO MACROPNEUSTES Agassiz, 1847
 (= *Plagiopneustes* Fourtau, 1905)

Macropneustes mexicanus Dickerson & Kew, 1917

LÁMINA 3

Ejemplar Num.	Longitud (mm)	Ancho max. (mm)	Altura max. (mm)	Aparato apical (mm)	Peristoma (mm)
FCMP-06-003	72	67	31	Largo:3 Ancho: 4	Largo:14 Ancho: 6
FCMP-06-004	61	54	28	Largo:3 Ancho: 4	Largo: 9 Ancho: 4

Descripción: Equinoide exocíclico, concha ovoide casi circular en forma de corazón. Presenta fasciola peripetálica bien definida aunque irregular en forma, la fasciola sub-anal se caracteriza por tener vértices angulosos. Superficie superior sub-cónica con el ápice justo debajo del sistema apical.

Pétalos pareados abiertos, deprimidos, aproximadamente del mismo tamaño, ligeramente curvados hacia la parte anterior, no se encuentran conjugados, ambulacro anterior III no petaloide y deprimido, formando un surco que se extiende desde el sistema apical hasta el peristoma. La segunda mitad de los pétalos pareados anteriores tienen una ligera curvatura en dirección anterior, los pétalos posteriores también la presentan aunque menos pronunciada.

Los poros pareados están dispuestos uniserialmente, de 24 a 30 series en cada pétalo. Los poros exteriores son periformes, mientras que los interiores están ligeramente más redondeados.

De 12 a 15 tubérculos primarios grandes y perforados, restringidos a la zona anterior de cada pétalo pareado; interradios: 1^a, 2^a, 3b y 4b (según el sistema Loveniano) dentro de la zona circundada por la fasciola peripetálica.

Sistema apical ligeramente excéntrico anteriormente, casi central, en condición etmolítica, la madreporita tiene un crecimiento hacia atrás, de tal manera que divide en dos grupos las placas oculares: I, II, y III, IV, V.

La superficie adoral de la concha, por afuera de la fasciola peripetálica es lisa y uniforme en textura.

Superficie oral plana. Peristoma excéntrico anteriormente con forma de media luna, ligeramente deprimido en relación al margen. Dimensiones del peristoma: 11 mm. de ancho, 6 mm. de largo. Labrum muy pronunciado en cuya base se presenta el amfisternum constituido por grandes placas que se prolongan hacia la zona del

periprocto, junto con el borde anterior de la fasciola sub -anal circundan al plastron, el cual es atravesado centralmente por una costilla que va desde la base posterior del labrum hasta la base anterior del periprocto.

Granulación miliar uniforme en la superficie de las placas interambulacrales haciéndose más fina hacia el ámbito.

El ejemplar presenta deterioro importante en la zona del periprocto por lo que la fasciola sub-anal se puede distinguir pero no es posible determinar la trayectoria completa, como tampoco la posición ni forma exacta del periprocto.

Discusión. El ejemplar presenta los caracteres diagnósticos del género *Macropneustes*; concha grande, sub -oval, alta, pétalos largos y deprimidos, sistema apical etmolítico con 4 poros genitales, fasciola peripetálica y sub -anal, tubérculos primarios grandes y circundados por la fasciola peripetálica. Difiere de *Macropneustes antillarum* en que éste no presenta tubérculos primarios grandes, el surco del ambulacro anterior es mucho más pronunciado y la concha es más alta.

Con algunas especies del género *Eupatagus* coincide en muchas características, con excepción de dos: pétalos deprimidos y la altura de la concha, en particular los ejemplares tienen una afinidad morfológica con *Eupatagus cubensis* reportado para el Mioceno tardío de Cuba, coincide en tener concha grande y muchos tubérculos primarios grandes dentro de la fasciola peripetálica, es mayor la altura de la concha de estos ejemplares que los de *Eupatagus cubensis*, los tubérculos primarios están ordenados de manera uniforme dentro de la fasciola peripetálica, sin embargo, en vez de estar dispuestos sobre toda la superficie del interambulacro como en *Eupatagus cubensis*, sólo ocupan la mitad anterior a cada pétalo pareado, por lo que presenta entre 12 y 15 tubérculos primarios a diferencia de los 30-35 de *Eupatagus cubensis*. Por otro lado también difiere en la orientación de los pétalos posteriores, mientras los ejemplares aquí descritos presentan una ligera curvatura hacia adelante, *Eupatagus cubensis* presenta una ligera curvatura hacia atrás. En todos los demás caracteres no se encuentran diferencias consistentes.

Con *Eupatagus curvus*; reportado para el Eoceno tardío de Georgia y Florida, difiere sólo en la dirección de los pétalos posteriores. Con *Eupatagus ocalanus*; del Eoceno tardío de Georgia y Alabama difiere en la disposición del periprocto y en la ausencia de tubérculos primarios en las zonas interambulacrales anteriores a los pétalos pareados.

Alcance estratigráfico: Oligoceno tardío.

El género *Macropneustes* tiene alcance estratigráfico del Eoceno al reciente.

2. MICROPALAEONTOLOGÍA

En el trabajo paleontológico, la confianza en la precisión de la ubicación temporal de los sedimentos y las características del ambiente en el que estos se depositaron, son aspectos fundamentales para desarrollar una investigación. Una de las herramientas más poderosas para validar interpretaciones temporales y paleoambientales es la micropaleontología.

La gran abundancia de las micropaleoformas, la tendencia a la fosilización debido a la presencia de carbonato de calcio en la mayoría de las conchas que las caracterizan y sobre todo la diversidad de formas y la correlación de éstas con ambientes determinados, hacen de este grupo los fósiles índices por excelencia.

El auge en la utilización de hidrocarburos desde el siglo pasado y la utilización de la micropaleontología como herramienta para la exploración de yacimientos explotables, tiene como consecuencia un gran desarrollo en esta área paleontológica. El acervo de información ha sido de gran valor para otras áreas de las ciencias de la tierra como calibrador temporal y ambiental de los sedimentos estudiados.

En los sedimentos asociados a los equinoides Terciarios estudiados en este trabajo se identificaron diversas formas de macroforaminíferos que remiten los sedimentos a una edad del Oligoceno-Medio al Eoceno-Temprano (Aquitaniense) (Figura 14), correspondiendo a la parte Media-Superior de la Formación Mesón (López y Ramos, 1956).

En la descripción de los ejemplares en lámina delgada, destacan las *Lepidocyclinas Eulepidinas*, típicas del Oligoceno, en particular *Lepidocyclina (Eulepidina) cf. undosa* (Cushman, 1919), especie referenciada para el Oligoceno-Medio de la Formación Mesón (Barker, 1976). Por otro lado la forma *Heterostegina cf. panamensis* (Gravell, 1932) es reconocida como típica para la parte superior de la Formación Mesón (Barker, 1976).

También se identificaron los siguientes foraminíferos:

- *Nummulites dia* (Cole & Ponton, 1930), formas con una presencia abundante en el Oligoceno Medio-Superior, se empiezan a desarrollar en el Oligoceno temprano y se extinguen en el Aquitaniense, parte basal del Mioceno.

