



00381 27 2ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**EQUINOIDES EXOCICLICOS (ECHINODERMATA-
ECHINOIDEA) DEL Terciario de la Cuenca
Tampico-Misantla, Tamaulipas-Veracruz,
y sus implicaciones paleoecologicas y
paleogeograficas.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A
MA. DEL REFUGIO VALDEZ GOMEZ

DIRECTOR DE TESIS: DRA. BLANCA ESTELA BUITRON SANCHEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fué realizada en el Departamento de Paleontología del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El tema fué sugerido y asesorado por la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez a quién agradezco su inteligente y agradable guía mediante todas sus aportaciones, consejos y apoyos durante el curso de la investigación, así como en mi formación profesional.

La autora agradece al M. en I. Raúl Hernández de la Fuente de Petróleos Mexicanos, por su asesoramiento durante la prospección Geológico-Paleontológica realizada en varias localidades de la región de Tampico-Veracruz, para coleccionar las muestras, así como a los Doctores: Gloria Alencaster Ibarra, Blanca E. Buitrón Sánchez, Alfredo Laguarda Figueras, Antonio García Cubas, Arturo Carranza Edwards, Alicia Silva Pineda y Victor Manuel Malpica Cruz, que revisaron el manuscrito e hicieron valiosas observaciones y comentarios que lo mejoraron y enriquecieron.

Agradezco también al Sr. Gregorio Chávez por el buen trabajo fotográfico y al Sr. Javier Osorio por la esmerada elaboración de los mapas.

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Lic. Mauro Jiménez Lazcano y al grupo de colaboradores que me ayudaron en la transcripción de los diferentes manuscritos; mi gratitud a los señores: Enrique Ramírez Aldana y D.G. Eduardo Luna Gutiérrez, y a las señoritas María Fonseca Martínez y Gloria Luna.

Finalmente agradezco a mis compañeros de trabajo y amigos por su apoyo moral en ésta difícil tarea de la investigación.

ABSTRACT

This investigation consisted in the study of echinoids, that proceeded from five geological formations: Tantoyuca, Alazán, Coatzintla, Mesón and Tuxpan, of the Basin.

The region is located in the East coast of the Mexican Republic; this area has a surface of approximately 62,000 Km² and contains a variety of invertebrate fossils.

The studied fauna consisted of 29 species of exocyclic echinoids which are included in four orders: Holoctypoida (*Oligopygus rotundus* Cooke y *O. elongatus* Palmer); *Clypeasteroida* (*Clypeaster chiapasensis* Muellerried, *C. staudi* Lambert, *C. pileus* Israelsky, *C. speciosus* Verril, *C. elevatus* Sánchez Roig, *C. cubensis* Cotteau, *C. rogersi* Morton, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* Des Moulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Scholotheim, *C. bowersi* Weaver, *C. calabrus* Seguenza, *C. marginatus* Lamarck, *C. rotundus* Agassiz, *C. tuxpanensis* sp. nov., *Encope michelini* Agassiz); Cassiduloida (*Echinolampas aldrichi* Twitchell, *E. veracruzensis* sp. nov.); y Spatangoida (*Schizaster cristatus* Jackson, *S. egoscuei* Lambert, *S. rojasi* Sánchez Roig, *S. gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. sanctamariae* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Pilsbry).

These species *Oligopygus rotundus* Cooke, *O. elongatus* Palmer, *Schizaster gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. egoscuei* Lambert, *S. rojasi* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* des Moulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Scholotheim, *C. calabrus* Seguenza and *C. marginatus* Lamarck are cited for the first time in Mexico and also two new species are described, *Clypeaster tuxpanensis* sp. nov. and *Echinolampas veracruzensis* sp. nov.

This study establishes biogeographic relationships among other places from Mexico and United States of Norteamerica; in Central America; in South America; and with the West cost of North America and the Baja California Peninsula.

Also, it was found that some of the described species are common in Europe countries such a Spain, Italy and France.

Con cariño y sincero reconocimiento a mis padres:

A Jesús

Por sembrar en mi espíritu la inquietud por superarme
por su brillante trayectoria y amor a la vida
por su lucha incansable.

A Mercedes

Por su ternura y bondad
por su guía constante
por su gran corazón

A ellos nunca terminaré de agradecerles por ver cristalizada
una etapa más en mi vida.

Con profundo amor a Gabriela, Erika y Jorge de quienes he tenido el apoyo, la comprensión y el aliciente por seguir adelante, robándoles parte de su tiempo.

Con aprecio a mis hermanas Edda, Rosario, Ofélia, Mercedes y Martha por la unión fraternal existente entre nosotras, on especial a Rosario por su fortaleza llena de esperanza.

Con afecto y respeto al Lic. Mauro Jiménez Lazcano por su ayuda incondicional y gran calidad humana.

I. RESUMEN

Esta investigación consistió en el estudio de equinoides procedentes de cinco formaciones geológicas, Tantoyuca, Alazán, Coatzintla, Mesón y Tuxpan, que pertenecen a la Cuenca Tampico-Misantla. La región está ubicada en la porción oriental de la República Mexicana, con una superficie aproximada de 62,000 kilómetros cuadrados, es asiento de una variada fauna de invertebrados fósiles.

La fauna estudiada consiste en 29 especies de equinoides exocíclicos que pertenecen a cuatro ordenes: Holoctypoida (*Oligopygus rotundus* Cooke y *O. elongatus* Palmer); Clypeasteroida (*Clypeaster Chiapasensis* Muellerried, *C. staudi* Lambert, *C. pileus* Israelsky, *C. speciosus* Verrill, *C. elevatus* Sánchez Roig, *C. Cubensis* Cotteau, *C. rogersi* Morton, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* Des Moulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Schlotheim, *C. bowersi* Weaver, *C. calabrus* Seguenza, *C. marginatus* Lamarck, *C. rotundus* Agassiz, *C. tuxpanensis* nov sp., *Encope michelini* Agassiz); Cassiduloida (*Echinolampas aldrichi* Twitchell, *E. veracruzensis* nov. sp.); y Spatangoida (*Schizaster cristatus* Jackson, *S. egoscuei* Lambert, *S. rojasi* Sánchez Roig, *S. gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. sanctamariae* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Pilsbry).

Las especies *Oligopygus rotundus* Cooke, *O. elongatus* palmer, *Schizaster gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. egoscuei* Lambert, *S. rojasi* Sánchez Roig, *S. sanctamariae* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* Desmoulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Schlotheim, *C. calabrus* Seguenza y *C. marginatus* Lamarck se citan por primera vez para México y se describen dos especies nuevas, *Clypeaster tuxpanensis* y *Echinolampas veracruzensis*.

Los estudios realizados señalan que los equinoides son buenos indicadores ecológicos porque ocupan nichos muy concretos y limitados.

Sin embargo, el valor estratigráfico de los equinoides es muy variable; en algunos casos y a nivel de órdenes y familias presentan una distribución estratigráfica amplia, así los equinoides exocíclicos aparecen en el Jurásico y los clypeasteroides son todos Cenozoicos. A nivel taxonómico de subfamilias pueden ser más precisos.

Si se considera género y especie, la importancia estratigráfica es innegable ya que entre ellos, se cuentan muchos de los considerados fósiles-guía.

La distribución que presentan las especies de Tampico-Misantla permiten elucidar, para el Terciario una amplia provincia faunística marina que comprende Estados Unidos de Norteamérica Florida, Georgia, Alabama y Missisipi, en México Chiapas, en Centroamérica Costa Rica, el Caribe, Cuba, Jamaica y Anguila, Sudamérica Venezuela y Brasil, que difieren a nivel específico de la provincia faunística marina de la costa occidental de norteamérica la cual incluye el sureste de Estados Unidos y la Península de Baja California. Ello implica la existencia de una barrera terrestre o de algún otro tipo que impidió el intercambio faunístico entre estas provincias durante la mayor parte del Terciario.

También se encontró que algunas de las especies descritas son comunes en varias regiones de Europa; entre ellas, en España Cataluña, en Italia Cerdeña, Calabria y Sicilia y en Francia Córcega.

CONTENIDO

I. Resumen	12
II. Introducción	14
II.1. Objetivos	15
III. Antecedentes sobre estudios paleontológicos de la cuenca Tampico - Misantla	16
IV. Metodología	18
IV.1. Trabajo de campo	18
IV.2. Trabajo de laboratorio	18
IV.3. Trabajo de Gabinete	19
IV.3.1. Método de estudio	19
V. Localización geográfica de la cuenca Tampico-Misantla	20
VI. Características generales de la cuenca Tampico-Misantla	23
VII. Marco Geológico	26
VIII. Bioestratigrafía, correlación y análisis de las formaciones estudiadas	28
VIII.1. Formación Tantoyuca	31
VIII.2. Formación Alazan	32
VIII.3. Formación Coatzintla	33
VIII.4. Formación Mesón	35
VIII.5. Formación Tuxpan	37
IX. Paleontología	
IX.1. Características generales del Phylum Echinodermata	42
IX.2. Características generales de la clase Echinoidea	46
IX.3. Clasificación de Equinoides	58
IX.4. Estudio Sistemático	59
IX.4.1 <i>Oligopygus rotundus</i> Cooke.....	61
IX.4.2 <i>Oligopygus elongatus</i> Palmer.....	63
IX.4.3 <i>Clypeaster chiapasensis</i> Muellerried.....	65
IX.4.4 <i>Clypeaster staubi</i> Lambert.....	67

IX.4.5 <i>Clypeaster pileus</i> Israelsky.....	69
IX.4.6 <i>Clypeaster speciosus</i> Verrill.....	71
IX.4.7 <i>Clypeaster rogersi</i> Morton.....	72
IX.4.8 <i>Clypeaster cubensis</i> Cotteau.....	75
IX.4.9 <i>Clypeaster elevatus</i> Sánchez Roig.....	77
IX.4.10 <i>Clypeaster lamberti</i> Lovisato.....	78
IX.4.11 <i>Clypeaster intermedius</i> Des Moulins.....	80
IX.4.12 <i>Clypeaster bowersi</i> Weaver.....	82
IX.4.13 <i>Clypeaster campanulatus</i> Schlotheim.....	84
IX.4.14 <i>Clypeaster calabrus</i> Seguenza.....	86
IX.4.15 <i>Clypeaster latirostris</i> Agassiz.....	88
IX.4.16 <i>Clypeaster marginatus</i> Lamark.....	90
IX.4.17 <i>Clypeaster rotundus</i> Agassiz.....	92
IX.4.18 <i>Clypeaster tuxpanensis</i> sp. nov.	93
IX.4.19 <i>Encope michelini</i> Agassiz.....	95
IX.4.20 <i>Schizaster cristatus</i> Jackson.....	99
IX.4.21 <i>Schizaster egoscuei</i> Lambert.....	100
IX.4.22 <i>Schizaster rojasi</i> Sánchez Roig.....	102
IX.4.23 <i>Schizaster nuevitasensis</i> Weisbord.....	103
IX.4.24 <i>Schizaster sanctamariae</i> Sánchez Roig.....	105
IX.4.25 <i>Schizaster gerthi</i> Pijpers.....	106
IX.4.26 <i>Agassizia inflata</i> Jackson.....	108
IX.4.27 <i>Echinolampas aldrichi</i> Twitchell.....	110
IX.4.28 <i>Echinolampas veracruzensis</i> sp. nov.	112
IX.4.29 <i>Eupatagus (Eupatagus) mooreanus</i> Pilsbry	114
X. Paleobiogeografía de los equinoides de la Cuenca Tampico-Misantla	118
XI. Ecología de Equinoides.....	124
XII. Análisis y Discusión	135

XIII. Conclusiones Generales	137
XIV. Bibliografía	140

MAPAS

- Figura 1 - Mapa que muestra las localidades fosilíferas.
- Figura 2 - Mapa Geológico que muestra los afloramientos de las formaciones.

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

- Figura 3 y 4 -Columnas estratigraficas de las formaciones estudiadas
- Figura 5 - Relaciones estratigraficas de las formaciones.

- ESQUEMAS

Figuras 6-12 y 15-17

CUADROS

Figura 13 Porcentaje de especies en las familias

Figura 14 Distribución geográfica de equinoides del Terciario

LAMINAS

Lámina 1 Figs. 1, 2 <i>Oligopygus rotundus</i> Cooke	158
Figs. 3, 4 <i>Oligopygus elongatus</i> Palmer	
Figs. 5 <i>Clypeaster chiapasensis</i> Muellerried	
Lámina 2 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster chiapasensis</i> Muellerried	160
Lámina 3 Figs. 1, 2, 3 <i>Clypeaster stautbi</i> Lambert	162
Lámina 4 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster pileus</i> Israelsky	164
Lámina 5 Figs. 1, <i>Clypeaster pileus</i> Israelsky.....	166
Figs. 2 <i>Clypeaster speciosus</i> Verrill	
Lámina 6 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster speciosus</i> Verrill	168
Lámina 7 Figs. 1, 2, 3 <i>Clypeaster rogersi</i> Morton.....	170
Lámina 8 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster cubensis</i> Cotteau	172
Lámina 9 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster cubensis</i> Cotteau	174
Lámina 10 Figs. 1, 2 <i>Clypeaster elevatus</i> Sánchez Roig	176
Lámina 11 Figs. 1 <i>Clypeaster elevatus</i> Sánchez Roig	178

	Figs. 2 <i>Clypeaster lamberti</i> Lovisato	
Lámina 12	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster lamberti</i> Lovisato	180
Lámina 13	Figs. 1 <i>Clypeaster lamberti</i> Lovisato	182
Lámina 14	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster intermedius</i> Des Moulins	184
Lámina 15	Figs. 1 <i>Clypeaster intermedius</i> Des Moulins	186
Lámina 16	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster bowersi</i> Weaver	188
Lámina 17	Figs. 1 <i>Clypeaster bowersi</i> Weaver	190
	Figs. 2 <i>Clypeaster campanulatus</i> Schlotheim	
Lámina 18	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster campanulatus</i> Schlotheim	192
Lámina 19	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster calabrus</i> Seguenza	194
Lámina 20	Figs. 1 <i>Clypeaster latirostris</i> Agassiz	196
	Figs. 2 <i>Clypeaster calabrus</i> Seguenza	
Lámina 21	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster latirostris</i> Agassiz	198
Lámina 22	Figs. 1, 2, 3 <i>Clypeaster marginatus</i> Lamark	200
Lámina 23	Figs. 1, 2, 3 <i>Clypeaster rotundus</i> Agassiz	202
	Figs. 4 <i>Clypeaster tuxpanensis</i> sp. nov.	
Lámina 24	Figs. 1, 2 <i>Clypeaster tuxpanensis</i> sp. nov.	204
	Figs. 3 <i>Encope michelini</i> Agassiz	
Lámina 25	Figs. 1, 2 <i>Encope michelini</i> Agassiz	206
	Figs. 3, 4, 5 <i>Schizaster cristatus</i> Jackson	
Lámina 26	Figs. 1, 2 <i>Schizaster egoscuei</i> Lambert	208
	Figs. 3, 4, 5 <i>Schizaster rojasi</i> Sánchez Roig	
Lámina 27	Figs. 1, 2, 3 <i>Schizaster gerthi</i> Pijpers	210
	Figs. 4, 5, 6 <i>Schizaster nuevitasensis</i> Weisbord	
	Figs. 7, 8, 9 <i>Schizaster sanctamariae</i> Sánchez Roig	
Lámina 28	Figs. 1, 2, 3 <i>Agassizia inflata</i> Jackson	212
	Figs. 4, 5, 6 <i>Echinolampas aldrichi</i> Twitchell	
Lámina 29	Figs. 1, 2, 3 <i>Echinolampas veraacruzensis</i> sp. nov.	214
	Figs. 4, 5, 6 <i>Eupatagus (Eupatagus) mooreanus</i> Pilsbry	

I. RESUMEN

Esta investigación consistió en estudiar equinoides procedentes de cinco formaciones geológicas; Tantoyuca, Alazán, Coatzintla, Mesón y Tuxpan, los cuales pertenecen a la Cuenca Tampico-Misantla. La región ubicada en la porción oriental de la República Mexicana, tienen una superficie aproximada de 62,000 kilómetros cuadrados, es asiento de una variada fauna de invertebrados fósiles.