- *Nummulites panamensis* (Cushman, 1918). Foraminíferos presentes a lo largo de todo el Oligoceno.

- *Lepidocyclina (Lepidocyclina) sp.* (Gümbel, 1870). Todas las especies del sub-género están presentes en el Oligoceno. Algunas especies tienen un alcance estratigráfico hasta el Aquitaniense.

- *Lepidocyclina (Nephrolepidina) cf. vauhani* (Cushman, 1918). Especie característica del Oligoceno tardío- Aquitaniense.

- *Miogypsinoidea sp.* (Yabe & Hanzahawa, 1928). Género característico del Oligoceno Medio-Tardío. Se observa de forma escasa, sin embargo es común encontrarlo en asociación con las formas anteriormente descritas.

- *Gypsina* sp. (Carter, 1887). Esta forma tiene alcance estratigráfico que comprende del Oligoceno temprano al Holoceno.

La edad asignada a los sedimentos se determina en parte por la presencia de formas de la familia Lepidocyclinidae, en particular por *Lepidocyclina* (*Eulepidina*) cf. *undosa* (Cushman, 1919) perteneciente a la parte media de la Formación Mesón y a *Heterostegina* cf. *panamensis* (Gravell, 1933) perteneciente a la parte superior de la misma formación.

Los estudios de la fauna y de la estratigrafía indican que la Formación Mesón es consecuencia de ambientes de depósitos marinos muy someros sobre la línea de costa. Barker & Blow (1976) consideran que la Formación Mesón representa un desarrollo de facies de depósitos isocrónicos con las Formaciones Escolín, Coatzintla y la porción Superior de la Palma Real.

Por lo anterior la edad del afloramiento estudiado se encuentra entre el Oligoceno tardío y el Aquitaniano, correspondiendo a una edad entre 23 y 24 millones de años, en facies típicas de la Formación Mesón. Para obtener mayor detalle en la ubicación temporal del afloramiento es necesario analizar muestras de sedimento por debajo y por encima del afloramiento, así como hacer una revisión de foraminíferos planctónicos.

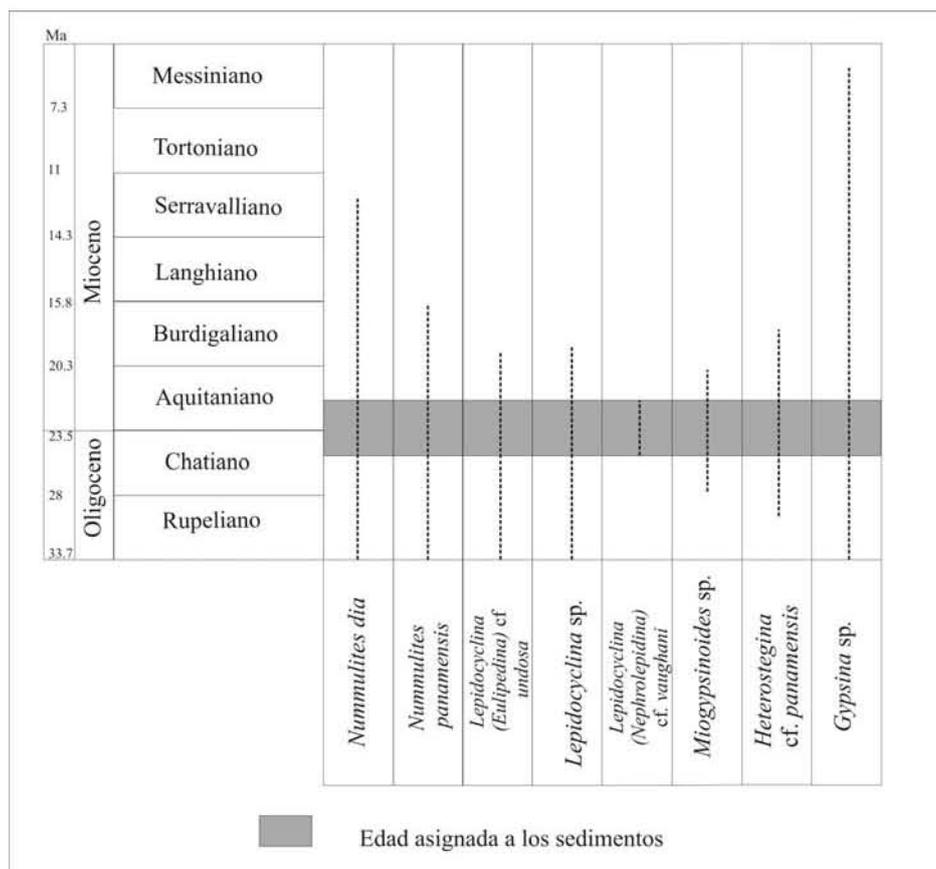


Figura.-14. Alcance estratigráfico de foraminíferos bentónicos encontrados en el área de estudio. Ma = millones de años según la Escala de la Sociedad Geológica de Norte América. La zona sombreada corresponde a la edad asignada a los sedimentos con base en el alcance estratigráfico de *Lepidocyclina* (*Nephrolepidina*) cf. *vaughani*.

2.1 Sistemática de Foraminíferos

SUB FILUM **SARCODINA** Shmarda, 1871
ORDEN **FORAMINIFERIDA** Eichwald, 1830
SUB ORDEN **ROTALINA** Delage & Hérouard. 1896
SUPER FAMILIA **ASTERIGERINACEA** d'Orbigny, 1839
FAMILIA **LEPIDOCYCLINIDAE** Scheffen, 1932
SUB FAMILIA **LEPIDOCYCLININAE** Scheffen, 1932

GÉNERO *Lepidocyclina* sp. Gümbel, 1870. **Lámina 5 (1)**
(= Cyclosiphon Ehrenberg, 1855)

GÉNERO *Eulepidina* Douvillé, 1911
(= Nephrolepidina Douvillé, 1911)

Lepidocyclina (Eulepidina) undosa Cushman, 1919. **Lámina 4 (1-4)**
(=*Lepidocyclina (Eulepidina) favosa* Cushman en Cole & Applin, 1961)
(=*Lepidocyclina (Eulepidina) gigas* Cushman en Sachs & Gordon, 1962)

SUB FAMILIA **HELICOLEPIDININAE** Tan, 1936

GÉNERO **NEPHROLEPIDINA** Douvillé, 1911
(=*Lepidocyclina (Eulipidina)* Douvillé, 1911.)