La fauna estudiada consiste de 29 especies de equinoides exocíclicos que pertenecen a cuatro ordenes: Holoctypoida (*Oligopygus rotundus* Cooke y *O. elongatus* Palmer); Clypeasteroidea (*Clypeaster Chiapasensis* Muellerried, *C. staudi* Lambert, *C. pileus* Israelsky, *C. speciosus* Verrill, *C. elevatus* Sánchez Roig, *C. Cubensis* Cotteau, *C. rogersi* Morton, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* Des Moulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Schlotheim, *C. bowersi* Weaver, *C. calabrus* Seguenza, *C. marginatus* Lamarck, *C. rotundus* Agassiz, *C. tuxpanensis* sp. nov., *Encope michelini* Agassiz); Cassiduloida (*Echinolampas aldrichi* Twitchell, *E. veracruzensis* sp. nov.); y Spatangoida (*Schizaster cristatus* Jackson, *S. egoscuei* Lambert, *S. rajasi* Sánchez Roig, *S. gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. sanctamariae* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Pilsbry).

Las especies *Oligopygus rotundus* Cooke, *O. elongatus* palmer, *Schizaster gerthi* Pijpers, *S. nuevitasensis* Weisbord, *S. egoscuei* Lambert, *S. rajasi* Sánchez Roig, *S. sanctamariae* Sánchez Roig, *Agassizia inflata* Jackson, *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig, *C. lamberti* Lovisato, *C. intermedius* Desmoulins, *C. latirostris* Agassiz, *C. campanulatus* Schlotheim, *C. calabrus* Seguenza y *C. marginatus* Lamarck, se citan por primera vez para México y se describen dos especies nuevas, *Clypeaster tuxpanensis* sp. nov. y *Echinolampas*

veracruzensis, sp. nov.

Los estudios realizados señalan que los equinoides son buenos indicadores ecológicos porque ocupan nichos muy concretos y limitados.

Sin embargo, el valor estratigráfico de los equinoides es muy variable; en algunos casos y a nivel de órdenes y familias presentan una distribución estratigráfica amplia; así los equinoides exocíclicos aparecen en el Jurásico y los clypeasteroides son todos del Cenozoico. A nivel taxonómico de subfamilias pueden ser más precisos.

La importancia estratigráfica a nivel de género y especie es innegable ya que entre ellos, se cuentan muchos de los considerados fósiles-guía.

La distribución que presentan las especies de Tampico-Misantla permiten elucidar para el Terciario una amplia provincia faunística marina que comprende en Estados Unidos de Norteamérica Florida, Georgia, Alabama y Missisipi; en México Chiapas; en Centroamérica Costa Rica, el Caribe, Cuba, Jamaica y Anguila; en Sudamérica Venezuela y Brasil, que difieren a nivel específico de la provincia faunística marina de la costa occidental de Norteamérica, la cual incluye el suroeste de Estados Unidos y la Península de Baja California. Ello implica la existencia de una barrera que impidió el intercambio faunístico entre estas provincias durante la mayor parte del Terciario.

También se encontró que algunas de las especies descritas son comunes en varias regiones de Europa; entre ellas, en España, Cataluña, en Italia, Cerdeña, Calabria y Sicilia y en Francia, Córcega.

II. INTRODUCCION

En la Planicie Costera del Golfo de México existen rocas marinas del Terciario que se localizan en la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla, comprendida entre los estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.

La Cuenca Tampico-Misantla se conoció con el nombre de "Paleobahía de Tampico-Tuxpan", posteriormente se le cambió a "Cenobahía de Tampico-Tuxpan", pero el nombre más apropiado fue propuesto por López Ramos (1956) como "Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla"; ya que esta última población limita al sur con los sedimentos terciarios marinos de la cuenca.

La región ha sido motivo de abundantes estudios geológico-paleontológicos, debido a que en ella existen yacimientos petrolíferos. En los numerosos afloramientos del Terciario de esta cuenca se han colectado foraminíferos, corales, pelecípodos, gasterópodos, ostrácodos y equinoides.

En esta investigación se hace el estudio de los equinoides, que proceden de varias localidades fosilíferas de las formaciones Tantoyuca (Eoceno), Alazán (Oligoceno inferior-superior), Mesón (Oligoceno medio superior), Coatzintla (Oligoceno superior) y Tuxpan (Mioceno inferior-medio). Las colectas de equinoides se han hecho desde principios de este siglo y son abundantes en especies e individuos, de tal manera que el registro fósil es completo. Sin embargo, hasta la fecha no se había realizado un estudio integral del grupo.

Parte del material motivo de esta investigación fue colectado por los Ingenieros A.L. Risser, S. Santoyo y Jorge Obregón de la Parra, con la finalidad de elaborar la guía de la Excursión C-16 intitulada "Visita a las localidades tipo de las formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla, en la Llanura Costera del Golfo de México, entre Poza Rica, Ver., Tampico, Tamps., y Ciudad Valles, S.L.P.", que se llevó a cabo en el marco del Congreso Geológico Internacional de 1956.

Posteriormente, en 1991 y 1992, el área fue visitada por las Doctoras Blanca E. Buitrón, y Alicia Silva Pineda del Instituto de Geología, Silvia Rivera Olmos de la Facultad de Ciencias, UNAM, el Ingeniero Geólogo Raúl Hernández de la Fuente de Petróleos Mexicanos, y la autora, con el objeto de recibir la asesoría de diferentes disciplinas en las Ciencias de la Tierra que particularmente investigan cada una de las personas mencionadas, lo que permitió enriquecer el presente trabajo.

II.1. OBJETIVOS DEL TRABAJO

La investigación consistió en el estudio taxonómico, estratigráfico, paleobiogeográfico y ecológico de 29 especies de equinoides, que forman parte de un conjunto faunístico del Terciario de las formaciones: Tantoyuca (Eoceno), Alanzán (Oligoceno Inferior-Superior), Mesón (Oligoceno Medio-Superior), Coatzintla (Oligoceno Superior) y Tuxpán (Mioceno Inferior-Medio).

A través de este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los equinoides terciarios del este de México y a la estratigrafía de la región, particularmente de la Llanura Costera del Golfo, pues por medio de los géneros y especies índice se precisará la edad de

las rocas fosilíferas que los contienen; así mismo, se harán inferencias de tipo paleobiogeográfico ya que se compararán las especies del Terciario del este del país, con faunas de otras regiones de México, de los Estados Unidos, del Caribe y de Panamá para establecer provincias marinas comunes en el pasado y conocer mejor la paleogeografía de la región.

III. ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS PALEONTOLOGICOS DE LA CUENCA TAMPICO-MISANTLA

Los primeros estudios sobre la región de Tampico se efectuaron a principios del siglo XX con el objeto de localizar petróleo. Estos se hicieron sobre micropaleontología y representaron un paso importante para el conocimiento de la región. Posteriormente se abordaron algunos aspectos de la macropaleontología pero sin profundizar en ella.

Entre estas investigaciones se cuenta con trabajos de los siguientes autores: Dumble (1918) quién contempló la posibilidad de emplear microfósiles para determinaciones estratigráficas en la exploración petrolera. Cushmann (1925) analizó muestras micropaleontológicas. Cole (1927) publicó algunos trabajos sobre el Eoceno y Oligoceno; Barker (1936) dió a conocer estudios sobre el Cretácico y Terciario; Muir (1936) estudió la geológica de la región de Tampico y Limón-Gutiérrez (1950) realizó estudios micropaleontológicos de la región de Tampico.

En el caso particular de los equinoides las investigaciones son escasas y aisladas. Entre los trabajos publicados se cuenta con el de Michelin (1855) que realizó las primeras descripciones de equinoides fósiles mexicanos del Terciario del Golfo de México.

Dickerson y Kew (1917) describieron cuatro especies nuevas (*Scutella cazonesensis*, *Metalia cuminsi*, *Macropneustes mexicanus* y *Lovenia dumblei*) procedentes de Tampico, Tamps. y Tuxpan, Ver., mencionaron además la existencia de especies comunes con las del Caribe y concluyeron, en su trabajo, que *Clypeaster cubensis*, *Agassizia clevi*, y *Lovenia dumblei* son los mejores fósiles guías del Terciario Medio de México. Dumble (1918) hizo estudios sobre la geología del extremo noreste del área de Tampico y determinó que la zona es rica en equinoides. Al referirse a la Formación Tuxpan, del Mioceno, indicó que los equinodermos de esta unidad podrían ser diferentes a los de la Formación San Rafael del Oligoceno.

Israelsky (1924) citó trece especies de equinoides, de las capas de San Rafael y Tuxpan, de la zona de Tampico, siendo siete de ellas nuevas (*Clypeaster pileus*, *C. sanrafaelensis*, *Paraster tampicoensis*, *Schizaster dumblei*, *Agassizia regia*, *Macropneustes dubius* y *Palopneustes elevatus*). El mismo autor en 1933, publica la especie nueva *Oligopygus putnami*, que fue colectada 12 km. al noroeste de Abasolo, Tamaulipas.

Lambert (1928) describió e ilustró tres especies nuevas de equinoides (*Clypeaster staubi*, *Echinolampas mexicanus* y *Vasconaster jeanneti*) las cuales pertenecen al Neogeno del este de México y, además, citó algunas especies descritas por Michelin (1861) del Terciario del sureste de México (*Clypeaster meridanensis* y *C. crustulum*) y por Jackson (1922) de Puerto Rico (*Clypeaster oxybaphon*) y Cuba (*Antillaster vughani*). Lambert finalizó su trabajo (*Op.cit* P. 282) señalando que los equinoides terciarios del este de México son afines a los de la región caribeña y son diferentes a los de California y a los del sureste de los Estados Unidos. Jackson (1937) analizó una colección que proviene de Tamaulipas y Veracruz y describió trece especies de las cuales seis son nuevas (*Stomopneustes pristinus*, *Clypeaster marinus*, *C. topilanus*, *Laganum leptum*, *Eupatagus mexicanus* y *Lovenia mexicana*). Durham (1955) citó una especie (*Clypeaster stefanini* Cotteau) del Oligoceno Inferior de Tamaulipas. Caso

(1956) hace un estudio comparativo de las diversas especies del género *Clypeaster*, colectadas en Tampico y Misantla. Buitrón y Silva (1979) describieron por primera vez para México, las especies *Oligopygus haldemani* Conrad, citada anteriormente, del Eoceno de Florida y Georgia, E.U.A. y *Eupatagus (Gymnopatagus) mooreanus* Pilsbry, del Eoceno de Florida, y por primera vez para el Estado de Veracruz, la especie *Clypeaster chiapasensis* Muellerried. Carreño (1986) indicó que existen obstáculos en el estudio de los estratos de Oligoceno-Mioceno en esta cuenca. Mooi (1989) realizó un estudio sobre la clasificación de los Clypeasteroidea, tomando en cuenta características evolutivas, internas y externas. Buitrón y Solís (1993) hicieron una investigación sobre la biodiversidad de los equinodermos fósiles y recientes de México.

IV. METODOLOGIA

IV.1. TRABAJO DE CAMPO

El muestreo paleontológico así como la medición de las columnas, se hicieron bajo la asesoría del Ing. Geol. Raúl Hernández de la Fuente, de PEMEX, tomando en cuenta especialmente al material fósil *in situ*. Las secciones estratigráficas se midieron con cinta métrica y brújula Brunton.

IV.2. TRABAJO DE LABORATORIO

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Paleontología del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los ejemplares fueron sometidos a varios tratamientos para su preparación, de acuerdo a sus características, para optimizar su conservación.

En primer lugar se lavaron y posteriormente se trataron con soluciones de HCl al 5% y 10%, con objeto de disolver los sedimentos duros que los cubrían. El sedimento que no se disolvió con el Acido Clorhídrico, se trató de separar usando cepillos con cerdas de alambre delgado y semigrueso. Hubo fósiles con sedimento grueso muy adherido; para ellos se tuvieron que emplear cinceles y martillos. En otros casos fue necesario el uso de lápices vibradores como el "Sand Blaster" y "Moto Tool". Por último se recurrió al microscopio, y con la ayuda de agujas de disección y exploradores odontológicos, se removió el material fino adherido, para que las estructuras se observaran lo mejor posible con el objeto de proceder al estudio taxonómico.

Las fotografías se elaboraron usando una cámara Graphic-View 4x5 modelo Retina Reflex, con formato 4x5 pulgadas, lentes suplementarias (N1, N11, R" 1:3 y R" 1:4, 5) y película Plus-X-Pan 4x5 "Kodak". Para fotografiar a los ejemplares, se les aplicó Cloruro de Amonio con un dispositivo especial y se les colocó en un fondo claro, con la finalidad de hacer destacar las estructuras como ambulacros, tubérculos y poros, consideradas como rasgos importantes para la identificación de equinoides.

IV.3. TRABAJO DE GABINETE

IV.3.1. METODO DE ESTUDIO

La Sistemática es una de las ramas básicas de la Biología que deben ser tomadas en cuenta para el estudio paleontológico, por ello en esta investigación se realizó el análisis

de la morfología externa observando de los principales aspectos que conforman la testa y su variabilidad morfológica. Se tomaron medidas, entre ellas el diámetro, largo, alto de la concha; tamaño del peristoma, del periprocto y de las áreas ambulacrales e interambulacrales; estas medidas fueron cuantificadas en mm y directamente sobre los ejemplares. Para esta parte del estudio se utilizó bibliografía especializada y se procedió a la asignación genérica y específica del material.

Cabe explicar que no en todos los organismos se observaron todas sus estructuras, puesto que en algunos no se preservaron o estaban incompletos.

Para llevar a cabo esta parte de la metodología se utilizó un vernier escala 120 mm, un microscopio estereoscópico Olympus y una lupa zeiss.

Una vez preparado el material se le asignó un número provisional de catálogo, con las iniciales ETM (Equinoides de Tampico-Misantla) y un número progresivo.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL ESTUDIADO

El estado general de conservación de los ejemplares es bueno, la mayoría de ellos están completos aunque existen ejemplares fragmentados. Por lo anterior, se logró realizar de manera satisfactoria la presente investigación.

V. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla se localiza entre los 29° y 23° de latitud norte

y entre los 96° 30' y 98° de longitud oeste, está ubicada en la parte oriental de la República Mexicana y actualmente constituye la Llanura Costera del Golfo de México.

Sus límites geográficos son: al norte el Río Guayalejo, la población de Xicoténcatl y el Homoclinal de San José de las Rusias, Tamaulipas; al sur queda limitada por las poblaciones de Nautla y Misantla, Ver. y el Macizo de Teziutlán; al este por el Golfo de México y al oeste por la Sierra Madre Oriental. La Cuenca Sedimentaria tiene una superficie aproximada de 62.000 km², alcanzando su amplitud máxima (casi 100 km) cerca de la Ciudad de Tampico, en el Valle del Río Pánuco y su parte más estrecha (35 km aproximadamente) en la región de Misantla, Ver. y Teziutlán, Puc. (figura 1).

Geológicamente esta cuenca sedimentaria está limitada al norte por el extremo sur de la Cuenca de Burgos y la Sierra de San Carlos, al oriente por la línea de costa, al sur por el Macizo Granítico de Teziutlán y al poniente por los pliegues del Geosinclinal Mexicano, que constituye el frente de la Sierra Madre Oriental (Benavides, 1956).