Lepidocyclina (Nephrolepidina) vaughani Cushman, 1918 **Lámina 8 (3)**
(=*Lepidocyclina (Nephrolepidina) tournoueri* Lemoine & Douvillé, 1904)
(=*Lepidocyclina (Nephrolepidina) dartoni* Vaughan, 1933)

SUPERFAMILIA **ACERVULINACEA** Shultze, 1854
FAMILIA **ACERVULINIDAE** Shultze, 1854 (= *Gypsininae*, Silvestre, 1905)

GÉNERO *Gypsina* sp. Carter, 1877 **Lámina 8 (1)**
(=*Discogypsina* Silvestri, 1937)
(=*Hemigypsina* Bermúdez, 1952)

SUPER FAMILIA **ROTALIACEA** Ehrenberg, 1839

FAMILIA **MIOGYPSINIDAE** Vaughan, 1928

GÉNERO *Miogypsinoidea* sp. Yabe & Hanzawa, 1928. **Lámina 5 (2)**
(= *Conomiogypsinoidea* Tan, 1936)

SUPER FAMILIA **NUMMULITACEA** de Blainville, 1827

FAMILIA **NUMMULITIDAE** de Blainville, 1827

GÉNERO *Nummulites* sp. Lammarck, 1801 **Lámina 7 (1)**
(= *Nummulina* d'Orbigny, 1826)

(= *Monenulites* Ehrenberg, 1855)

Este género presenta 36 sinonimias según Loeblich & Tappan 1981. Esta constante reclasificación es resultado del descubrimiento de nuevas estructuras en la anatomía interna de las conchas y de la diferenciación ontogenética de las mismas. En publicaciones antiguas, anteriores a 1950, los miembros de este género tienen por lo menos dos nombres, uno correspondiente a la forma megalosférica y otro al microsferica (Ellis & Messina, 1966).

Nummulites panamensis Cushman, 1918 **Lámina 6 (1-3)**

(= *Operculinella dia* Cole & Ponton, 1930)

(= *Operculinoides dia* Cole & Ponton, 1958)

(= *Operculinoides panamensis* Cushman en Cole, 1958)

(= *Operculina dia* Cole & Ponton en Sachs, 1959)

(= *Camerina dia* Cole & Ponton en Cole, 1961)

(= *Camerina Panamensis* Cushman en Cole, 1964)

(= *Paleonnummulites antiguensis* Vaughan & Cole en Eames, *et al.*, 1968)

Nummulites dia Cole & Ponton, 1930. **Lámina 7 (2)**

Según Cole, 1964 (= *Nummulites panamensis* Cushman, 1918)

GÉNERO HETEROSTEGINA d'Orbigny, 1826

(= *Heterosteginella* Silvestri, 1937)

(= *Grzybowski* Bieda, 1950)

Heterostegina cf. panamensis Gravel, 1932. **Lámina 8 (2)**

(= *Heterostegina antillea* Cushman, 1919)

(= *Heterostegina israelisky* Gravell and Hanna, 1937)

(= *Heterostegina texana* Gravell and Hanna, 1937)

3. DESCRIPCIÓN DE SEDIMENTOS: AMBIENTE DE DEPÓSITO

La siguiente clasificación se basa en la descripción de los materiales aloquímicos y de la matriz intersticial de los cuales se compone la roca muestra de donde proviene el material fósil.

Se observa una matriz intersticial de micrita compuesta por cristales de calcita muy finos con un diámetro de aproximadamente 0.05 mm. Se observa también material esparítico en forma de hojuelas de cristales de calcita como cementante. La relación de micrita vs. esparita es de aproximadamente 1:1.

La muestra se encuentra soportada granularmente, ocupando esta base entre el 70 y 80% del total de la roca. Del contenido granular, aproximadamente el 50% es material fósil; entre foraminíferos, apéndices de erizos y pedacería de conchas entre otros bioclastos. El resto de la composición granular se divide entre interclastos y litoclastos de tamaño promedio aproximado de 0.5mm.

Llama la atención el desgaste diferencial de los aloquímicos de la muestra, presentándose una gran variedad de grados de desgaste entre los que presentan vértices angulosos y los que se observan redondeados y desgastados.

Según los constituyentes de la roca y la nomenclatura según Fisher y Poché (1993) se le asigna el nombre: oo intra bio micrita esparita calcarenita.

Los constituyentes de la roca y la relación entre estos corresponden a un ambiente de depósito con corrientes de moderadas a fuertes, esto se justifica por la relación entre la micrita y la esparita. Las corrientes debieron ser suficientemente moderadas para permitir la depositación y permanencia de la matriz de micrita, cristales de carbonatos de entre 0.03 - 0.05 mm, sin embargo las corrientes debieron de tener la intensidad necesaria para depositar de forma compacta clastos de 0.5 mm en promedio y algunos de hasta 0.4 o 0.5 mm, presentando algunos, contornos redondeados resultado del desgaste a consecuencia del transporte a través de las corrientes, otros clastos, con contornos angulosos, fueron depositados cerca de su lugar de origen, con muy poco transporte de por medio. La depositación de las hojuelas de esparita refuerza la interpretación de una dinámica moderadamente intensa del ambiente de depósito, también, la presencia de interclastos con bordes angulosos, representa un ambiente con la energía suficiente para erosionar una fuente de carbonatos próxima al lugar de depositación, como serían los fragmentos de corales que se observan en las muestras.

4. PALEOBIOGEOGRAFÍA. AFINIDAD FAUNÍSTICA

Los equinoideos del Oligoceno-Tardío Mioceno-Inferior son escasos en comparación con los equinoideos del Eoceno. En el Rupeliano (Oligoceno inferior) sólo se reconoce menos de una tercera parte del número de especies que en el Eoceno medio. Un clima más frío es lo que considera McKinney (en Kier ,1997) como causa de la disminución de la diversidad de especies de equinoideos.

Debido a esta escasez en la fauna de equinoideos y a la falta de registros de las especies encontradas en otras localidades correspondientes al Oligoceno tardío, es difícil hacer una correlación geológica local con base en las especies de equinoideos encontrados. Sin embargo, con base en los trabajos de Vaughan (1924), Caso (1951), Buitrón (1978) y Kier (1997) y junto con los valores temporales y ambientales que aportan la microfauna (macroforaminíferos) y los equinoideos reportados en la literatura, es posible realizar una correlación geológica y ambiental regional de la CST-M con otras entidades geológicas.

Una provincia biogeográfica se define en parte por la constitución de la fauna que contiene y por el aislamiento que presenta. En este sentido, hace aproximadamente 28 millones de años, ± 5 m.a. (Rupeliano-Aquitano) entre los paralelos 10° y 35° se establece una amplia provincia biótica marina que comprende desde lo que hoy se conoce como Florida hasta las costas de Venezuela, incluyendo el Noreste y Sureste de México, las Antillas Mayores y Menores en el Caribe y Costa Rica y Panamá en Centroamérica (Figura 16), a esta unidad paleobiogeográfica se le denomina Provincia Oriental de América del Norte o Provincia Atlántica (Buitrón, 1978).