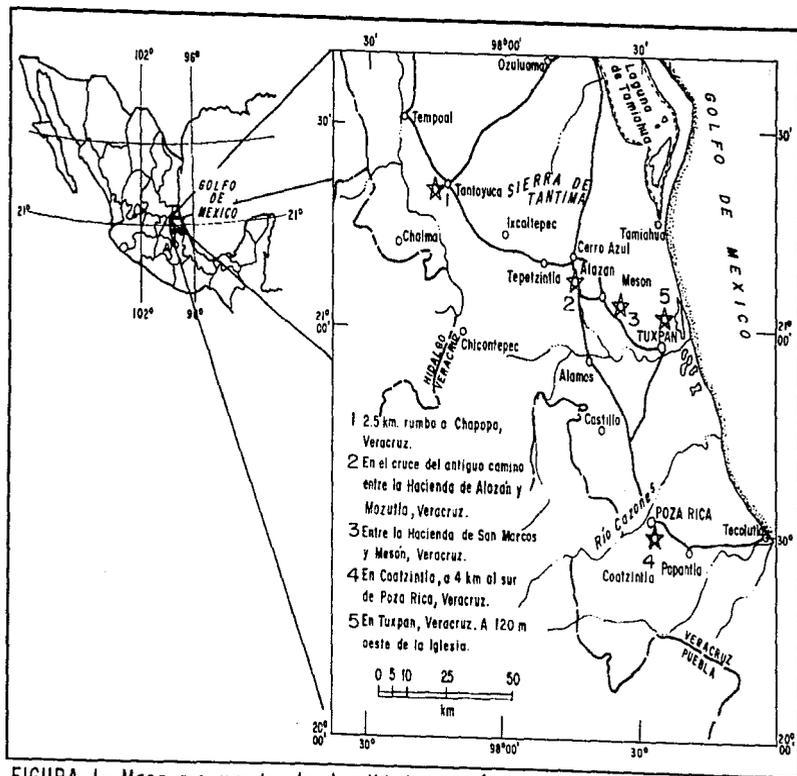


FIGURA 1.- Mapa que muestra las localidades fosilíferas (★)

VI. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA TAMPICO-MISANTLA

El origen de la Cuenca Tampico-Misantla se remonta a los primeros plegamientos de la Sierra Madre Oriental a fines del Cretácico, debido al avance del transpaís sobre la plataforma de Tamaulipas. Estos plegamientos afectaron principalmente a las calizas arrecifales de la Faja de Oro.

Durante la Revolución Laramídica se levantaron y plegaron (durante el Eoceno) los sedimentos del Geosinclinal Mexicano, dando origen a la estructura de la Sierra Madre Oriental y se formaron también varias antefosas a lo largo del margen oriental de la Sierra, donde se acumularon grandes espesores de sedimentos. Dichas capas posteriormente fueron muy plegadas, adquiriendo orientación NNW-SSE, en lo que actualmente es la Cuenca de Chicontepec.

Sin embargo, hubo porciones de la plataforma poco plegadas por esta orogenia, que fue seguida a lo largo del Cenozoico por el lento depósito de grandes volúmenes de sedimentos, ocasionalmente interrumpidos por derrames lávicos y piroclásticos (López Ramos 1980).

Los sedimentos más antiguos que afloraron dentro y a lo largo de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla son calizas de edad albiana-cenomaniana y en algunos lugares sedimentos del Jurásico. Fuera de los márgenes de la cuenca y en el núcleo de varios de los anticlinales de la Sierra Madre Oriental se encuentran sedimentos de edad paleozoica. La edad de la mayor parte de las rocas que afloran en la región de Tampico varía del Paleoceno al Mioceno.

Las margas y calizas mesozoicas que existen en la región posiblemente fueron depositadas

sobre una plataforma que debe haber separado el Geosinclinal Mexicano del Geosinclinal del Golfo de México. Es posible también, que en la parte más oriental de la región de Tampico-Misantla los sedimentos del Mesozoico (Jurásico) fueran depositados en el Geosinclinal del Golfo de México, adelgazándose hasta casi desaparecer hacia el oriente, sobre la plataforma de Tamaulipas. Los potentes afloramientos de calizas de arrecife que constituyen la Sierra del Abra, pueden haber sido formados a lo largo del borde de las partes altas de esta misma plataforma (Benavides, 1956).

A principios del Paleoceno se empezó a sedimentar la Antefosa del Chicontepec situada entre el frente de la Sierra Madre y la Faja de Oro, la cual ya estaba en proceso de emersión; pero debido al levantamiento de esos primeros pliegues quedaron en discordancia los materiales del Cretácico Medio y una gran parte de los sedimentos del Eoceno Inferior.

Durante el Paleoceno también se acentuó el Sinclinal de Magiscatzin situado entre la Sierra Madre Oriental y la Sierra de Tamaulipas, dando lugar a sedimentos arcillo-arenosos que abarcan la región de Ebano-Pánuco hasta el paralelo de Ciudad Victoria, Tamps. Este mismo tipo de sedimentación continuó depositándose durante el resto del Eoceno Inferior y el inicio del Eoceno Medio, especialmente al sur de la Ciudad de Tampico y el frente de la Sierra de Tamaulipas; ya en el Eoceno Superior se depositaron sedimentos arenoconglomeráticos de la facies Tantoyuca y los arcillosos de la facies Chapopote.

Al inicio del Oligoceno existieron algunas discordancias locales que trajeron como consecuencia la ausencia de algunas formaciones. En el Oligoceno Inferior se formaron depósitos característicos de mares transgresivos (Formación Palma Real) y en el Oligoceno Medio y Superior existieron una serie de movimientos tanto transgresivos como regresivos de los mares, con predominio de los segundos, presentándose entonces una serie de facies. En

este período se depositaron las formaciones Alazán, Mesón, Coatzintla y Escolín.

El Mioceno inferior está representado por la Formación Tuxpan, y presenta conglomerados basales, lo cual indica un carácter transgresivo. Sus sedimentos inferiores raramente son arcillosos o calcáreos, por lo que se puede señalar que estas condiciones son muy semejantes a las de los mares del Oligoceno; en su parte superior esta formación tiene carácter regresivo.

Las rocas del Plioceno y del Pleistoceno sólo están representadas por depósitos cineríticos, rocas basálticas y abundante material de aluvión.

Tomando en cuenta estudios litológicos se puede decir que la sedimentación en la cuenca se efectuó en dos episodios: una acumulación de facies "flysch", seguida por una de facies molase. La primera se acumuló en el oeste de la cuenca, como consecuencia de las primeras pulsaciones de la orogenia que posteriormente dió lugar a la Sierra Madre Oriental; este tipo de sedimentación está evidenciada desde el Cretácico Superior en el margen occidental de la Cuenca, representada por una alternancia de arenisca de grano mediano a grueso y lutita. Esta secuencia está relacionada con la orogenia que culminó con el plegamiento de la Sierra Madre Oriental.

En contraste con las rocas señaladas anteriormente, se presentan sedimentos conglomeráticos arcillo-arenoso en sucesión vertical de las formaciones Aragón, Tempoal, Chapopote, Tantoyuca, Palma Real y Coatzintla, las cuales son de grano fino; su distribución es paralela a la facies de depósito tipo "flysch" y constituyen una facies molasa en la cuenca, (López Ramos 1985).

VII. MARCO GEOLOGICO

La topografía que presenta la Cuenca Tampico-Misantla está formada por la erosión diferencial de roca calcárea, arenisca, material tobáceo y de origen ígneo, además sus elevaciones están compuestas por margas, calizas y tapones ígneos. El accidente más notable dentro de la cuenca lo constituye la Sierra Madre de Tántima, de origen ígneo, cuya elevación máxima es de 1200 m.s.n.m.; Se encuentran también numerosos tapones ígneos en los Cerros Ayaquil y Postecilla, que alcanzan 349 y 908 m. respectivamente.

El Macizo Granítico de Teziutlán, localizado al sur en el límite de la Cuenca, constituye una unidad fisiográfica y tectónica que limita tanto el drenaje como parte de sucesión estratigráfica entre las cuencas sedimentarias de Tampico-Misantla y Veracruz. Este macizo de Teziutlán tiene elevaciones de hasta 2000 m.s.n.m.

La unidad fisiográfica que forma la Sierra de Tamaulipas, se localiza al norte de Tampico, y origina una amplia depresión representada geológicamente por el Sinclinal de Magiscatzin. Hacia el norte de Tempoal y Ozuama se localizan valles con topografía suave. La Cuenca de Chicontepec y el este de la Faja de Oro están formados por numerosos cerros con topografía accidentada y constituidos por arenisca y caliza arrecifal.

En términos generales puede decirse que el Terciario se caracterizó por movimientos epigénicos que dieron lugar a la formación de sedimentos en diferentes medios, desde el litoral hasta el batial inferior y posiblemente el abisal; estos se componen en su mayor parte de arcilla, más o menos arenosa, arena o bien ocasionalmente conglomerado, cuya presencia en el área se debe a una transgresión durante el Mioceno.

Geológicamente hablando, la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla se divide en tres unidades: 1) La parte sur de la Plataforma de Tamaulipas, 2) La Antofosa de Chicontepec y 3) La Sierra Madre Oriental.

En la primera sobresale la Sierra de Tamaulipas, cuyo extremo sur está cubierto por sedimentos del Cretácico Superior y del Eoceno, dando origen a la estructura del Pánuco-Ebano. Existe en ella, un sistema de fallas con orientación NNE-SSW (Falla de Menudillo), sin conexión con los esfuerzos tectónicos que levantaron la Sierra Madre Oriental; Esto según parece se ocasionó por un ajuste de bloques dentro del basamento ígneo provocado por fuerzas casi verticales. Los planos de falla tienen una fuerte inclinación de más de 60 grados y en ella se destaca la presencia de rocas ígneas en forma de tapones y de roca basáltica del Jurásico, lo que indica una actividad volcánica muy antigua.

Al sur existe el bloque de la Faja de Oro en forma semicircular, entre la Laguna de Tamiahua y la Barra de Tecolulla. Esta estructura arrecifal tiene su parte más alta en el centro y la más baja hacia los extremos. Otras estructuras de interés son las arrecifales al sur y al oeste de la Faja de Oro.

Durante el Eoceno se levantaron los sedimentos del Geosinclinal Mexicano, que dieron origen a la Sierra Madre Oriental, formándose también varias antefosas y acumulándose grandes espesores de sedimentos de facies "Flysh" (Formación Chicontepec); en el Eoceno Superior se depositaron grandes espesores de sedimentos de tipo "Molasse" que corresponden a la época de máxima orogenia de la Sierra (Formación Tantoyuca). Posteriormente estas capas fueron muy plegadas y constituyeron la Cuenca de Chicontepec, (López Ramos 1985).

VIII. BIOESTRATIGRAFIA, CORRELACION Y ANALISIS DE LAS LOCALIDADES FOSILIFERAS

Carreño (1986) señala los obstáculos que presenta el estudio de los estratos que se refieren al Oligoceno-Mioceno en la Cuenca Tampico-Misantla, especialmente de las Formaciones Mesón y Tuxpan. Al respecto explica que no están muy bien representadas por facies francamente marinas ricas en faunas pelágicas, y que además existen muy pocos afloramientos en donde se aprecien marcadas diferencias litológicas.

Las discontinuidades estratigráficas de estas formaciones, particularmente las que se refieren a superficie y espesor, han ocasionado que no se detecten fácilmente, salvo en raras ocasiones, discordancias, fallas y otras estructuras; ésto ha originado que en las últimas décadas los afloramientos con fauna oligocénica de facies someras sean referidos a la Formación Mesón, mientras que los que contienen faunas miocénicas se asignan a la Formación Tuxpan.

Se puede aclarar que por su litología, los sedimentos Oligo-miocénicos de las formaciones Alazán y Coatzintla son relativamente fáciles de diferenciar.

Para el Oligoceno-Mioceno se han descrito siete formaciones: Horcones, Palma Real, Alazán, Coatzintla, Escolín, Mesón y Tuxpan.

LOCALIDADES FOSILIFERAS

Las localidades fosilíferas de donde provienen los equinoides fósiles que se estudian en

esta investigación pertenecen a varias formaciones localizadas dentro de la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla, ellas son:

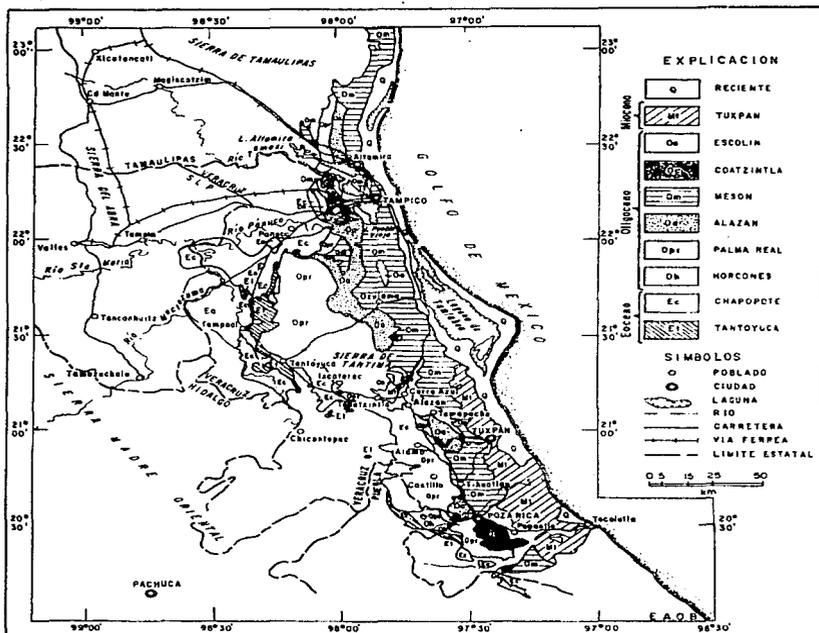
FORMACION TANTOYUCA: Localidad a 2.5 km. rumbo a Chapopo, Veracruz.

FORMACION ALAZAN: Localidad en el cruce del antiguo camino entre la Hacienda de Alazán y Mozutla.

FORMACION COATZINTLA: Localidad en el poblado de Coatzintla a 4 km. al sur de Poza Rica, Ver., desde la cima del cerro hasta el cruce del camino entre Coatzintla y Palma Sola.

FORMACION MESON: Localidad entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Ver.

FORMACION TUXPAN: Localidad en la Ciudad de Tuxpan, Ver., a 120 m al Oeste de la Iglesia. (Figura 2).



FORMACION CHAPOPOTE-TANTOYUCA

El nombre Chapopote-Tantoyuca fue propuesto por Ickes (1913), para una sola formación y posteriormente fue estudiada por Ver Wiebe (1924), Sansores y Girard (1969), rectificaron las definiciones de esta formación consideraron a esta unidad compuesta por dos formaciones diferentes del Eoceno Superior: La Formación Chapopote y la Formación Tantoyuca.

FORMACION CHAPOPOTE

Esta formación descansa frecuentemente en discordancia sobre la Formación Guayabal y está cubierta a su vez por la Formación Horcones. Se encuentra cerca de la población de Chapopote, Ver., al norte del Río Tuxpan.

La particularidad de la unidad es que está formada por arcilla depositada en aguas profundas, con afloramientos en San José de las Rusias, Tamps., en Cerro Azul, Ver., localizada a unos 25 km al sur de Soto la Marina, Tamps. y al poniente y suroeste de Tampico, Tamps. Su edad corresponde al Eoceno Superior.

VIII.1. FORMACION TANTOYUCA

Se localiza, aproximadamente, en la parte sur de la Planicie Costera, desde Tantoyuca hasta Misantla, en el Estado de Veracruz. Esta formación presenta sedimento arenoso y conglomerado que forman una facies "molasse" típica, expuesta en afloramientos de hasta 1000 m. de espesor. La arenisca es de grano fino a grueso y conglomerática de matriz calcárea, con algunas intercalaciones de lutita o de marga arenosa de color gris y gris

oscuro. Algunos conglomerados tienen fragmentos de caliza cretácica de diferentes colores, así como fragmentos de pedernal negro y arenisca; también son frecuentes calizas impuras con abundantes foraminíferos de los géneros *Operculina* y *Lepidocyclina*.

El depósito de esta formación se produjo cerca de la costa, ya que su composición es principalmente de material detrítico derivado por erosión de regiones adyacentes.

Los sedimentos que caracterizan la facies Tantoyuca son indicativos de depósitos bajo condiciones de perturbación, en un medio ambiente marginal; está constituida por fragmentos de caliza del cretácico, pedernal negro y arenisca, derivados de la Formación Chicontepoc.

Esta formación descansa frecuentemente en discordancia sobre la Formación Guayabal y está cubierta a su vez por la Formación Horcones.

Las equinoídes procedentes de esta formación son:

Oligopygus haldemani (Conrad)

Oligopygus putnami Israelsky

Eupatagus (Gymnopatagus) mooreanus Pilsbry

La microfauna de la formación Chapopote y Tantoyuca tiene afinidades con la correspondiente a la Formación Jackson de la Llanura Costera del Golfo de México, lo cual confirma su posición dentro del Eoceno Superior, (Sansores y Girard, 1969).

VIII.2. FORMACION ALAZAN

El nombre de la formación fue propuesto por Dumble (1912) y fue descrita por Garfias (1915).