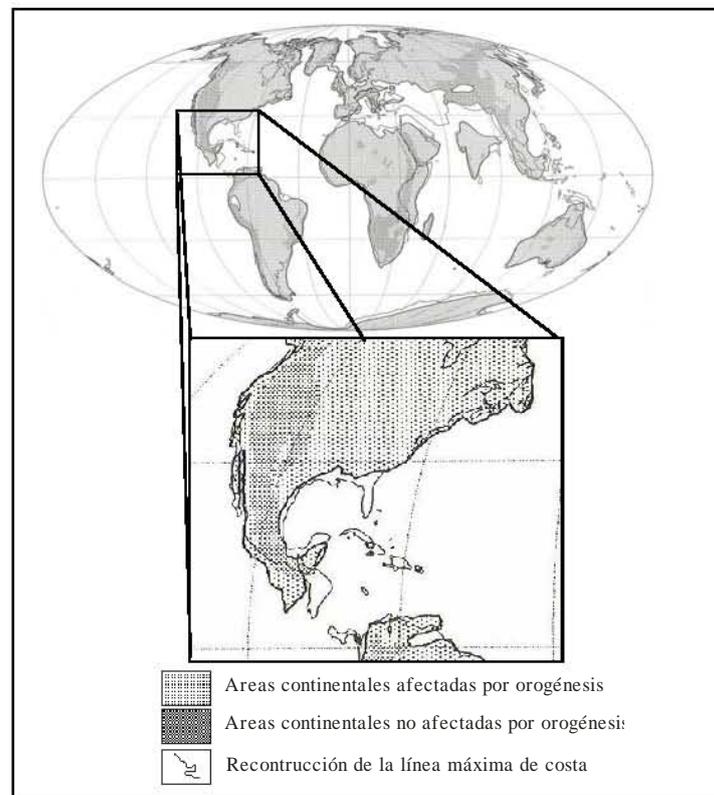


Figura 16.- Reconstrucción paleogeográfica del Oligoceno Superior basada en el registro paleomagnético del piso oceánico (Smith *et al.* 1994).

La Sub-Provincia de la CST-M se encuentra en el margen Occidental de la Provincia Atlántica, tiene una estrecha correlación faunística con las áreas que hoy ocupan los estados de Florida, Georgia, Alabama, Mississippi y Carolina del Norte y del Sur en los Estados Unidos de América.

En particular se establecen relaciones estrechas entre la fauna equinológica de la CST-M con las Antillas Mayores y Menores en la región del Caribe (Dickerson y Kew 1917).

La región Sur de la Provincia del Atlántico, en específico las áreas que hoy ocupan Panamá y Costa Rica, presentan poca correlación con la región Norte, las afinidades faunísticas se limitan a nivel de género, esto puede ser una consecuencia de un cambio ambiental gradual entre los extremos de la Provincia (Buitrón, 1978) .

Buitrón (1978) destaca que un dato importante es la contrastante baja diversidad de formas de equinoideos que presenta la Provincia de la Costa Occidental de Norte América con respecto a la Provincia Atlántica, al presentar durante el Oligoceno sólo cuatro géneros de equinoideos, que son: *Cidaris*, *Kewia*, *Periaster* y *Espatangus*, siendo los géneros *Cidaris* y *Espatangus* comunes entre ambas provincias, sin compartir ninguna especie.

Esta casi inexistente afinidad faunística desde principios del Terciario entre las provincias, es una fuerte evidencia del desarrollo de una barrera terrestre entre lo que ahora es el Océano Pacífico y el Océano Atlántico. Lo anterior es interesante desde el punto de vista del aislamiento entre estas dos provincias marinas y la conexión que representa entre las faunas terrestres de América del Norte y del Sur.

Por otro lado, cabe resaltar la alta afinidad en las faunas equinológicas de la Isla de Cuba y de las Antillas con las que se presentan en la CST-M (Valdez, 1996 y Sánchez-Roig, 1949).

En particular en la Formación Mesón se tienen registrados los siguientes equinoideos (Valdez, 1996), las especies que se marcan en negritas se registran también para el Oligoceno-superior de la Isla de Cuba (Sánchez-Roig, 1949):

Cidaris leven Kew, ***Clypeaster sanrafaelensis*** Israelsky, *Clypeaster meridaensis* Michelin, ***Clypeaster oxibaphon*** Jackson, *Clypeaster crustulum* Michelin, *Clypeaster staudi* Lambert, *Paraster tampicoensis* Israelisky, *Schizaster cristatus* Jackson, *Schizaster dumblei* Kew, *Brissopatagus elevatus* Israelisky, ***Agassizia clevi*** Cotteau, *Eupatagus mexicanus* Jackson, *Lovenia dumblei* Kew, *Echinolampas mexicanus* Lambert, ***Antillaster vughani*** Jackson.

Conviene resaltar que todos los géneros, excepto *Brissopatagus* Israelisky y *Lovenia* Kew, se registran tanto para la Formación Mesón de la CST-M como para el Oligoceno tardío de Cuba.

En referencia particular a los equinoideos recolectados en la localidad “Guadalupe Victoria”, sólo *Macropneustes mexicanus* (Dickerson & Kew, 1917) está reportado en

su descripción original en la CST-M, sin embargo no hay ningún registro posterior de la especie. El género *Macropneustes* se tiene registrado para el Oligoceno- Mioceno de la Isla de Cuba (Kier, 1984).

No hay registro previo de *Equinolampas depressa* (Gray, 1855).

Hay que tomar en cuenta que las conclusiones sólo son válidas sobre el análisis de los datos presentes. El constante avance en el conocimiento de la distribución de un grupo paleontológico, en este caso los equinoideos, puede traer como consecuencia que el rango de distribución de una especie o género se amplíe. Conforme vayan aflorando las evidencias se podrán entender con mayor precisión los patrones de distribución de la fauna fósil y actual.

VIII. DISCUSIÓN

La presencia del equinoide *Macropneustes mexicanus* (Dickerson & Kew, 1917) descrito en el horizonte del Oligoceno-Superior de la Formación Mesón y la gran afinidad de las faunas equinológicas del Oligoceno Tardío de Cuba con las reportadas para la CST-M, en particular con la Formación Mesón, ubican a los equinoideos estudiados en el Oligoceno-Tardío Mioceno temprano (Aquitaniense).

La presencia de macroforaminíferos bentónicos del grupo de las *Lepidocyclina*s, en especial *Lepidocyclina (Lepidocyclina) cf. undosa* (Cushman, 1919) referenciada para el Oligoceno-Medio de la Formación Mesón, *Lepidocyclina (Nephrolepidina) vaughani* (Cushman, 1918) y *Heterostegina cf. panamensis* (Gravell, 1932), características del Oligoceno tardío – Aquitaniense, refuerzan lo anterior.

Es importante mencionar que *Macropneustes mexicanus* es una forma poco común, ya que el único registro encontrado es la descripción original de Dickerson (1917). Para *Echinolampas depressa* Gray, 1855 es el primer registro dentro de la CST-M.

La limitada distribución de los equinoideos estudiados en este trabajo pudo ser consecuencia de una restricción espacial del ambiente en que se desarrollaban. Carreño (1980) en un estudio con ostrácodos, menciona que durante el Oligoceno-Superior Mioceno-Inferior el área de la CST-M se encontraba sujeta a una relativa estabilidad respecto a fluctuaciones del nivel del mar o a los movimientos tectónicos, manifestándose hacia la base del Mioceno una ligera somerización, relacionada probablemente con un movimiento transgresivo. Esto último coincide con la interpretación de Broderman (1949) quien considera que las faunas equinológicas del Oligoceno tardío de Cuba (muy similares a las registradas en la Formación Mesón de la CST-M) corresponden a mares de amplia extensión y de poca profundidad, consecuencia de un evento regresivo marino en esta época.

Del análisis del sedimento se desprende la interpretación del ambiente de depósito. La gran cantidad de bioclastos y la depositación de la matriz de micrita, la cual se forma por la abrasión y disgregación de material calcáreo por la acción del viento, corrientes u oleaje, como también por actividad biológica, como peces trituradores de coral, invertebrados excavadores y algas verde-azules principalmente, hacen pensar en un ambiente, somero, bien oxigenado, en donde las fuentes de carbonatos eran abundantes. Por lo anterior se interpreta que el ambiente de depósito corresponde a una zona de playa abierta con una intensidad de oleaje fuerte y corrientes de moderadas a fuertes.

La presencia de formas equinoideas típicas de litoral como las del género *Macropneustes* y *Diadema*, la presencia de *Echinolampas depressa* y la ausencia de formas planctónicas de foraminíferos, refuerzan la interpretación de un ambiente somero.

La información estratigráfica que se desprende de los equinoideos estudiados, junto con los datos que aportan los estudios micropaleontológicos y los aspectos biogeográficos considerados por otros autores, permite establecer una correlación faunística equinológica de los sedimentos estudiados con regiones de la costa Este de Estados Unidos y Sur de México, Centro, Sudamérica y particularmente con la región del Caribe.

Por otro lado, la nula afinidad faunística entre las costas Este y Oeste de Norteamérica, sugiere que ya se había establecido una barrera terrestre entre estas dos áreas, lo que contrasta con las reconstrucciones paleogeográficas del Oligoceno para Norteamérica como la que propone Smith *et al.*,1994.

IX. CONCLUSIONES

Se identificaron los siguientes equinoideos:

-*Macropnesutes mexicanus* (Dickerson & Kew. 1917), único registro en la CST-M después de la descripción original.

-*Echinolampas depressa* (Gray , 1855). Primer registro en la CST-M.

-*Diadema sp.*

El alcance estratigráfico de los equinoideos identificados es del Oligoceno tardío - Aquitaniense., correspondiendo a la parte Superior de la Formación Mesón de la CST-M.

Con base en el estudio de foraminíferos bentónicos y de la fauna equinológica, se confirma la edad Oligocénica tardía de la Formación Mesón.

Del estudio de equinoideos colectados, de la fauna asociada y del análisis del sedimento se desprende que el material está moderadamente retrabajado, sin embargo no hay evidencia de que el ambiente de depósito y el de vida varíe significativamente.

Con base en los equinoides estudiados y a la fauna asociada, se puede decir que el hábitat se ubicaba en una región tropical, en una zona abierta de playa, con poca profundidad, bien oxigenada, con una intensidad de oleaje fuerte y corriente media.

Se reconoce una intensa correlación faunística de los equinodermos de la Formación Mesón de la CST-M con los equinodermos Oligocénicos de la Isla de Cuba.

La nula afinidad de equinoides Oligocénicos de la costa Oeste con la de la costa Este de Norteamérica sugiere que ya se había establecido una barrera terrestre entre estas dos áreas, lo que contrasta con las reconstrucciones paleogeográficas del Oligoceno para Norteamérica.

XII. BIBLIOGRAFÍA

-Bibliografía citada.

AGASSIZ, A. (1869) Echini and Star-Fishes dredged between Cuba and the Florida Reef. Bulletin Museum Collection Zoological . p. 269.

AGASSIZ L. & DESOR E. (1846) Catalogue raisonné des espèces, des genres et des familles d'Echinides. Ann. Sci. nat., (3), VI (1846)-VII et VIII (1847), Paris.

BARKER, R. & BLOW, W. (1976) Biostratigraphy of some Tertiary formations in the Tampico-Misantla Embayment, Mexico. Journal of Foraminiferal Research. 6 (1): 39-58.

BARRACLOUGH F. (1966) Diadematacea.- In Moore R .C. (ed). Treatise of Invertebrate Paleontology, Echinodermata. 3 (1). Geological Society of America. Boulder and University of Kansas Press, Lawrence, 695 pp.

BERMÚDEZ, P. (1952) Estudio sistemático de los foraminíferos rotaliformes. Venezuela, Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Boletín Geológico, 2 (4), 230 pp., pl. 1-35.

BIEDA, F. (1950) Sur quelques foraminifères nouveaux ou peu connus du flysh des Karpates Polonaises. Rocznika Polskiego Towarzystwa Geologicznego Roku, 18:167-179, pl. 3-4.

BITTNER (1892) Ueber Echiniden des Tertiärs von Australien. Sitzungsab. Kais. Akad. Wiss., Math. Nat. Klasse, 101, (3) :331-371, pl.1-4.

BLAINVILLE de, H. (1827) Manuel de Malacologie et de Conchyliologie. Lerault. Paris

BRODERMAN, V. (1949) Significación Estratigráfica de los Equinodermos fósiles de Cuba Paleontología Cubana I, Compañía Editora de Libros y Folletos, La Habana. pp.305-310

BRUSCA, R. & BRUSCA, G. (1990) Invertebrates.- Sinauer Associates Publisher, Massachusset. 992 pp.

BUITRON, B. (1968) Catálogo de equinoides fósiles de México.- Paleontología Mexicana, (26): 1-50 Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

(1978) Distribución de los equinoides Terciarios de la planicie costera del Golfo de México, en América Central, en el norte de América del Sur y en las Antillas. Conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica; Simposio interdisciplinario sobre paleogeografía Mesoamericana. Boletín Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, (101): 66-113. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

CARREÑO, A. (1986) Los ostrácodos de edad Oligo – Miocénica de la subprovincia Tampico–Misantla, área centro-oriental de México. Parte II. Mioceno:Formaciones Mesón y Tuxpan.- Revista del Instituto de Geología, 6,(2):178 -192. Universidad Nacional Autónoma de México.

CARTER, B. (1987) Paleogene echinoid distributions in the Atlantic and Gulf Coastal plains.- Palaios, 2 (4): 390-404. Society of Economist Paleontologists and Mineralogists, United States.

CARTER, H. (1877) On a Melobesian form of foraminifera (*Gypsina meliobesioides, mihi*); and further observations on *Carpenteria monticularis*. Same, ser. 4, 20, p. 172-176.

CASO, M. (1951) Los equinoides fósiles del Cenozóico de México.- Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. .3, (1-2):57-96. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. México.

CLARK, H. (1925) A Catalogue of the Recent Sea-Urchins (Echinoidea) in the Collection of the British Museum (Natural History). 250 pp, 12 pl.. London: Trustees of the British Museum.

CLAUS, C. (1876-1880) Grundzüge der Zoologie.- Elwert, Marburg & Leipzig. 3rd edition, 1254 pp. (1876): 4th edition, 2, 522 pp. (1880).

COLE W. (1958) Larger foraminifera from Carriacou, British West Indies. Bulletin of American Paleontology. 38(170):198–200, pl. 22. figs. 1-3, pl. 24 fig. 5, pl. 25, figs. 3-113.