Se localiza en el Río Buenavista, entre la Hacienda Alazán y Mozutla; sus afloramientos consisten en una serie de margas y lutitas de color gris a azul oscuro, que intemperizan a color gris rojizo; ocasionalmente se encuentran intercaladas algunas capas de arenisca arcillosa de 2 a 3 cm. de espesor. Su constitución litológica no siempre es uniforme, ya que en ocasiones la lutita se vuelve arenosa en la parte media de la unidad y llega a convertirse en arenisca con intercalaciones arcillosas hacia la parte inferior. Estas facies corresponden en algunos puntos con el miembro superior de la Formación Palma Real.

La Formación Alazán se encuentra expuesta en una longitud de 280 kilómetros, desde el Río Soto la Marina hasta el Río Tuxpan y en un área pequeña al noroeste de Poza Rica en el Río Cazones, hasta las inmediaciones de Aldama, Tamps. Su espesor es muy variable; 930 m. en San José de las Rusias (Tamps.); 520 m. en Cabo Rojo (Ver.); 360 m. en Tuxpan (Ver.) y 60 m. al poniente de la Faja de Oro (Ver.).

Su edad corresponde al Oligoceno inferior y superior. Sus límites inferior y superior lo constituyen las formaciones Palma Real (inferior) y Mesón (superior), siendo correlacionable con la Formación Vicksburg de Texas (López Ramos, 1989).

Los equinoides procedentes de esta formación corresponden a especies del género:

Schizaster sp

VIII.3. FORMACION COATZINTLA

El nombre para esta formación fue propuesto por Adkins (1928). Thalman (1935) cita la formación sin hacer referencia a su origen. Muir (1936) consideró que la información es escasa para describir sedimentos del Oligoceno Superior, y cita a la Formación Coatzintla

sólo para indicar la probabilidad de que existieran sedimentos de aquella edad. Se caracterizan por su contenido de lutita y marga de color gris oscuro, intercaladas con marga arenosa, conglomerado y caliza coralina. Esta formación representa un depósito de aguas más profundas que las de la Formación Mesón que la subyace; Se considera que esta unidad tiene un carácter transgresivo por la presencia de clásticos de grano grueso en la base y de lutita y arenisca en la parte superior. Su espesor es variable y queda comprendido entre 150 m. en Coatzintla y hasta 450 m. en la Faja de Oro.

La Formación Coatzintla está cubierta por estratos de la Formación Escolín y descansa a su vez, aparentemente en discordancia, sobre las formaciones Mesón y Palma Real.

La localidad tipo se encuentra en el Poblado de Coatzintla, a 4 km. al sur de Poza Rica, Ver., desde la cima del Cerro hasta el Cruce del Camino entre Coatzintla y Palma Sola con el Arroyo de Troncones, se extiende en una franja de 45 kilómetros de longitud, desde Poza Rica hasta el sur de Tecolutla. Esta localidad representa la porción inferior de la formación cuya mayor parte aflora hacia el oriente.

La edad de la formación corresponde al Oligoceno Superior, (Koerdell, M.M. 1956 Congreso Geológico Internacional,).

Los equinoides procedentes de esta formación son:

Clypeaster cubensis Colteau

Echinolampas aldrichi Twitchel

Echinolampas veracruzensis sp. nov.

VIII.4. FORMACION MESON

El nombre de la unidad fue propuesto por Dumble (1918). Posteriormente Vaughan (1924) y Cole (1928), se refirieron a la formación como del Oligoceno Medio; más tarde Muir (1936) hizo una revisión de los trabajos hechos por Dumble (Op. cit.). Barker y Blow (1976) consideran que la Formación Mesón puede llegar hasta el Mioceno Inferior, aunque no comprueban tal suposición.

Esta unidad se caracteriza por la presencia de arenisca, caliza, marga arenosa, caliza coralina, lutita y marga arenosa de color gris oscuro, depositadas en aguas someras, con afloramientos en los valles entre Moralillo (Hacienda de San Marcos) y Mesón, Ver., y cubre a la Formación Alazán, aparentemente en concordancia. La arenisca está cubierta por capas delgadas de 10 a 20 cm. de espesor de caliza con intercalaciones de arenisca gris azul. Su espesor varía de 90 a 60 cm. en la superficie y de 110 a 875 en el subsuelo.

Esta formación se extiende a lo largo de la Costa del Golfo de México en una franja de aproximadamente 30 kilómetros de ancho, desde el límite del Río Cazonés hasta el norte de Tampico (inmediatamente al norte de Poza Rica, Ver.). En su extremo del norte tiene franco carácter transgresivo sobre las formaciones Alazán, Palma Real y Aragón; del Oligoceno las dos primeras y del Eoceno la tercera.

En algunos lugares descansa sobre sedimentos antiguos, como ocurre al sureste de Aldama, Tamps., donde se cubre por capas de la Formación Aragón. Sobre la Formación Mesón descansan, discordancias de por medio, sedimentos del Mioceno Superior.

Según su fauna y estratigrafía sus sedimentos comprenden parte del Oligoceno Medio y Oligoceno Superior. (López Ramos, 1985).

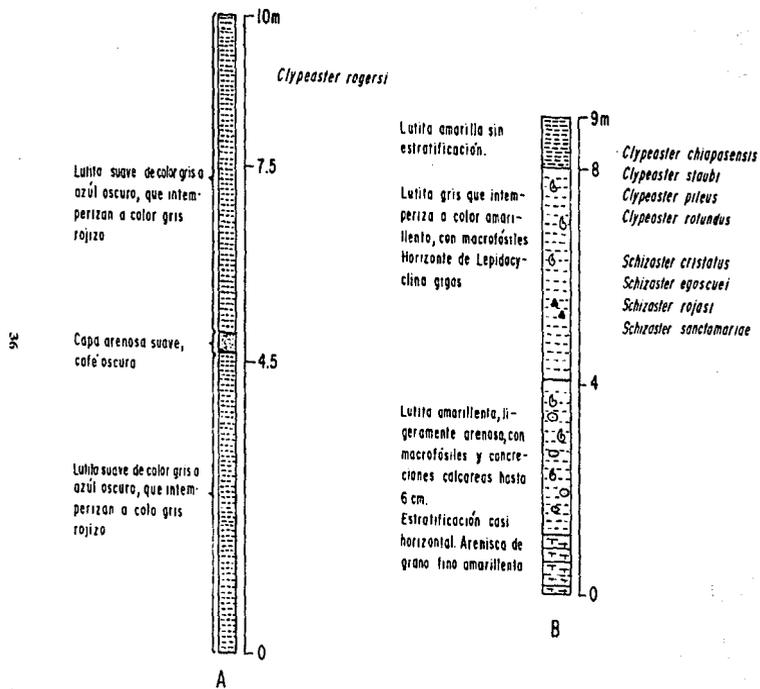


FIGURA 3.-Columnas estratigráficas de las secciones tipo de las Formaciones Alazán (A) y Mesón (B). (Modificada de López Ramos, 1956)

Los equinoides procedentes de esta formación son:

Cidaris loveni Kew

Clypeaster sanrafaelensis Israelsky

Clypeaster meridaensis Michelin

Clypeaster oxibaphon Jackson

Clypeaster crustulum Michelin

Clypeaster stauhi Lambert

Paraster tampicoensis Israelsky

Schizaster cristatus Jackson

Schizaster dumblei Kew

Brissopatagus elevatus Israelsky

Agassizina clevi Colteau

Eupatagus mexicanus Jackson

Lovenia dumblei Kew

Echinolampas mexicanus Lambert

Antillaster vauhani Jackson

VIII.5. FORMACION TUXPAN

El nombre de esta formación fue propuesto por Dumble (1911), para denominar a una secuencia de sedimentos arenosos de color amarillo en las lomas de la vecindad de Tuxpan, Ver., considerados como sedimentos miocénicos por su posición y por ser posteriores a las Capas San Rafael.

Vaughan (1924) sugiere que la fauna de las Capas Tuxpan está relacionada con la de Chipola en Florida y con la Formación Gatún de Panamá y Costa Rica, e indica la abundancia de *Clypeaster meridaensis* Michelin.

Staub (1928) describe varios afloramientos asignándoles una edad Miocénica Temprana.

Para Baker y Blow (1976) esta formación corresponde al Mioceno Temprano-Medio por la presencia de Globigerinóides. Carreño (1986) sugiere una edad más reciente, correspondiente a la base del Mioceno Medio por hallarse *Globorotalia foschi lobata*.

Los sedimentos que presenta esta unidad se depositaron durante una transgresión de aguas someras, seguida por una regresión, hasta tener su posición actual en el Golfo de México.

Esta formación descansa en discordancia sobre las formaciones oligocénicas Escolín, Coatzintla, Mesón, Alazán y Palma Real y está expuesta entre el sur de la Laguna de Tamiahua y el Río Tecolutla; está cubierta en partes por sedimentos costeros y aluviales más jóvenes que el Mioceno, no diferenciados, que pueden comprender desde el Plioceno hasta el Reciente.

Como litología predominante presenta arenisca, arenisca calcárea, caliza y lutita, encontrándose en la base de la formación algunos conglomerados. A lo largo de la carretera entre Papantla y Tecolutla, Ver., se encuentran afloramientos formados por conglomerado, arenisca, caliza y arcilla arenosa. El espesor de los sedimentos es muy variable, de 90 m. a 820 m; en la superficie varía de 50 a 200 m. y aumenta hasta Tecolutla (820 m.), en Poza Rica los sedimentos son areno-arcilloso y cambian de grano grueso en la base a grano fino en la cima.

Esta formación aflora a lo largo de la Costa del Golfo de México, en una franja que varía de 1 a 20 kilómetros de ancho, desde el noreste de Cerro Azul, Ver., hasta más o menos 20 km. al sur del Río Tecolutla, lo que constituye una extensión de aproximadamente 125 km. (Figura 4).

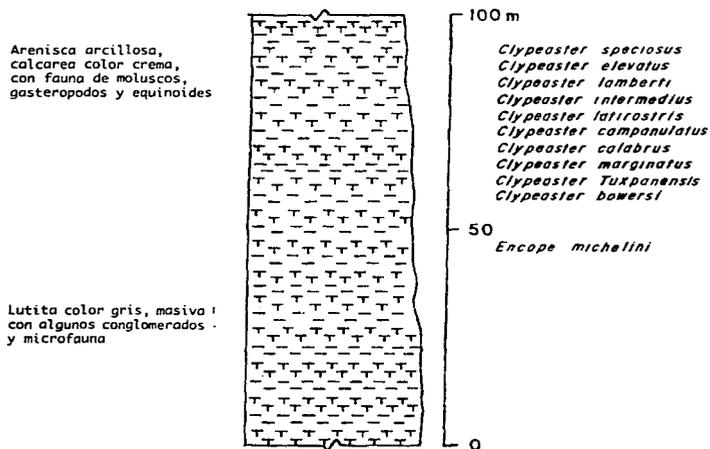


FIGURA 4. - Columna Estratigráfica de la Formación Tuxpan.

La localidad tipo se encuentra en las Lomas de Ciudad Tuxpan, Ver., a 120 m. al oeste de la iglesia principal.

Los equinoides procedentes de esta formación son:

Cidaris cf. C. loveni Cotteau

Mascropheustes antillarum Cotteau

Clypeaster pileus - *Clypeaster cubensis* Cotteau

Schizaster dumblei Kew

Macropneustes dumblei Israelsky

Plagiobrissus cuminsi Kew

Clypeaster meridaensis Michelin

Vasconaster jeanetti Lamtert

Cidaris thoursii Agassiz y Desor

Clypeaster staudi Lambert

Tomando en cuenta su fauna y su posición estratigráfica su edad corresponde al Mioceno Inferior-Mioceno Medio (Baker y Blow, 1976). (Figura 5).

IX. PALEONTOLOGIA

IX.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PHYLUM ECHINODERMATA

Los equinodermos son invertebrados con la piel cubierta de espinas, celomados, deuteróstomados (huevos de regulación y segmentación radial o bilateral, formación del ano a partir del blastoporo o zonas circundantes) y cicloneura, ya que una parte del celoma se aísla de la cavidad general del cuerpo formando el hidrocele o sistema ambulacral. Presentan una gran diversidad de formas: esferoidal, discoidal, codiforme, estelar, cilíndrica y pentacrinal.

El grupo comprende en la actualidad aproximadamente 7000 especies recientes y 13000 fósiles agrupadas en seis clases: Crinoidea, Holoturoidea, Echinoidea, Asteroidea, Concentricycloidea y Ophiuroidea. Hay además muchos grupos extintos, que desaparecieron antes del final del Paleozoico (Machaeridia, Homostelea, Stylophora, Homoiotelea, Eocrinoidea, Paracrinoidea, Cystoidea, Parablastoidea, Blastoidea, Edrioblastoidea, Cyclocystoidea, Helicoplacoida, Ophiocystoidea, Diploporita, Edrioasteroiden, Rhombiten y Lepydycystoidea). (Sprinkle J. 1980, Brusca y Brusca 1990, Buitrón y Solís 1993).

Los grupos de equinodermos del Jurásico y Cretácico son similares a los grupos actuales lo cual hace suponer que su forma de vida era muy semejante a la de sus descendientes de hoy día.

Los equinodermos son marinos, bentónicos, en la actualidad se han recolectado en algunas ocasiones, en los estuarios de los ríos, y en lagunas de salinidad variable (Laguna Madre de Texas); este fenómeno se puede interpretar como una tendencia adaptativa muy reciente, pues no se han encontrado hasta el momento fósiles del grupo asociados a faunas

dulceacuólicas. Se encuentran en todas las profundidades marinas, aunque son más frecuentes en el sistema litoral de la región bentónica, sin embargo forman parte muy importante de las faunas del sistema batial.

Rasgos característicos de los equinodermos:

1.- SIMETRÍA RADIAL SECUNDARIA. En el estadio adulto, se manifiesta principalmente por la disposición del sistema ambulacral, formado por cinco radios o ambulacros, alternando con cinco interradios o interambulacros, todos ellos dispuestos alrededor de la boca. Cuando los ambulacros están arreglados según meridianos, la forma del equinodermo es globular o cilíndrica como en los equinoideos y holoturoideos, pero si los ambulacros se desarrollan más que los interambulacros la forma que resulta es la de una estrella típica como en los asteroideos. La simetría radial del estadio adulto es una adquisición secundaria, ya que las diferentes larvas (dipleurula, auricularia bipinaria y pluteus) de los equinodermos presentan una primitiva simetría bilateral: Dicha simetría se desarrolla a expensas del lado izquierdo del hidrocele o sistema ambulacral, que experimenta un giro, situándose en un plano horizontal en lugar del vertical inicial; la boca se desplaza hasta la cara superior en que se encuentra el ano, se atrofia el lado derecho y se forman cinco radios equidistantes, resultando la simetría radial secundaria que presentan los equinodermos actuales y la mayoría de los fósiles, ya que en estos grupos la simetría puede estar alterada por torsión del cuerpo, como en los Helicoplacoideos, los Carpoideos, algunos Edrioasteroideos, Cistoideos y Eocrinoides, que solo presentan tres ambulacros. En algunos Equinodermos se observa una simetría bilateral superpuesta a la radial, como consecuencia del desplazamiento unidireccional sobre el fondo del mar o por la perforación de galerías en los sedimentos en busca de alimento. Este nuevo plano de simetría adquirido, no corresponde al primitivo bilateral de las larvas y queda en posición perpendicular al primitivo, debido a

que el radial se formó a expensas del lado izquierdo del hidrocele. Este fenómeno se presenta en los equinoides exocíclicos a partir del Mesozoico (Jurásico) como una tendencia evolutiva que permitió que dichos equinodermos se adaptaran a los grandes fondos marinos, con la consecuencia de un cambio del régimen alimenticio fitófago primitivo al carnívoro y limnícola.

II.- ENDOESQUELETO DE ORIGEN MESODERMICO. Consiste en un conjunto de placas, espinas, espículas o cualquier osículo de calcita cristalina que forma el estereoma, depositado en una red mesenquimatosa orgánica (estroma) formada por tejido no celular amorfo o fibroso y por células conectivas y numerosas fibras nucleadas.