(1964) American mid-Tertiary myogypsinid Foraminifera; classification and zonation Contribution of Cushman Foundation for Foraminiferal Research, 15, (4): 141-142, pl. 14, figs. 1–14.

COLE W. & APPLIN, E. (1961) Stratigraphic and geographic distribution of larger Foraminifera occurring in a well in Coffee County, Georgia. Contribution of Cushman Foundation for Foraminiferal Research ,12,(4):127-135, pls. 6-7.

COLE W. S. & PONTON, B. (1930) The Foraminifera of Marianna limestone of Florida. Florida. Geological Survey Bulletin.(5):37, pl.6, fig. 7, pl. 7, figs.11-13.

COOKE, C. (1941) Cenozoic regular echinoids of eastern United States. Journal of Paleontology. 15, (1): 1-20. Society of Economist Paleontologist and Mineralogist, United States.

(1942) Cenozoic irregular echinoids of eastern United States. Journal of Paleontology. 16, (1):1-62. Society of Economist Paleontologist and Mineralogist, United States.

CSERNA de, Z. (1989) An outline of the geology of Mexico.- in Bally, A., &Palmer, editors (A): 233-264,. The Geology of North America- An overview: Boulder Colorado, Geological Society of America, The Geology of North America.

CUSHMAN J. (1918) The larger foraminifera of the Panama canal zone. Natural Museum, Bulletin. Washington, D. C.(103): 98, pl. 43, figs. 9, 10.

(1919) Fossil foraminifera from the West Indies. Carnegie Institute Washington Publication (291): 49-50, pl. 2, fig. 1b, pl.5, figs.1,2.

DELAGE, Y & HERWARD, E. (1896) *Traité de Zoologie Concrète*.1, La Cellule et les Protozoaires. Schleicher Frères. Paris

DICKERSON, R & KEW, W. (1917) The fauna of a medial tertiary formation and the associated horizons northeastern Mexico. California Academy of Science Proceedings . ser. 4, VII, (5):125-156.

DOUVILLE, H. (1911) Les Foraminifères dans les Tertiaire des Philippines. Philippines Journal of Science, 6:53-80, pl. A-D, text-fig. 1-9.

DUNCAN P. (1889) A revision of the genera and great groups of the Echinoidea. Journal of the Linnean Society of London. Zoology. XIII. 311 pp.

DURHAM, J., WYATT, J. & MELVILLE, R.. (1957) A classification of echinoids. Journal of Paleontology. 31,(1) :242-272. Society of Economist Paleontologist and Mineralogist, United States.

DURHAM, J., WYATT, et al. (1966) Echinoids. In Moore R .C. (ed). *Treatise of Invertebrate Paleontology, Echinodermata*. 3 (1): U211-U633. Geological Society of America. Boulder and University of Kansas Press, Lawrence.

EAMES F. 1968 Some larger foraminifera from the Tertiary of Central America. Paleontology, 11, (2) p:301, pl. 51, figs. 8, 9.

EHRENBERG, C. (1839) Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen *Physikalische Abhandlungen der Königlich Akademien der Wissenschaften*. pp 59-147. Berlin.

(1855) Über neue kenntniss immer gröser organisation der polythalamien surch denen urweltliche steinkerne. Königlich Akademien der Wissenschaften. 90 pp.

EICHWALD, C. (1830) *Zoologia Specialis*. 2: 1-323.

FICHTER, L., & POCHÉ, D. (1993) *Ancient Environments and the Interpretation of Geologic History*. Second Edition. Macmillan Publishing Company. New York. 269 pp.

FISCHER, A. (1966) Spatangoids.- I Moore R .C. (ed). *Treatise of Invertebrate Paleontology, Echinodermata*. 3 (2). Geological Society of America Boulder & University of Kansas Press, Lawrence, 695 pp.

FOLK, R. 1962 en Ham, W (ed). Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoirs 1: 48-61.

FOURTAU (1905) Sur quelques Spatangidae de l'Éocène d'Égypte.- C. R. Assoc. Franç. avanc. des Sc. XXXIII p. 609. Congrès de Grenoble.

GRAVELL, D. (1932) Tertiary larger Foraminifera of Venezuela. Smithsonian Miscellaneous Collection, 89 (11):17-18, pl 1. Figs. 10-11.

GRAVELL, D. & HANNA, M. (1937) The *Lepidocyclina texana* horizon in the Heterostegina zone, upper Oligocene of Texas and Louisiana. Journal of Paleontology, 11(6):524-525, pl.62, figs. 1-4.]

GRAY, J. (1851) New genera and species of Scutellidae and Echinolampidae Proceedings of the Zoological Society of London, 19: 34-38.

(1855) Catalogue of the Recent Echinida, or sea eggs, in the collection of the British Museum 1: Echinida Irregularia. Woodfall & Kinder, London, 69 pp., 6 plates.

GÜMBEL, C. (1870) Beiträge zur Foraminiferenfauna der Nordalpinen Eocän-gebilde: K. Bayer. Akad. Wiss., Abhandl., Cl. II, V.ai, pt. 2.

JACKSON, R. (1912) Phylogeny of the echini, with the revision of Paleozoic species. Boston Society of Natural History, Memories.7:1-491, 256 fig., 76 pl

(1984) Fossil spatangoid echinoids of Cuba. Smithsonian Contribution to Paleobiology. 55:336 p.

(1997) Oligocene Equinoids of North Carolina. Smithsonian Contribution to Paleobiology. 83:37.

KLEIN, T. (1734) Naturalis dispositio Echinodermatum en **LESKE, N.** (1778) Jacobi Theodori Klein Naturalis dispositi Echinodermatum. 2nda edición. Additamenta ad I.T. Klein naturalem dispositiomen Echinodermatum. Officiana Gleditschiana, Lipsis, xxii+278 pp., 54 pls.

LAMARCK, J. (1801) Système des animaux sans vertèbres. 432 pp. Paris.

LESKE, N. (1778) Jacobi Theodori Klein Naturalis dispositi Echinodermatum. Additamenta ad I.T. Klein naturalem dispositiomen Echinodermatum. Officiana Gleditschiana, Lipsis, 23: 278 pp., 54 pls.

LINNÉ C. (1758) Systema Naturæ, X edición.

LEMOINE, P. & DOUVILLE, R. (1904) Sur le genre *Lepidociclyna* Gümbel. Societé Géologique de la France. 12 (32): p. 42.

LOEBLICH, A., & TAPPAN H. (eds). (1964). Sarcodina—Chiefly “Thecamoebians” and Foraminiferida. Part C: Protista 2. Tratisé on Invertebrate Paleontology, ed. Moore, R. C. Lawrence, Kansas: Geological Society of America and the University of Kansas. C1-C510 pp.

(1988) Foraminiferal Genera and their classification. Van Nostrana Reinhold. New York. 970 pp.