El Estereoma de los equinodermos facilita notablemente la fosilización y le confiere cierta unidad al grupo ya que presenta una microestructura y propiedades cristalográficas particulares; cada elemento se comporta como un cristal de calcita, fácilmente distinguible al microscopio, aún en fragmentos muy pequeños, debido a la exfoliación espática, romboédrica que caracteriza a este mineral. El esqueleto crece de dos maneras distintas; por una constante adición en el exterior de elementos calcáreos, con reabsorción interna de los mismos, de tal manera que seccionando una placa de erizo de mar, no se encuentran huellas de su condición inicial, como se presenta en el fémur de un vertebrado adulto; y por una excreción periférica de carbonato de calcio, sin efectuarse la reabsorción interna. El tejido esquelético de los equinodermos ha sido comparado con los huesos de los vertebrados, pero el estereoma de los equinodermos difiere en tres aspectos fundamentales:

a) Porque es básicamente calcáreo, y no presenta composición química de naturaleza fosfática.

b) Por la formación intracelular de sus elementos.

c) Y finalmente, por sus propiedades cristalográficas características.

El esqueleto está cubierto por el ectodermo que en los organismos recientes presenta coloraciones vistosas. La mayoría de los grupos actuales tienen esqueletos formados por placas, espinas, etc. (equinoideos, asteroideos y ofiuroideos) con excepción de los holoturoideos en los que el esqueleto se reduce a pequeñas espículas calcáreas, ampliamente distribuidas en las capas superficiales de la dermis. También hay evidencias de espinas en varios de los grupos extintos. Las espinas tienen varias funciones, entre ellas la de protección a las formas juveniles.

III.- SISTEMA VASCULAR ACUIFERO. Se le llama comúnmente sistema ambulacral o hidrocele que es único en este grupo, y que consiste en un conjunto de canales que terminan en una serie de tubos eréctiles derivados del celoma, llamados pies ambulacrales, por donde circula el agua de mar. Hay diversos tipos de sistemas ambulacrales en las diferentes clases de los equinodermos.

En un erizo de mar el sistema ambulacral se inicia en la placa madreporica que es dorsal y forma parte del sistema apical, le sigue un tubo pétreo (llamado así debido a que está más o menos calcificado) que se conecta con el canal anular periesofágico, donde hay cinco vesículas que mantienen una determinada presión del agua y de ahí se comunica a cinco canales radiales situados debajo de los ambulacros; de estos canales parte un gran número de estructuras tubulares, que salen por los poros de los ambulacros y generalmente terminan en una ventosa. Las funciones del sistema ambulacral son variadas: locomoción, respiración, captura de presas para la alimentación, creación de corrientes, y como órganos sensoriales.

El phylum *echinodermata* comprende cinco subphyla:

- I.- *Homalozoa* Whitehouse, 1941
- II.- *Crinozoa* Matsumoto, 1929
- III.- *Asterozoa* Zitell, 1895
- IV.- *Echinozoa* Zitell, 1895
- V.- *Blastozoa* Sprinckle, 1973

El subphylum *Echinozoa* comprende ocho clases:

- 1.- *Helicoplacoidea*, grupo extinto, cuyos representantes son exclusivamente del Cámbrico Inferior; 2.- *Edriocasteroidea*, grupo extinto, del Cámbrico Inferior-Missisipico; 3.- *Edrioblastoidea*, grupo extinto, del Ordovícico Inferior-Medio; 4.- *Ophiocistoidea*, grupo extinto del Ordovícico Medio al Silúrico Inferior; 5.- *Cyclosystoidea*, grupo extinto, exclusivo del Paleozóico (Ordovícico Medio-Devónico-Medio); 6.- *Echinoidea*, del Ordovícico Medio al Reciente; 7.- *Holothuroidea*, probablemente desde el Ordovícico Medio al Reciente; 8.- *Concentricycloidea*, Reciente (Buitrón y Solís, 1993 modificada de Sprinkle, 1980).

IX.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CLASE ECHINOIDEA.

Son organismos que poseen un caparazón globoso o discoidal formado por placas poligonales con tubérculos en donde se articulan espinas, ordenadas en ambulacros e interambulacros. El caparazón está constituido por cinco áreas ambulacrales (radiales) separadas por otras cinco intrembulacrales o interradales, que se extienden según meridianos entre la boca (infero) y el polo apical (súpero) donde suele estar situado el periprocto. El conjunto de las áreas ambulacrales o radiales e interambulacrales o interradales, constituye la corona del equinoide y la zona ecuatorial recibe el nombre de ámbito. (Figura 6).

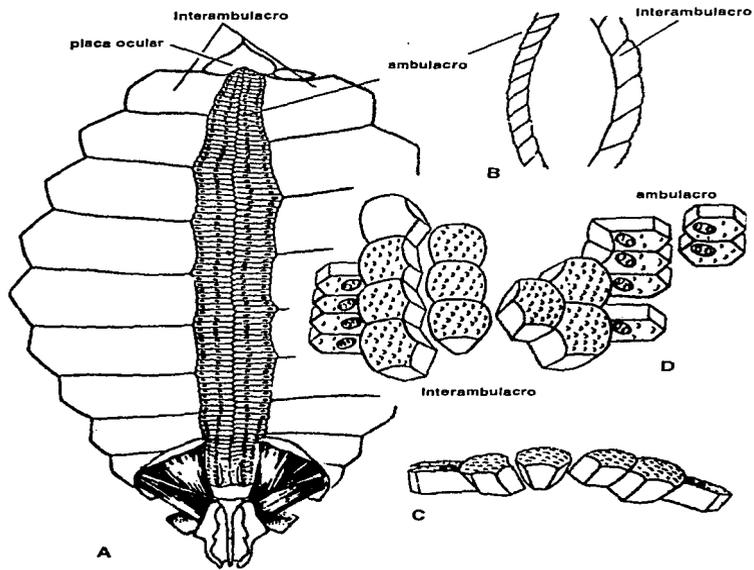


Fig. 6 Relación estructural de las placas en la concha de equinoides
A. Vista interna que indica la relación de la placa ocular con ambulacros e interambulacros.
B. Placas C y D Vista externa de las placas mostrando los puntos imbricados (Tomado de Durham 1966).

Los representantes de esta clase son marinos bentónicos, de vida activa, viven a diferentes profundidades y temperaturas, se nutren de pequeñas presas o bien del sedimento marino. Se les ha colectado en rocas del Ordovícico, continuando desde este período, hasta la actualidad.

Los aspectos fundamentales de este grupo son:

SISTEMA APICAL.- Se le llama así al conjunto de placas situadas en el polo apical del equinoide, donde concurren las cinco áreas ambulacrales, de ahí irradian los cinco ambulacros en los exocíclicos y forman un anillo en los endocíclicos.

Este sistema está constituido por cinco placas basales o gonitales que forman un primer ciclo alrededor del periprocto y otras cinco placas radiales llamadas oculares, que alternan con las basales y quedan situadas frente a las áreas ambulacrales o radiales. Una de las placas basales de mayor tamaño, es la placa madreplática que con relación al "Plano de Lovén" queda colocada en posición anterior y a la derecha.

Cuando el periprocto ocupa el polo apical, el caparazón es globoso de contorno circular y tiene simetría pentarradiada. El periprocto está rodeado por un anillo de placas, por lo que estos equinoideos se denominan Endocíclicos. En cambio, cuando el periprocto está en posición excéntrica, fuera del conjunto de placas situadas en el polo apical, el caparazón suele ser de contorno más o menos pentagonal o acorazonado y presenta un plano de simetría secundario que recibe el nombre de "Plano de Lovén", definido por un área ambulacral anterior y el interrradio posterior que contiene al periprocto (figura 7). Estos equinoideos, en los que el periprocto no ocupa el centro del anillo formado por las placas apicales se llaman Exocíclicos (irregulares). Estos a su vez se dividen en:

a) GNATOSTOMOS Según que conserven o hayan perdido el aparato masticador.

Y.

b) ATELOSTOMOS

ESPINAS.- Son piezas calcáreas, móviles que se articulan en los tubérculos de las placas y les sirven para desplazarse, crear corrientes o como protección. (Figura 8).

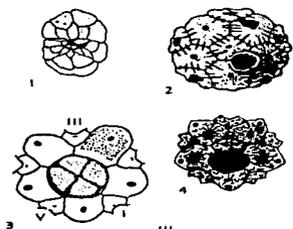


Fig. 7 Vista del periprocto y sistema apical de algunos equinoides (Tomado de Durham 1966).

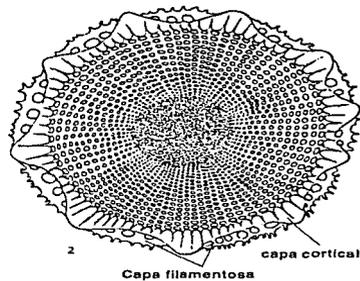
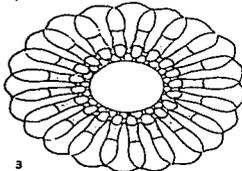
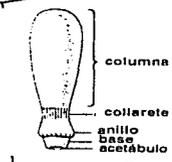
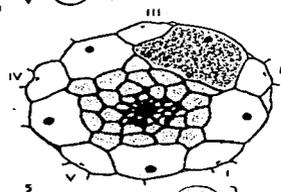


Fig. 8 Morfología de las espinas primarias en los equinoides 1. Vista lateral 2y 3. Secciones transversales (Tomado de Durham 1966).

AMBULACROS.- Las áreas ambulacrales están formadas por dos filas de placas, cada una de las cuales contiene un par de poros que forman el "Zygoporo" y corresponden a la inserción de un pie ambulacral. (Figuras 9,10).

En los Endocíclicos, los ambulacros forman una banda continua (un huso esférico), entre el peristoma y el períprocto y son todos iguales, denominándose "simples".

En los exocíclicos.- El área ambulacral queda diferenciado en dos regiones: la parte más próxima al polo apical, que conserva su estructura normal con placas provistas de zygoporos, forma la "roseta apical", con pies ambulacrales que desempeñan una función táctil y respiratoria, y el resto, cuyas placas no están perforadas, salvo en la región más próxima a la boca, donde forman la "floscela peribuca" con pies ambulacrales de tipo especial que están al servicio de la boca.

Los equinoides tienen veinte filas de placas coronales: dos en cada área interambulacral.

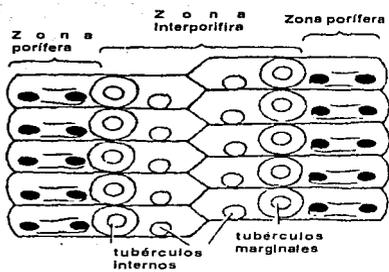
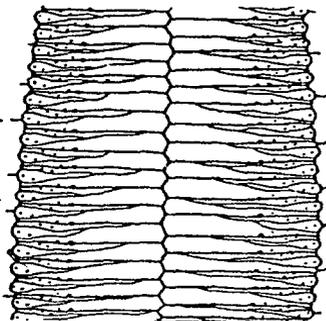


Fig. 9 Parte de un ambulacro mostrando las zonas poríferas y los tubérculos. (Tomado de Durham 1966).

Fig. 10 Morfología de las placas de un ambulacro. (Tomado de Durham 1966).



Las áreas ambulacrales se denominan petaloideas y son abiertas cuando los bordes del ambulacro terminan paralelos y sus placas siguen siendo iguales y cerradas cuando delimitan un área ovalada muy distinta al resto del área ambulacral.

PLACAS AMBULACRALES.- Cada placa ambulacral posee un par de poros; aunque en muchos endocíclicos pueden fusionarse, para formar placas compuestas. (Figura 11).

PERISTOMA.- Está formado por un anillo de 10 placas orales que rodean a la boca.

MANDIBULAS.- El aparato masticador se llama Linterna de Aristóteles y está integrado por cinco pinzas en forma de pirámide cada una constituida por un diente.

RADIOLAS.- Sobre las placas del equinoide se insertan unas piezas calcáreas, alargadas móviles, las radiolas, que con frecuencia adoptan la forma de espinas y están articuladas sobre protuberancias existentes en las placas.

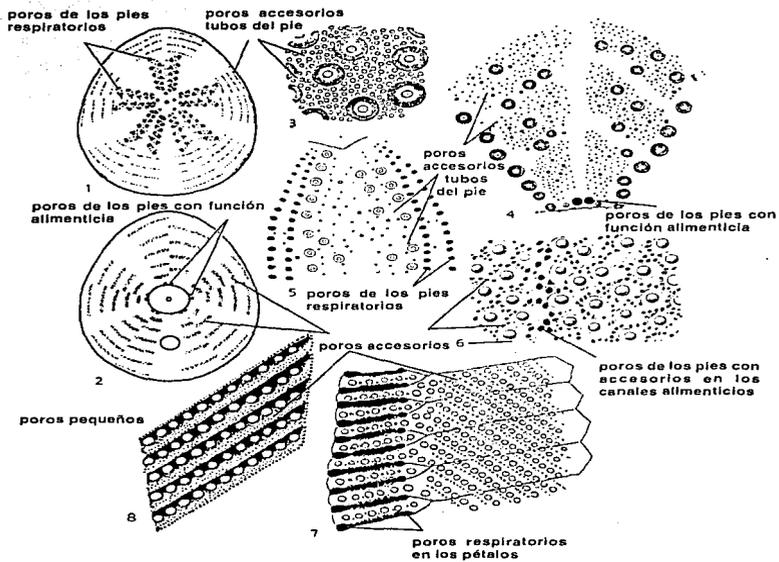


Fig. 11 Diferentes tipos de poros de los podias clypeasteroideos. (Tomado de Durham 1966).

FASCIOLAS.- En los Espantongoides, exocíclicos y en algunos Holasteroides, existen, en determinadas regiones del caparazón, radiolas flexibles especiales, destinadas a producir con sus movimientos corrientes de agua, facilitando así la respiración del animal. Los tubérculos correspondientes a la inserción de tales radiolas, son diminutos, y dan lugar a la formación de bandas diferenciadas, sobre el caparazón que reciben el nombre de Fasciolas. (Figura 12).

ASPECTOS GENERALES DE EQUINODERMOS FOSILES

El estudio de los equinodermos fósiles para interpretaciones bioestratigráficas es importante y muy variable. Adkins (1956) menciona que durante el proceso de fosilización, el sepultamiento en áreas de escasa sedimentación, el deterioro sufrido durante el transporte postmortem o el deterioro causado por el exceso de presión y las altas temperaturas, son las causas de que al final de dicho proceso quede un escaso número de ejemplares fósiles o bien que estos están mal conservados. Sin embargo los equinoides se cuentan entre los fósiles mejor conservados y más abundantes en determinados yacimientos, ya que presentan un caparazón rígido fácilmente fosilizable; no así el caso de otros equinodermos en que el esqueleto está constituido por placas separadas formadas por espículas de carbonato de calcio, alojados en el tejido celular dérmico, por lo que no tienen condiciones óptimas para fosilizar. Cuando el animal muere se destruye este tejido y las espículas se disuelven fácilmente debido a su porosidad, pero pueden conservarse en condiciones especiales como en un enterramiento rápido o un ambiente con un pH mayor de 7. Si las condiciones son propicias, como en el caso de que cada placa presente una red cristalina rombohédrica, los huecos son ocupados por moléculas de carbonato de calcio, convirtiéndose entonces en un cristal de calcita. Este proceso no ocurre en ningún otro tipo de organismos; por lo tanto, resulta fácil reconocer los restos fósiles de equinodermos en las rocas sedimentarias.

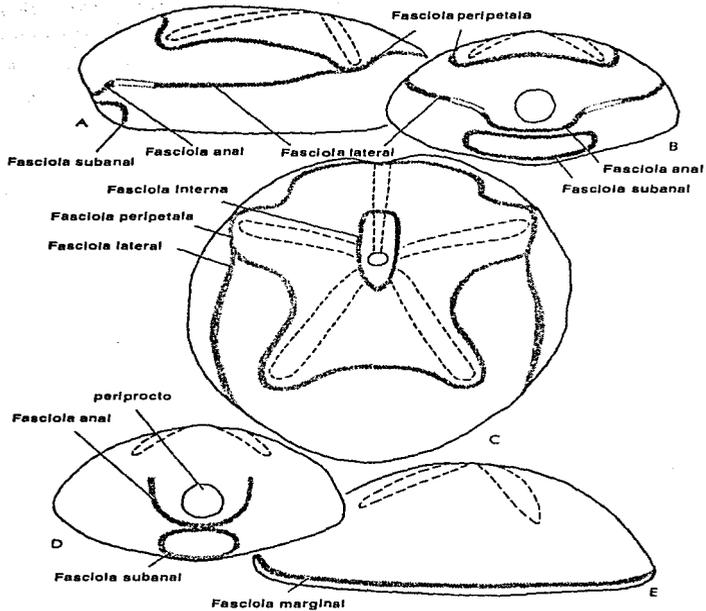


Fig. 12 Fasciolas en la concha de espartangóideos. A Vista lateral. B. Vista posterior. C. Vista aboral. D. Vista posterior mostrando la fasciola subanal. E. Vista lateral mostrando la fasciola marginal. (Tomado de Durham 1966).

Entre los equinoideos se encuentra representantes como fósiles índice o guía. A nivel taxonómico de clases, presentan una distribución estratigráfica restringida, como ocurre en los Cistoideos (Ordovícico-Devónico) o los Carpoideos (Cámbrico-Devónico) que son importantes, pues cualquiera de ellos sirve para caracterizar una parte del Paleozoico. A nivel taxonómico menor, la limitación estratigráfica puede ser más precisa. Así, los Euequinoideos son post-paleozoicos, los Equinoideos Exocíclicos no aparecen hasta el Jurásico y los Clypeasteroides son todos Cenozoicos (Meléndez, 1986).

En otras clases de Equinodermos por ejemplo la limitación estratigráfica suele ser muy precisa, pero sus fósiles son muy escasos, y en consecuencia, su utilidad en bioestratigrafía es mucho menor.

Tomando en cuenta géneros y especies su importancia estratigráfica es evidente, ya que existen muchos de los considerados fósiles guía, tal es el caso de los clypeasteroideos abundantes en especies e individuos. Se considera a *Clypeaster pileus* Israelsky, como uno de los mejores guía de la Cuenca Tampico-Misantla del Terciario Medio de México.

Sin embargo, los equinoideos post-paleozoicos, por presentar un caparazón rígido son considerados los mejores fósiles con valor estratigráfico.

Dentro de los procesos evolutivos ampliamente estudiados se encuentra una transición de los Endocíclicos a los Exocíclicos; esto tuvo lugar durante el Jurásico y se desarrolló en dos etapas: Primero, el periprocto pierde contacto con el sistema apical, emigrando hacia atrás en el Interradio posterior, y segundo, los ambulacros se diferencian por pares y adoptan la forma petaloide, de tal manera que por medio de esta transición, el periprocto tiende a ser excéntrico, aunque el organismo sigue conservando la forma general redondeada

del caparazón. Entre los organismos estudiados; los que tienen líneas evolutivas bien documentadas son los clypeasteroides ya que fosilizan fácilmente, son abundantes y diferentes, por lo tanto su valor estratigráfico es muy alto.

El habitat de muchos equinoides fósiles puede ser deducido por comparación con especies vivas, por lo que se considera que los equinodermos suelen ser buenos indicadores paleoecológicos.

Las clasificación se basa en las características del caparazón y este grupo comprende dos subclases: Los Periscoechinoidea y los Euechinoidea.

CLASIFICACION

CLASE	SUBCLASE	SUPER ORDEN	ORDEN	SUB ORDEN	
SUBPHYLUM ECHINOZOA	PERISCHOECHINOIDEA	DIADEMATA	BOTHRIOCIDAROIDA		
			ECHINOCYSTITOIDA		
			PALAECHINOIDA		
			CIDAROIDA		
	ECHINOIDEA	DIADEMATA	ECHINOTHURICIDA	DIADEMATOIDA	
				PEDINOIDA	
		ECHINACEA	ECHINACEA	SALENIIDA	
				HEMICIDAROIDA	
				PHYMOCMATOIDA	
				ARABACOIDA	
EUECHINOIDEA	INCERTO	INCERTO	ECHINOPLEUROIDA		
			ECHINOIDA		
EUECHINOIDEA	INCERTO	INCERTO	PLESIODAROIDA		
			ORTHOPSIDA		
EUECHINOIDEA	INCERTO	INCERTO	INCERTO	HOLECTYPOIDA	HOLECTYPINA
				GNATHOSTOMATA	ECHINONEINA
EUECHINOIDEA	INCERTO	INCERTO	INCERTO	CONOCLYPINA	
				ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA
ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA	CASSIDULILOGA	LAGARINA		
		ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA	HOLASTEROIDA	SCUTELLINA
ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA			SPANTANGOIDA	ROTULINA
		ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA	NEOLAMPADOIDA	TOXASTERINA
ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA				HEMIASTERINA
		ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA		MICRASTERINA
ATELOSTOMATA	ATELOSTOMATA				ASTEROSTOMATINA

(Tomado de Durham 1966).

IX.4 PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Parte del material fué colectado por los Ingenieros A.L. Risser, S. Santoyo y Jorge Obregón de la Parra en 1956; otro fué proporcionado por el Instituto Mexicano del Petróleo colectados por el Dr. J. Palmas. Y en 1991 y 1992, el área fué visitada por la Dra. Blanca Buitron, el Ingeniero Geólogo Raúl Hernández de la fuente de Petroleos Mexicanos y la autora para realizar nuevas colectas y asesorías geológicas de la región.

Los fósiles descritos se encuentran depositados en la Colección Paleontológica del Instituto de Geología, UNAM, cd. Universitaria, Circuito Exterior Delegación Coyoacán, 04510, México, D.F.

Phylum **ECHINODERMATA** Leske, 1778.

Clase **ECHINOIDEA** Leske, 1778.

Son organismos con caparazón globoso o discoidal formado por placas poligonales con tubérculos en donde se articulan espinas, ordenadas en ambulacros e interambulacros. Caparazón constituido por cinco áreas ambulacrales, separados por otros cinco interambulacrales: estos constituyen la corona del equinoide y su zona ecuatorial recibe el nombre de ámbito (Durham, 1966, p. 297).

Subclase **EUCHINOIDEA** Bronn, 1860.

Los organismos incluidos en esta subclase, presentan sus interambulacros y ambulacros formados en dos columnas. La corona generalmente es rígida, raramente imbricada; periprocto con sistema apical o sin él, la linterna puede estar presente o ausente o bien puede presentarse sólo en estado juvenil. Branquias cortas, presentes o ausentes en el adulto, las espinas son pequeñas, modificadas con tallos cortos, pedícelos cortos utilizados como medio de defensa incluyendo pedícelos mandibulares (Barraclough, 1966, p. U339).

Superorden GNATHOSTOMATA Zittel, 1879.

Las características más sobresalientes son: Corona rígida, periprocto fuera del sistema apical, láminas ambulacrales simples, tubérculos primarios generalmente perforados, espinas huecas, linterna y estructura de ornamentación generalmente presentes en el adulto (excepto Holoctypidae y Discoiidae), (Barraclough, 1966, p. U440).

Orden HOLECTYPOIDA Duncan, 1889.

Las testas son globulares u ovoides; los ambulacros pueden ser petaloideos o no, y estrechos. Los interambulacros con una ornamentación bien definida. Sistema apical monobasal, con cuatro o cinco láminas genitales; con o sin interradios en los surcos, dientes con rebordes laterales, branquias cortas presentes o no. Periprocto supramarginal a inframarginal (Wagner y Durham, 1966, p. U443).

Suborden CONOCLYPINA Haeckel, 1896.

Sus ambulacros son petaloides o subpetaloides, los poros que se encuentran en los pétalos son conjugados y pequeños; aurículas interradales; ornamentación sin ningún orden; sistema apical monobasal, cuatro poros genitales (Wagner y Durham, 1966, p. U447).

Familia **OLIGOPYGIDAE** Duncan, 1889.

La testa es pequeña o mediana, el periprocto es pequeño, sin embudo oral; aurículas particularmente inclinadas (Wagner y Durham, 1966 p. U448).

Género **Oligopygus** De Loria, 1887.

La parte oral es cóncava y delgada, depresión profunda alrededor del peristoma; el pétalo anterior generalmente más largo, poros casi iguales, conjugados. Sistema apical subcentral; periprocto inframarginal y con tubérculos imperforados (Wagner y Durham, 1966. p. U448).

Oligopygus rotundus Cooke

(Lám. 1 Figs. 1,2)

1942 *Oligopygus rotundus* Cooke, p. 9, lám. 2, figs. 1-3.

1959 *Oligopygus rotundus* Cooke, p. 29, lám. 8, figs. 1-5.

1961 *Oligopygus rotundus* Cooke, p. 12, lám. 3, figs. 4-6.

1967 *Oligopygus rotundus* Kier, p. 67, lám. 17, figs. 3-5, figs. 24, 31, 38, 39.

DESCRIPCION. Testa de tamaño medio, forma oval, contorno redondeado y plano-convexo; la cara aboral es convexa y la cara adoral plana: el peristoma se localiza en una depresión subcentral. La altura máxima de la testa se encuentra sobre el aparato apical.

Las áreas ambulacrales son petaloides, estrechas, rectas y ligeramente abombadas. El

pétalo impar anterior es más largo que los pétalos anteriores. La zona interporífera es saliente y estrecha en los extremos, tres veces más ancha que la porífera. La zona porífera casi se encuentra al nivel del resto de la testa y en la parte próxima a la zona interporífera, se eleva para unirse a ella. Los poros son conjugados oblicuos. Las áreas interambulacrales están formadas por dos columnas de placas que terminan en una sola en el peristoma. Tubérculos pequeños que se encuentran en las placas ambulacrales e interambulacrales arreglados irregularmente, más notables en la cara adoral. El sistema apical es anterior, la placa madreporíca es central, con pocos tubérculos en su contorno; hay cuatro poros genitales. Periprocto subcircular, situado aproximadamente a 12 mm del peristoma.

DIMENSIONES (en mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
NUM. ETM-1	35.0	33.0	16.4	11.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA. A un kilómetro al este de la población de Tantoyuca, en la región noroccidental del Estado de Veracruz. Formación Tantoyuca (Eoceno Tardío).

COLECTORES : Robert H. Palmer y J. Ignacio Sánchez Vázquez.

DISCUSION. Esta especie es similar a *O. rotundus* (Cooke, 1942 p. 9, lám. 2, figs. 1-3; 1959 p. 29, lám. 8, figs. 1-5; 1961, p. 12, lám. 3, figs. 4-6) descrita de la Formación Moodys Branch (Eoceno Superior) de Florida y del Eoceno Medio de Alabama y Colorado; se parece en el contorno casi circular, el tamaño del peristoma y la posición del periprocto.

Esta especie también se relaciona con *O. haldemani* (Conrad, 1850, p. 40, lám. 1, fig. 12; Cooke 1959, p. 29, lám. 8, figs. 6-8) de la Formación Crystal River (Eoceno Superior) de

Georgia y Florida y con *O. Werherbyi* (Loriol, 1887, p. 396, lám. 17, figs. 7-7d, 8) de la Formación Crystal River y de la Formación Williston (Eoceno Superior) de Florida; la diferencia está en el periprocto, en *O. rotundus* es más anterior que en *O. haldemani* y más posterior que en *O. Wetherbyi*.

Otra especie cercana a la descrita es *O. zydeli* (Jeannet 1928, p. 7, lám. 1, figs. 8-9) de la Formación San Fernando del Eoceno Superior de Trinidad. Kier (1967, p. 69) opina que bien pudiera tratarse de un sinónimo.

La especie *O. putnani*, colectada a 12 kilómetros al noroeste de Abasolo, Tamaulipas, fue descrita por Israelsky (1933, p. 275, lám. 18, figs. 1-4) y se considera afín a *O. rotundus*; pero en la primera la depresión adoral es más profunda y la cara aboral es menos convexa.

Oligopygus elongatus Palmer

(Lám. 1 Figs. 3, 4)

1948, *Oligopygus elongatus* Palmer, p. 166, lám. 30 figs. 4, 5.

DESCRIPCION.- Testa pequeña de forma oval, más estrecha hacia adelante. Contorno redondeado: cara aboral ligeramente convexa y la cara adoral un poco plana, con una depresión subcentral donde se aloja el peristoma. La altura máxima de la testa se localiza sobre el aparato apical.

Las áreas ambulacrales son petaloideas, con sus pétalos ligeramente levantados en la zona interporífera y un poco hundidos en el área porífera. Los pétalos anteriores son largos y los posteriores más cortos y divergentes. En las áreas poríferas los poros son iguales y redondos.

El ambulacro III es más largo, recto y estrecho que los anteriores. A partir de la cara superior los ambulacros dejan de ser petaloïdes y continúan en dos filas de surcos con poros redondeados hasta llegar al peristoma. El vértice ambulacral es ligeramente excéntrico hacia adelante. El sistema apical es pequeño, circular y con cuatro poros genitales. El periprocto es pequeño y circular e inframarginal.

DIMENSIONES (en mm)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
NUM. ETM-2	23.0	19.0	14.0	0.2

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA. A un kilómetro al este del poblado Tantoyuca, entre el cruce del camino de Tantoyuca a Chapopo con el arroyo Tecomate. Formación Tantoyuca (Eoceno Superior).

COLECTOR. Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION. Esta especie tiene similitud con *O. floridanus varraevis*. Palmer (1948 p. 166) del Eoceno Superior de Cuba. La diferencia se encuentra en las áreas ambulacrales, que en *O. floridanus* son ligeramente más anchas y los pétalos pares son casi iguales.

Orden **CLYPEASTEROIDA** A. Gassiz, 1872.

Testa ovoide y en ocasiones aplanada, sistema apical monobasal; pétalos ambulacrales invariablemente anchos, así como los interambulacros de la superficie adoral; ambulacros primarios respiratorios restringidos a los pétalos, ambulacros secundarios numerosos y extendidos fuera de los pétalos. Periprocto pequeño, linterna sin ámbito; dientes sin rebordes laterales, testa generalmente con soporte interno; espinas pequeñas y numerosas (Durham, 1966, p. U460).

Suborden **CLYPEASTERINA** A. Agassiz, 1872.

Testa con soporte interno, pétalos con una estructura compleja y láminas reducidas; interambulacros discontinuos en la superficie adoral, sistema apical pentagonal o estrellado, aurículas radiales, espinas aborales simples (Durham, 1966, p. U460).

Familia **CLYPEASTERIDAE** L. Agassiz, 1835.

Presentan cinco poros genitales, canal de alimentación simple; membrana bucal desnuda, láminas interambulacrales generalmente reducidas (Durham, 1966, p. U462).

Género **CLYPEASTER** Lamarck, 1801.

Tamaño de mediano a grande, con la testa plana y delgada, el margen redondeado, adelgazado y un poco voluminoso, el peristoma con infundíbulo profundo; la superficie oral es delgada y cóncava, con pétalos variables, cerrados y redondeados en la abertura; dos poros externos elongados y los internos redondeados, conectados ambos por un canal; el periprocto es inframarginal y raras veces marginal, situado entre el 3o. 4o. 5o. par de láminas coronales. La membrana bucal es desnuda con espículas irregulares; el soporte interno es variable, consiste en láminas delgadas. La pared de la testa algunas veces es doble y está separada por columnas. La morfología y la forma de los pétalos es muy grande (Durham, 1966 p. U462).

Clypeaster chiapasensis Muellerried

(Lám. 1, Fig. 5; Lám. 2, Figs. 1,2)

1951 *Clypeaster chiapasensis* Muellerried, p. 211, figs. 1-3

1979 *Clypeaster chiapasensis* Buitrón y Silva, p. 11, lám. 1, figs. 4.-5

DESCRIPCION.- La testa es grande, de contorno subpentagonal, redondeada en el área posterior y angular en la anterior; superficie dorsal convexa en la región ambulacral y el resto de la cara plana, con bordes delgados. Aparato apical central y pequeño. La cara oral es plano-cónvaca; los surcos ambulacrales poco profundos unidos por el peristoma.

Los pétalos ambulacrales están un poco separados unos de otros, pero son semejantes entre sí. El pétalo anterior (III) es ligeramente más largo que los laterales (I, V y II, IV). Zonas poríferas cerradas y las zonas interporíferas salientes y anchas: dos veces la anchura de las poríferas. Peristoma central pequeño. Periprocto oval, próximo al margen. La superficie está cubierta por tubérculos pequeños en la cara dorsal y un poco más grandes y aerolados en la cara oral.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM. ETM 3	155.0	139.0	27.0	0.5	17.0	INCOMPLETO
NUM. ETM 4	116.0	99.0	22.0	0.3	0.9	0.9

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. de la Ciudad de Tuxpan, Veracruz. Formación Mesón (Oligoceno Superior).