LÓPEZ-RAMOS, E. (1956) Visita de las localidades tipo de las formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la cuenca sedimentaria Tampico-Misantla en la llanura costera del Golfo de México, entre Poza Rica, Veracruz, Tampico, Tamaulipas y Ciudad Valles, San Luis Potosí. Congreso Geológico Internacional Excursión C-16, México, Distrito Federal. 94pp.

(1980) Geología de México. Tomo II. 2nda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 454 pp.

MCKINNEY, M.(1992) Evolution of Paleogene Echinoids: A Global and Regional view: In Prothero & Berggren (Editores). Eocene-Oligocene Climatic and Biotic Evolution, pp.349-367. Princeton University Press. New Jersey.

MELVILLE R., & DURHAM J. (1966) Skeletal Morphology. In Moore R .C. (ed). Treatise of Invertebrate Paleontology, Echinodermata. 3 (1). Geological Society of America. Boulder and University of Kansas Press, Lawrence. pp 220-251.

MORTENSEN T. (1948) A monograph of the Echinoidea.- IV. 1. Holoctypioda, Cassiduloida. 14 plates. 326 figures. Copenhage. C. A. Reitzel Publisher.

ORBIGNY d', A. (1826) Tableau méthodique de la classe des cephalopodes. Ann. Sci. Nat. Paris. Ser. 1, 7: 245-314; atlas, pl. 10-17, Crochard, París

POMEL, A. (1869) Revue des Echinodermes et leur classification pour servir d'introduction à l'étude des fossiles. Paris, Deyrolles, 67 pp

(1883) Classification méthodique et genera des Echinodermes vivants et fossiles. Alger, Jourdan, 132 p., 1 pl.

(1887) Paléontologie de l'Algérie. Zoophytes. 2^e fasc : Echinodermes. 1^{er} et 2^e livr., A. Jourdan ed., Alger, 344 p., 78 pl.

SACHS, K. (1959) Puerto Rican Upper Oligocene Larger Foraminifera. Bulletin American Paleontology. 39(183):pp 404- 405, pl. 34, figs. 3-4, 7, 12.

SACHS, K . & GORDON, W. (1962) Stratigraphic Distribution of Middle Tertiary Larger Foraminifera From Southern Puerto Rico Bulletin American Paleontology, 44 (199): pp. 54- 24, pl. 1-3.

SÁNCHEZ-ROIG, M. (1949) Los equinodermos fósiles de Cuba. Paleontología Cubana I, Compañía Editora de Libros y Folletos, La Habana.. 330 pp. 49 láminas.

SCHEFFEN, W. (1932) Zur morphologie und morphogenese der "Lepidocyclinen" Paläontologische Zeitschrift 14:233-256.

SHULTZE M. (1854) Über den Organismus der Polythalamien (Foraminiferen) Wilhelm Engelmann. Leipzig

SILVESTRI, A. (1937) Foraminiferi dell 'Oligocene e del Miocene della Somalia. *Paleontological Italica*, 32,(2): 45-264, pl 4-22.

SMITH, S., SMITH, D. & FUNNELL, B. (1994) *Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines*. Cambridge University Press. United Kingdom. 183 pp.

SPRINKLE, J. & KIER, M.(1987) in *Fossil Invertebrates*. Richard S. Boardman (senior editor).Blackwell Scientific Publications.713 pp.

TAN, S. (1936) Zur Ketniss der Miogypsiniden. *Ingenieur Nederland-Indie, Mijnbouw* 1-4, 3, (3,): 45-61, pl. 1-2.

UBAGHS, G. (1967) General Characters of Echinodermata. In Moore, R.C., editor. *Treatise of Invertebrate Paleontology. Part S, Equinodermata:1S4-S59* The Geological Society of America and The University of Kansas.

VALDEZ, G. (1996) Equinoides exocíclicos (Equinodermata-Echinoidea) del Terciario de la Cuenca Tampico-Misantla, Tamaulipas-Veracruz, y sus implicaciones Paleoecológicas y Paleogeográficas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 214 pp.

VAUGHAN, T. (1924) Criteria and status correlation and classification of terciary deposits. *Bulletin of the Geological Society of America*. 35: 677-742.

(1928) en Cushman, T. Foraminifera, their classificaton and economic use. *Special Publications. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*. 3:188-190.

(1933) Studies on american species of Foraminifera of the genus *Lepidociclyna*. *Smithsonian Miscelaneous Geological*. 89 (10):1-53, lams. 1-32.

YABE, H. & HANZAWA, S. (1928) Tertiary foraminiferous rocks of Taiwan (Formosa). *Imperial Acadademic Japan Proceeedings* 4: 533-536, text-fig. 1-3.

- Bibliografía consultada

BUITRON, B. & SOLÍS – MARÍN, F. (1993) La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México.- *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* Vol. Especial XLIV:209-231.

BUTTERLIN, J. (1981) Claves para la determinación de macroforaminíferos de México y del Caribe, del Cretácico Superior al Mioceno Medio. Instituto Mexicano del Petróleo. Subdirección de Tecnología y Exploración.218 pp.

CARTER, B. (1990) Late Eocene echinoid biofacies of Florida.- *Palaios*, 5(2):176-183. *Society of Economist Paleontologists and Mineralogists, United States*.

CARTER, B. & BEISEL, T. et al. (1989) Substrate preference of late Eocene (Priabonian/Jacksonian) echinoids of the eastern Gulf Coast. *Journal of Paleontology*. 63 (4): 495-503. Paleontological Society, United States.

CLARK, W. & TWITCHELL, N. (1915) The Mesozoic and Cenozoic Echinodermata of United States Geological Survey Memories. 54, 341. United States.

COLE W. (1956) Jamaican Larger Foraminiferal. *Bulletin of American Paleontology*. 36(158): 205-233, pl. 24-31.

COOKE, C. (1948) Eocene echinoids of Panama.- *Journal of Paleontology*, 22 (1):91-93. Society of Economist Paleontologist and Mineralogist, United States.

(1959) Cenozoic echinoids of Eastern Unites States.- U.S. Geological Survey Professional Paper. Geological Survey. Reston. VA. United States.

1961 Cenozoic and Cretaceous Echinoids from Trinidad and Venezuela. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. 142(4):1-35.

ELIS, B. & MESSINA, A. (1965) Catalogue of Index Foraminifera. Special publication vol. 1 Lepidocyclinids and Miogypsinids. The American Museum of Natural History. New York

FROST, S. & LANGENHEIM, R.(1974) Cenozoic Reef Biofacies. Northern Illinois University Press. Illinois 388 pp.

ISRAELISKY, M. (1924) Notes of some Echinoids from the San Rafael and Tuxpan beds of the Tampico region, Mexico *Proceedings Academic Science Ser.* 4 13 (8): 137-145.

KANAZAWA, K. (1992) Adaptation of the test shape for burrowing and locomotion in spatangoid echinoids. *Paleontology*, 35 (4) The Paleontology Association. London.

KIER, P. (1966) Cassiduloids- In Moore R .C. (ed). *Treatise of Invertebrate Paleontology, Echinodermata*. 3 (2). Geological Society of America. Boulder and University of Kansas Press, Lawrence, 695 pp.