Colector: Blanca Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Las relaciones que presenta esta especie con otras cercanas es la siguiente: Es afín a *Clypeaster pileus* Israelsky (1924, p. 13, lám. 2); difiere sólo en que es menos alta y las zonas interporíferas de las áreas ambulacrales son salientes. *Clypeaster chiapasensis* Muellerried (1951, p. 211, fig. 1-3) fue descrita como especie nueva para el Oligoceno Superior o Mioceno Inferior de Palenque, Chiapas, en la República Mexicana.

Estas especies son comunes en los sedimentos del Terciario de Estados Unidos de América, México, Las Antillas, América Central y al Norte de América del Sur.

Clypeaster staubi Lambert

(Lám. 3 Figs. 1-2-3).

1928-1929 *Clypeaster staubi* Lambert, p. 273, lám. 27, fig. 1.2.

1936 *Clypeaster staubi* Lambert, Muir, p. 135.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño mediano, pentagonal, más larga que ancha, sus bordes son delgados y redondeados al nivel de los ambulacros. Cara aboral convexa en el área petalífera y descendente hacia los lados. Áreas ambulacrales casi iguales, petaloides abiertas en los extremos; la zona interporífera saliente, ligeramente más ancha que la porífera y provista de tubérculos próximos entre sí, sin presentar ordenamientos; son más notables en la cara adoral.

El sistema apical está ligeramente excéntrico y saliente. Periprocto ventral, redondo y pequeño, situado a 7 mm. del borde posterior. Peristoma central, pequeño y en él desembocan surcos ambulacrales ligeramente deprimidos, acentuándose después del borde.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM.ETM 5	107.0	95.0	39.0	0.4	0.4	0.3

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. de la Ciudad de Tuxpan, Veracruz. Formación Mesón (Oligoceno Medio y Superior).

COLECTOR: R.H. Palmer.

DISCUSION.- *Clypeaster stautbi* Lambert, se relaciona con varias especies del Oligoceno de México, Estados Unidos de América, El Caribe y Panamá, entre ellas: *C. sanrafaelensis* Israelsky, (1924, p. 139, lám. 2 figs. 1a. y 1b) de Tampico. En esta especie la cara dorsal es más convexa y los pétalos un poco más largos; *C. oxybaphon* Lambert, (1928-29, p. 274, lám. 27, fig. 3) del Neogeno del este de México; en esta especie sus pétalos son más cortos y más abiertos. *C. rogersi* (Morton) (Clark y Twitchell, 1915 p. 136, lám. 64, fig. 2a-d; Cooke, 1942, p. 12), descrita para el Oligoceno Medio y Superior de Alabama, Florida, Georgia y Missisipi en los Estados Unidos de América, difiere porque presenta la cara aboral completa, convexa y los pétalos más largos. Con la especie *C. marianus* Jackson, (1937, p. 231, lám. 12, fig. 2; lám. 13, fig. 1) del Oligoceno de Tamaulipas y , se diferencia en que su testa es pentagonal y más elevada y los pétalos son más cortos.

También tiene similitud con *C. cotteau* Egozcue (1897, p. 41, lám. 15, figs. 1-3), con *C. concavus* Coiteau (Egozcue y Cia. 1897, p. 36, lám. 7, figs. 4-8) y con *Clanceolatus* Coiteau (1897, p. 39 lám. 9, figs. 1-3) del Oligoceno y Mioceno del Caribe y Panamá; en la primera

especie, los pétalos son más largos y abiertos, el periprocto es más grande y la cara aboral es completamente convexa; en la segunda especie, los pétalos son más grandes y cerrados, y en la tercera especie, los pétalos son similares en tamaño y están casi cerrados, el peristoma es profundo y el periprocto más grande.

Clypeaster pileus Israelsky.

(Lám. 4 Figs. 1-2; Lám. 5 Fig. 1)

1917 *Clypeaster cubensis* Coiteau. Dickerson y Kew, p. 128-132, lám. 20, fig. 1, lám. 21, fig. 1

1924 *Clypeaster pileus* Israelsky. Israelsky p. 138-139, lám. 2, fig. 2; lám. 3, fig. 2

1936 *Clypeaster pileus* Israelsky. Muir, p. 139

1974 *Clypeaster pileus* Israelsky, Buitrón, p. 37, lám. 1, fig. 4 lám. 2 fig. 1-2

DESCRIPCION.- Testa grande, robusta, de forma pentagonal y un poco ovalada, con bordes gruesos. El extremo anterior es ligeramente alargado y el posterior convexo. La cara dorsal es plana hasta las extremidades de los pétalos, de aquí empieza a ser convexa gradualmente hasta llegar al ápice, que es central.

Los pétalos ambulacrales están muy bien formados, son anchos, ocupan las dos terceras partes del caparazón. El pétalo anterior (III) es más largo que los laterales (I-V; II, IV), y a su vez los pétalos posteriores (I y V) son ligeramente más largos que los anteriores (II y IV). Las zonas poríferas se encuentran muy cerradas; las zonas interporíferas tienen más de dos veces la anchura de las zonas poríferas. La superficie oval es plana, excepto alrededor del peristoma; este es grande, excéntrico y profundo.

Los surcos ambulacrales son poco profundos. El periprocto no se observa por la escasa conservación del material. La superficie está totalmente cubierta con tubérculos grandes y son más notables en la cara adoral.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM.ETM-6 INCOMPLETO	126.0	25.0	4.0	17.0	INCOMPLETO	

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- a 2.5 Km. de la Ciudad de Tuxpan. Ver. Formación Mesón (Oligoceno).

COLECTOR: Ing. S. Santoyo.

DISCUSION.- La primera descripción de esta especie fue hecha por Dickerson y Kew (1917, p. 132, lám. 20, fig. 1; lám. 21, fig. 1), con el nombre de *Clypeaster cubensis* Cotteau, para el Oligoceno-Mioceno de varias localidades de Veracruz y Tamaulipas; sin embargo, se puede afirmar que la especie mexicana es diferente a la cubana descrita por Cotteau (1897, p. 33, lám. 6, fig. 1-5) del Mioceno de Matanzas, Cuba, porque la cara aboral es convexa sólo en el centro, los pétalos son más reducidos y menos anchos en la extremidad y la cara adoral tiene una depresión pequeña en el peristoma.

Los mismos ejemplares de Tamaulipas (Oligoceno) descritos por Dickerson y Ken (ap. cip.) fueron estudiados por Israelsky (1924, p. 13, lám. 2, fig. 2; lám. 3, fig. 2) quien denomina a la especie nueva *Clypeaster pileus*.

C. antillarum Cotteau (1897, p. 35, lám. 7, fig. 1-3) descrita del Mioceno de Anguila y Cuba

es muy parecida a *C. pileus*; en ambas el aspecto general de la cara aboral es igual, y los pétalos tienen la misma forma y anchura, sólo que el perfil de la cara aboral es completamente convexa en la especie mexicana.

Clypeaster speciosus Verrill.

(Lám. 5 Fig. 2; Lám. 6 Figs. 1,2)

1870 *Clypeaster speciosus* Verrill, p. 95, 345, 348

1914 *Clypeaster speciosus* Verrill, Clark, p. 31-32, lám. 122, fig. 2; lám. 128, fig. 7, lám. 135, fig. 1, 2; lám. 136, fig. 5

1938 *Clypeaster speciosus* Verrill, Grant y Hertlein, p. 42, lám. 7, figs. 1,2; lám. 30, fig. 1

1940 *Clypeaster speciosus* Verrill, Clark, p. 350

1948 *Clypeaster speciosus* Verrill, Clark, p. 308, lám. 48, fig. 29

1950 *Clypeaster speciosus* Verrill, Durham, pág. 12, 40, lám. 37, fig. 2

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, forma oblongo-pentagonal, alargada un poco hacia adelante. Bordes gruesos. Aparato apical central. La superficie dorsal es plano-convexa. Los pétalos ambulacrales son anchos y grandes, ocupan casi las dos terceras partes del caparazón, están abiertos en sus extremos distales. El ambulacro anterior III es ligeramente más grande que los posteriores (I-V) pero de mayor tamaño que los anteriores (II y IV). Las zonas poríferas están cerradas. La superficie dorsal es plano-cóncava, principalmente hacia el peristoma que es grande; los surcos ambulacrales son profundos y están bien marcados del peristoma hacia los bordes. El periprocto no se observa porque el material no está completo. Los tubérculos primarios son grandes, acentuándose el tamaño en la superficie ventral.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM. ETM-7	INCOMPLETO	139.0	250.0	7.0	16.0	INCOMPLETO

LOCALIDAD Y POSICIÓN ESTRATIGRAFICA.- Rumbo al camino de la Loma del Cuartel, Tuxpan, Ver. Formación Tuxpan (Mioceno Inferior).

COLECTOR: Ing. Jorge Obregón de la Parra.

DISCUSION.- Algunas especies estudiadas procedentes del Terciario de diferentes localidades de la antigua Provincia Caribeña, indican que puede existir variación en la altura y la anchura de los márgenes del caparazón.

Clypeaster ochrus Clark (1914, vol. 46, p. 30-31, lám. 141, figs. 1-3) tiene afinidad con la especie antes mencionada, pero la testa es más aplanada y ligeramente más cóncava la parte oral. La especie fue descrita inicialmente por Verrill (Verrill 1871, p. 588, lám. 10, figs. 7-7a) como *C. testudinarius* para el Golfo de California, posteriormente la llamó *C. speciosus*.

Clypeaster rogersi Morton

(Lám. 7 Figs. 1,2,3)

1834 *Scutella rogersi* Morton. p. 77. lám. 13, fig. 3

1848 *Scutella rogersi* Morton, Bronn p. 196 v. 1126

1858 *Mortonia rogersi* Desor, p. 231

1865 *Mortonia rogersi* Desor, Conrad. p. 74

1891 *Mortonia rogersi* Desor, Gregory, p. 105

1866 *Clypeaster rogersi* Conrad. p. 22

1915 *Clypeaster rogersi* Conrad, Clark y Twitchell, p. 136 lám. 64, figs. 2ad-3ad

1926 *Clypeaster rogersi* Conrad, Cooke Rept. 4, lám. 97, fig. 7

1929 *Clypeaster rogersi* Conrad, Cooke y Mossom. Rept. 20, lám. 7, fig. 7

1942 *Clypeaster rogersi* Conrad, Cooke p. 12

DESCRIPCION.- Testa de tamaño mediano más larga que ancha, forma subpentagonal; el margen anterior ligeramente alargado y el posterior un poco recto, bordes delgados. La cara aboral es plano convexa y la cara adoral es plana y cóncava en el peristoma. El peristoma es central, mediano de forma subpentagonal, con cinco surcos ambulacrales ligeramente profundos y bien marcados, extendidos del margen al peristoma.

Las áreas ambulacrales son anchas. Pétalos sobresalientes y anchos en la parte media y abiertos en sus extremos; el par anterior es más corto que el posterior. La zona porífera es amplia y está formada por dos hileras de poros unidos por un surco bien formado. Zonas interporíferas sobresalientes, casi del doble de ancho que las poríferas. La testa presenta tubérculos pequeños y uniformes más visibles en la cara aboral.

El sistema apical es central, pequeño, con forma de estrella. El periprocto ventral pequeño y circular, está situado cerca del margen.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERI PROCTO
NUM. ETM-8	83.0	78.0	17.0	5.0	10.0	3.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda Alazán y la de Mozutla. Formación Alazán (Oligoceno Inferior y Oligoceno Medio).

COLECTOR: Blanca Buitrón, Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Esta especie tiene similitud con *Clypeaster lanceolatus* Cotteau, del Mioceno de Matanzas, Cuba (Cotteau, 1897, p. 39, lám. 9, figs. 1-3) y del Oligoceno de la Caliza Emperador de Las Cascadas, Panamá (Jackson, 1918, p. 46, figs. 1-2, 1922, p. 38, lám. 4, fig. 2) en el aspecto general de la testa; sólo que en *C. lanceolatus* el contorno es ovalado y menos ancho, los pétalos son más amplios y los extremos cerrados; el periprocto se localiza muy cerca del margen posterior.

C. Cotteaui Egozcue (1897, p. 41, lám. 15, figs. 1-3) del Mioceno de Matanzas, se diferencia en la forma de la zona porífera, ya que los pétalos presentan las series internas casi rectas.

Tiene similitudes con *C. concavus* Cotteau (1897, p. 36, lám. 7, figs. 4-8) del Mioceno de la Isla de Anguila, de Cienfuegos, Cuba, de República Dominicana y Puerto Rico, (Formación Arecibo). (Jackson, 1922 p. 34), pero su contorno es más ovalado, los pétalos están cerrados en sus extremos, la zona interporífera es más ancha y el periprocto está muy cercano al margen posterior.

C. sanrafaelensis Israelsky (1924, p. 139 lám. 2, figs. 1a-1b) del Oligoceno (Capas San

Rafael) de México, ofrece cierta similitud con la especie estudiada, pero es más pequeña y plana con pétalos cortos y el periprocto casi marginal.

Clypeaster cubensis Cotteau

(Lám. 8 Figs. 1,2; Lám. 9 Figs. 1,2)

1875 *Clypeaster cubensis* Cotteau p. 6.

1917 *Clypeaster cubensis* Dickerson y Kew, p. 132. lám. 20, fig. 1, lám. 21, fig. 1

1918 *Clypeaster cubensis* Dumble, p. 150

1926 *Clypeaster cubensis* Sánchez Roig, p. 50

1935 *Clypeaster cubensis* Thalmann, p. 544

1936 *Clypeaster cubensis* Muir, p. 139

1951 *Clypeaster cubensis* Müllerried, p. 220

1956 *Clypeaster cubensis* López Ramos, p. 88

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, pentagonal, muy angulosa por delante, ligeramente ondulada en el ámbito, bordes no muy gruesos. La cara aboral es plana hasta los bordes de los ambulacros, posteriormente se va haciendo convexa hasta llegar al aparato apical. La cara aboral es plana, y cónvaca donde se abre el peristoma; éste es central, grande, de forma circular, del cual parten cinco surcos ambulacrales lisos, bien marcados que se desvanecen antes de llegar al borde.

Las áreas ambulacrales son salientes, anchas, redondas y casi cerradas en su extremo inferior; el par anterior (II-IV) es un poco más pequeño que el par posterior (I-V) y el ambulacro III, es un poco más largo y recto que los anteriores. Las zonas poríferas son muy desarrolladas, presentan pequeños poros redondos y esparcidos, unidos por surcos bien

aparentes. Los espacios que separan los surcos tienen protuberancias cuyo número disminuye a medida que las zonas poríferas se estrechan. Los tubérculos son abundantes y apretados. El sistema apical es grande, circular y central. El periprocto es pequeño, redondo y está situado no muy cerca del margen.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM.ETM-9	165.0	143.0	26.0	6.0	8.0	3.0
NUM. ETM-10	152.0	INCOMPLETO	24.0	5.0	6.0	2.0
NUM. ETM-11	140.0	127.0	20.0	4.0	5.0	2.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Poblado de Coatzintla, desde la cima del cerro hasta el cruce del camino entre Coatzintla y Palma Solá, con el Arroyo de Troncones. Formación Coatzintla (Oligoceno superior).

COLECTOR: Blanca Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Esta especie puede confundirse con *Clypeaster antillarum* Cotteau (1875, p. 15, lám. II, figs. 1-3) del Mioceno de San Bartolomé y Anguila. Difiere en la forma, pues es subpentagonal, más angulosa y sus áreas ambulacrales son más salientes, petaloides y apenas abiertas en su extremidad. *C. crassicosatus* Sismonda (1843, p. 41, lám. 3, figs. 1-3); del Mioceno de Cerdeña se diferencia que la parte superior es más convexa, las áreas

ambulacrales más largas y más redondas en sus extremos, su parte inferior más deprimida y el periprocto ligeramente ovoide cerca del borde.

Esta especie es similar a *Scutella aberti* Conrad, (1850, lám. 86, figs. 1a-b; lám. 87, figs. 1a-d). La diferencia consiste en que las áreas poríferas son angostas, y los pétalos muy anchos en el área interporífera.