MORTENSEN T. (1951) A monograph of the Echinoidea. 2. Spatangoida II. Amphisternata. II. Spatangoidae, Loveniidae, Periscomidae, Schizasteridae, Brissidae. 64 plates, 286 figures. Copenhagen. C. A. Reitzel Publisher.

LÁMINA 1

Diadema sp.

1. Vista adoral, 2. Vista oral, 3. Vista lateral,
4. Detalle del arreglo columnar, 5. Tubérculo primario



1



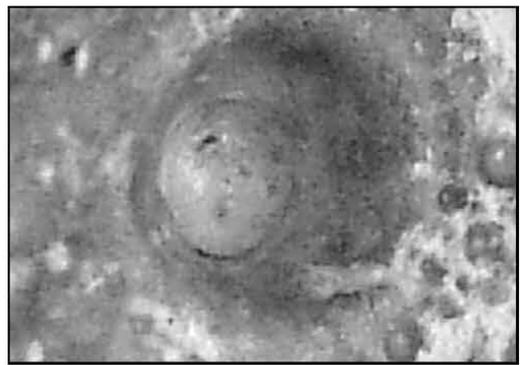
2



3



4



5

Escala: 1 cm

LÁMINA 2

Echinolampas depressa (Gray, 1855)

1. Vista aboral, 2. Vista oral, 3. Vista lateral,
4. Peristomo, 5. Sistema apical



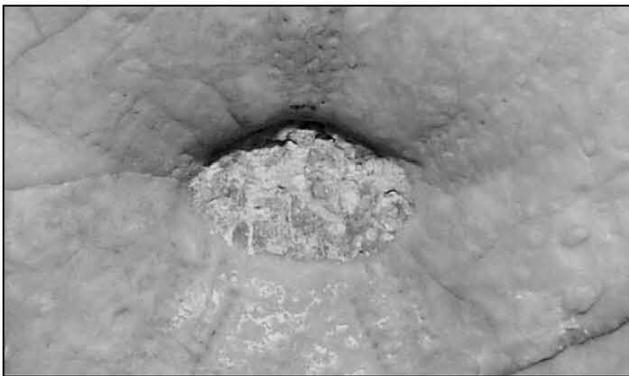
1



2



3



4



5

Escala: 1 cm

LÁMINA 3

Macropneustes mexicanus (Dickerson & Kew, 1917)

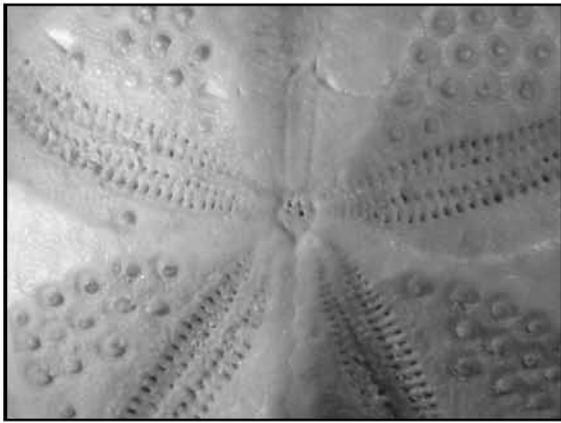
- 1.** Vista aboral, **2.** Vista oral, **3.** Detalle zona apical,
- 4.** Ambulacro e interambulacro con detalle de los tubérculos primarios,
- 5.** Peristomo



1



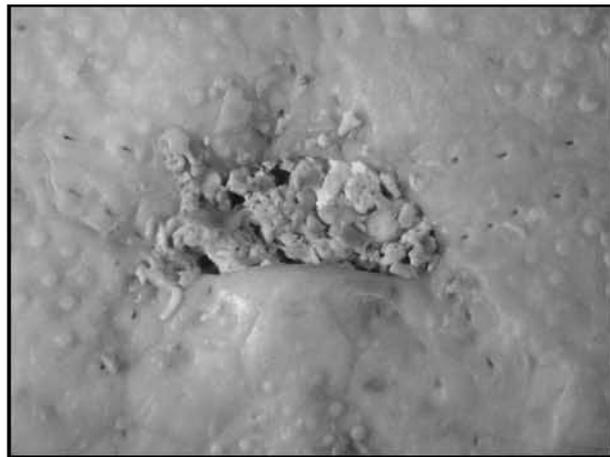
2



3



4



5

Escala: 1cm

LÁMINA 4

Eulepidina cf. undosa (Cushman, 1919)

- 1.** Sección axial. Forma microsférica.
- 2.** Embrión de tipo eulipedino.
- 3 y 4.** Sección axial. Forma megalosféricas.



0.5 cm

1



2

1 mm



3

1 mm



4

1 mm

LÁMINA 5

1. *Lepidocyclina* sp. (Gümbel, 1870)

Sección axial. Cámaras embrionarias del mismo tamaño

2. *Miogypsinoides* sp. (Yabe & Hanzawa 1928)

Corte sub-axial



1

1 mm



2

1 mm

LÁMINA 6

Nummulites panamensis (Cushman, 1918)

1 y 2 . Sección sub-axial

3. Corte tangencial



1  1 mm



 1 mm 2

3  1 mm



LÁMINA 7

1. *Nummulites sp* (Lammark, 1801) Corte axial

2. *Nummulites dia* (Cole & Ponton, 1930) Sección tangencial



1

1 mm

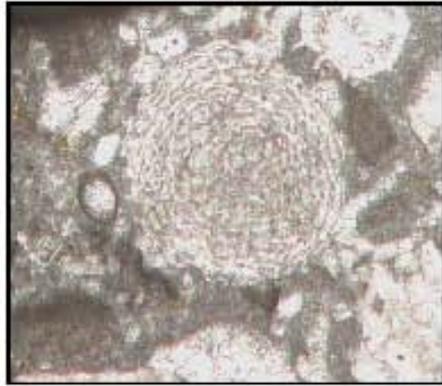


2

1 mm

LÁMINA 8

1. *Gypsina* sp. (Carter, 1887) Sección ecuatorial.
2. *Heterostegina* cf. *panamensis* (Gravel, 1932) Fragmento axial.
3. *Nephrolepidina* cf. *vaughani* (Cushman, 1918)



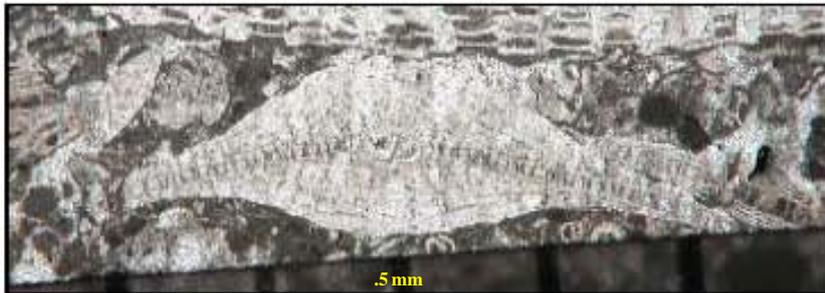
5mm

1



5 mm

2



.5 mm

3

5 mm