Clypeaster elevatus Sánchez Roig
(Lám. 10 Figs. 1,2; Lám. 11 Fig. 1)

1949 *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig, lám. 8, fig. 4; lám. 10, fig. 1

DESCRIPCION.- Testa grande, de forma subpentagonal, muy alta, piramidal, con un declive bien marcado hacia los bordes; éstos son bastante gruesos y redondeados en su porción anterior y semidelgados en la posterior. La cara aboral es plana hasta un poco antes de los bordes de los ambulacros; a partir de éstos, tiene una elevación muy marcada. El ambulacro anterior (III) es más largo y estrecho que los pares (II, IV y V), los ambulacros pares son largos, anchos y cerrados en su extremidad. Las zonas poríferas presentan los poros internos redondos y pequeños y los externos, mayores y alargados. Aparato apical mediano y central. La cara adoral es plana, el peristoma es central y pentagonal; se observan cinco surcos profundos que se extienden desde cerca del borde hasta el peristoma. El periprocto no se observa porque el material está incompleto.

EJEMPLAR INCOMPLETO	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM. ETM-12	INCOMPLETO	INCOMPLETO	45.0	6.0	14.0	INCOMPLETO

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- En las Lomas de la Ciudad de Tuxpan, Veracruz a 120 m. al Oeste de la Iglesia Principal. Formación Tuxpan (Mioceno Inferior).

COLECTOR: Blanca E. Bultrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- La especie antes descrita tiene similitud con *Clypeaster sanchezi*, Lambert; (Sánchez Roig 1926 p. 87) del Mioceno Inferior de Cañas, Pinar del Río, Cuba, pero la cara adoral de *C. sanchezi* es más ancha y el infundibulum es profundo; además, los ambulacros son más largos y anchos en *C. elevatus*.

Algunas especies europeas son muy cercanas, como *C. mutellensis* Lorient (1896) de Portugal, pero los pétalos están abiertos en sus extremos; y *C. gauthier* Lovisato (1911 p. 37 figs. 1a D) del Mioceno de Cerdeña, presenta los pétalos semi-abiertos.

Clypeaster lamberti Lovisato

(Lám. 11 Fig. 2; Lám. 12 Figs. 1, 2; Lám. 13 Fig. 1)

1902 *Clypeaster lamberti* Lovisato, p. 17

1903 *Clypeaster capellinii* (No Nelli) p. 17

1907 *Clypeaster lamberti* Lambert. p. 49, lám. 3, fig. 7. lám. 4, figs. 1-2

1911 *Clypeaster capellinii* Lovisato, p. 31, lám. I, Figs 1a-d

1914 *Clypeaster zambellii* Lovisato, p. 5, lám. I figs. 3a-d

1915 *Clypeaster lamberti* Lovisato. Lám. 13, figs. 1-3; lám. 14, figs. 1-3, lám. 16, figs. 6-7

1970 *Clypeaster lamberti*. Mitrovic-Petrovic, p. 342

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, forma ovoide, y alta casi desde los bordes, los cuales son gruesos en la parte anterior y delgados en la posterior. La cara aboral es convexa. El ambulacro anterior III es más largo y estrecho que los ambulacros pares (I-V, II-IV); los posteriores son anchos y cerrados en su extremidad y ligeramente más largos que los anteriores. Los poros de la zona porífera son escasos, pequeños y redondos. El aparato apical es grande, redondo y central. La cara adoral es plana, en ella se observan cinco surcos profundos bien marcados que se extienden desde cerca del borde hasta el peristoma. El peristoma es central y pentagonal. Periprocto de tamaño mediano, ovoide, situado a 2 cm. del borde.

DIMENSION (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO	PERISTOMA	PERIPROCTO
INCOMPLETO					APICAL	
NUM. ETM-13	126.0	INCOMPLETO	42.0	8.0	12.0	5.0
NUM. ETM-14	152.0	130.0	41.0	8.0	12.0	6.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Camino de la Loma del Cuartel. Formación Tuxpan. (Mioceno).

COLECTOR: José I. Sánchez.

DISCUSION.- *Clypeaster lamberti* Lovisato (1902) fue descrita del mioceno de Cordeña, Italia. Esta especie tiene similitud con *Clypeaster zambelli* Lovisato (1914a., p. 5) solo que el ambulacro III es ligeramente más ancho y además muy notorio; el número y la disposición

de tubérculos de la zona porífera son diferentes, una característica sobresaliente es la testa de la testa que en esta especie es más voluminosa.

También tiene similitud con *C. capellinii* Lovisato (1911a., p. 31); pero en el caso de *C. lamberti*, el número y la disposición de los tubérculos de la zona porífera están bien marcados y separados entre sí aproximadamente 1 mm.

Clypeaster intermedius Des Moulins

(Lám. 14 Figs. 1, 2. Lám. 15 Fig. 1)

- 1837 *Clypeaster intermedius*.- Des Moulins, p. 64
- 1841 *Clypeaster intermedius* Lamarck, p. 295
- 1847 *Clypeaster scutellatus* Agassiz y Desor, p. 73
- 1848 *Clypeaster intermedius* Bronn, p. 312
- 1850 *Clypeaster scutellatus* D'Orbigny, p. 141
- 1857 *Clypeaster diversicostatus* Abich, p. 55, lám. 7, figs. 1a-c
- 1861 *Clypeaster intermedius* Michelín, p. 128, lám. 31, fig. 1
- 1877 *Clypeaster intermedius* Cotteau y Locard, p. 254
- 1891 *Clypeaster intermedius* Gauthier, p. 180
- 1895 *Clypeaster intermedius* Cotteau, p. 24
- 1897 *Clypeaster scillai* var. *intermedia* Mayer-Eymar, p. 52
- 1901 *Clypeaster intermedius* Airaghi, p. 183, lám. 23, fig. 1
- 1906 *Clypeaster intermedius* Lambert, p. 85
- 1907 *Clypeaster intermedius* Lambert, p. 48.
- 1909 *Clypeaster pillai* Lovisato, p. 297, lám. 27
- 1910 *Clypeaster lamarmorai* Lovisato, p. 141, lám. 17, figs. 1a-d

- 1912 *Clypeaster sub-partsbii* Schaffer, p. 188, lám. 60, fig. 3
 1913 *Clypeaster intermedius* Lambert, p. 105
 1913 *Clypeaster intermedius* Cottreau, p. 58.
 1913 *Clypeaster cairolii* Lovisato, p. 424, lám. 9, figs. 1a-d
 1913 *Clypeaster manerai* Lovisato, p. 427, lám. 9, figs. 3a-d
 1914 *Clypeaster intermedius* LAMBERT Y THIERY, p. 302 Y 309
 1915 *Clypeaster vocherii* LOVISATO, P. 495, LAM. 19, FIGS. 1A-D
 1920 *Clypeaster intermedius* Fourtau, p. 50
 1924 *Clypeaster glandiforus* Zittel, p. 270, fig. 427
 1937 *Clypeaster sp* Kalabis, p. 5 y 11
 1948 *Clypeaster intermedius* Kalabis, p. 91, lám. 2, figs. 1-3
 1961 *Clypeaster intermedius* Da Veiga Ferreira, p. 544
 1972 *Clypeaster intermedius* Des Moulins, lám 2, 3, 4; 5, figs. 4-5: lám. 31-35

DESCRIPCION.- La testa es de tamaño grande, de forma semicircular y contorno redondeado, es plano convexa. La cara aboral es convexa y la adoral plana. La forma de los pétalos es prominente, la zona porífera se caracteriza por el número de tubérculos en la misma zona que comúnmente es de 6 a 9. Tiene el infundíbulo y el orificio anal bien diferenciado.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	DIAMETRO DEL PERISTOMA
NUM. ETM-15	14.0	INCOMPLETO	25.0	10.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- En las Lomas de la Ciudad de Tuxpan,

Veracruz a 120 m. al oeste de la Iglesia Principal. Formación Tuxpan (Mioceno Inferior).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- *Clypeaster intermedius* descrito originalmente del mioceno de Italia tiene semejanza con *C. pillai*, Lovisato (1909, p. 297, lám. 27) sólo que en esta especie, los tubérculos de la zona porífera del pétalo V, son de 7 a 12. En *C. cairolii*, Lovisato (1913, p. 424, lám. 9, figs. 1a-d, p. 427, lám. 9, figs. 3a-d), el espesor del margen no es muy regular y la altura de los pétalos es casi igual.

Lovisato (*op. cit.*), describió a *C. manarai* y, Cotteau y Ghauthier (1885) al compararla con esta especie con *C. intermedius*, y mencionan que es la misma especie y que la difiere puede ser una mutilación sufrida en la zona anterior derecha, cuando el animal estaba vivo.

Otras especies afines como *C. modenai* Lovisato (1915, p. 491, figs. 6a-d) y *C. vochierii* Lovisato, (1915, p. 495, lám. 19, figs. 1a-3), se distinguen por la sinuosidad del margen.

Clypeaster bowersi Weaver

(Lám. 16 Figs. 1,2; Lám. 17 Fig. 1).

1908 *Clypeaster bowersi*, Weaver, p. 271-272, lám. 21, fig. 1, lám. 22, fig. 1.

1911 *Clypeaster bowersi*. Stefanini, p. 701.

DESCRIPCION.- La testa es robusta, convexa, circular-elíptica, la anchura mayor la presenta en el aparato apical. Los bordes son gruesos y entrantes al nivel de las áreas

interambulacrales, ápice ligeramente elevado. El aparato apical es central. Los pétalos son anchos, grandes y llegan muy próximos al margen. El pétalo III es casi igual que los posteriores I y V, y mayor que los anteriores II y IV. Las zonas interporíferas son anchas y las líneas de poros convergen al final de las mismas. Los tubérculos son abundante, uniformes e iguales en ambas superficie; los surcos ambulacrales son angostos, y profundos del peristoma a los bordes. El periprocto es grande y el peristoma hundido profundamente.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
NUM. ETM-16	120.0	105.0	35.0	13.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA: Localizada en la Ciudad de Tuxpan, Veracruz, a 120 m. al Oeste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- *C. bowersi* fue descrito originalmente mioceno del desierto de Colorado. La especie descrita puede confundirse con *Clypeaster breunigei* Laube, (1871) que se encuentra en el Eoceno de Libia, Africa, ya que presentan la misma forma circular, solo especie es un poco pentagonal con los bordes más delgados, y la cara apical tiende a ser cónica. Difieren también en la forma de los pétalos y en la posición del poro anal, que así mismo, en este caso está situado en la parte ventral a una corta distancia del margen.

C. bowersi también muestra una clara relación con *Diplotheicanthus rosaceus* Lamarck.

(1840. lám. 102, figs. 1a-b; lám. 103, figs. 1a-b); sin embargo esta última es más plana en la cara superior. El peristoma está hundido, se estrecha gradualmente y es menor que en *C. bowersi*. Las áreas ambulacrales en *C. rosaceus* son más o menos iguales y tienden a ascender por encima de la parte plana de la testa, mientras que en *C. bowersi* están cerca de las áreas interambulacrales. Los pétalos posteriores son menos largos y el pétalo ambulacral impar es corto en *D. rosaceun*. En *C. bowersi* el pétalo ambulacral impar es casi igual a los otros cuatro.

Clypeaster campanulatus Schlotheim

(Lám. 17 fig. 2; Lám. 18 Figs. 1, 2)

- 1775 *Scutum angulare* Walch, p. 183, lám. 9, D, fig. 1
1778 *Echinanthus altus* Leske, p. 189, lám. 53, fig. 4
1816 *Clypeaster altus* Lamarck, lám. 3, p. 14
1820 *Echinites campenulatus* schlotheim, p. 323
1847 *Clypeaster umbrella* Agassiz, p. 72
1861 *Clypeaster gibbosus* Michelin, p. 120, lám. 22
1868 *Clypeaster gibbosus* Karrer y Fuchs, pág. 570
1871 *Clypeaster gibbosus* Laube, p. 63
1874 *Clypeaster campenulatus* Quesntedt, p. 538, lám. 82, fig. 2
1877 *Clypeaster gibbosus* Cotteau in Locard, p. 247
1887 *Clypeaster gibbosus* Kock, p. 139-140, 265
1887 *Clypeaster gibbosus* Parona, p. 13, 19
1890 *Clypeaster gibbosus* Blanckenhorn, p. 497, 615
1891 *Clypeaster altus* Gauthier, p. 224, fig. 10
1895 *Clypeaster gibbosus* Cotteau, p. 20

- 1897 *Clypeaster altus* Mayer-Eymar, p. 48, 51
- 1897 *Clypeaster gibbosus* Mayer-Eymar, p. 50-52
- 1901 *Clypeaster gibbosus* Lovisato, p. 14
- 1908 *Clypeaster campanulatus* Lambert, p. 130, 135
- 1912 *Clypeaster gibbosus* Lambert, p. 99
- 1913 *Clypeaster campanulatus* Cotteau, p. 57
- 1913 *Clypeaster gibbosus* Cotteau, p. 58
- 1913 *Clypeaster campanulatus* Lambert, p. 117
- 1914 *Clypeaster campanulatus* Lambert, y Thiery, p. 306
- 1914 *Clypeaster gibbosus* Lambert, p. 308
- 1914 *Clypeaster campanulatus* var. *declinatus* Vadasz, p. 58, fig. 36a
- 1915 *Clypeaster campanulatus* var. *declinatus* - Vadasz, p. 144, fig. 37a
- 1915 *Clypeaster ferrarii* Lovisato, p. 500, lám. 19, figs. 6a-d
- 1925 *Clypeaster campanulatus* Checchia-Rispoli, p. 47, lám. 15, fig. 18, lám. 17, figs. 1a-b
- 1936 *Clypeaster campanulatus* Parona, p. 35
- 1937 *Clypeaster partschi* Kalabis, p. 6, 11
- 1938 *Clypeaster campanulatus* Cottreau y Dubertret, p. 57
- 1938 *Clypeaster campanulatus* Poljak, p. 186, lám. 6, fig. 1
- 1938 *Clypeaster campanulatus* Kalabis, p. 5
- 1939 *Clypeaster campanulatus* Checchia-Rispoli, p. 14, lám. 2, fig. 2
- 1949 *Clypeaster campanulatus* Kalabis, p. 97, lám. 3, fig. 1-3
- 1970 *Clypeaster campanulatus* Mitrovic-Petrovic, p. 342

DESCRIPCION.- La testa es grande, circular, plano convexa, con bordes gruesos; el ápice tiende a ser plano, el aparato apical es casi central, los pétalos ambulacrales son grandes y anchos, el pétalo impar es mayor que los otros cuatro, las zonas poríferas son más

bien cerradas con extremos distales, los tubérculos son abundantes, la superficie ventral es plano-cóncava, los surcos ambulacrales son angostos no muy profundos del peristoma a los bordes. El periprocto está incompleto, lo mismo que el peristoma, pero de éste se aprecia que es grande y un poco hundido.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
INCOMPLETO				
NUM. ETM-17	INCOMPLETO	INCOMPLETO	36.0	INCOMPLETO

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Localizada en la Ciudad de Tuxpan, Veracruz, a 120 m. al Oste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno).

COLECTOR: José I. Sánchez.

DISCUSION.- *Clypeaster campanulatus* descrito del Mioceno de Cerdeña. Italia, se parece a *C. ferrarii* Lovisato (1915 p. 500, lám. 19, figs. 6a-d) también el Mioceno de Cerdeña, en la altura de la testa, la forma de los pétalos y en el número de los tubérculos, solo que en este caso es ligeramente más plano.

Clypeaster calabrus Seguenza

(Lám. 19 Figs. 1, 2, lám. 20 Fig. 2).

1880 *Clypeaster calabrus* Seguenza, p. 29.

1914 *Clypeaster sperii* Lovisato, p. 10, lám. I, figs. 7a-d.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, suboval-pentagonal, los bordes son gruesos, salientes al nivel de las áreas ambulacrales, el ápice tiene una elevación atenuada, la superficie dorsal es convexa, el aparato apical sub-excéntrico. Los pétalos ambulacrales son largos y no muy anchos, el impar es todavía más largo que los otros cuatro. Las zonas poríferas son cerradas y en sus extremos distales, los tubérculos son abundantes y poco uniformes, la superficie ventral es plano-cóncava, los surcos ambulacrales son muy angostos y van del peristoma a los bordes. El periprocto no se observa; el peristoma es pentagonal y está hundido profundamente.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
INCOMPLETO				
NUM. ETM-18	117.0	INCOMPLETO	37.0	25.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA: Cd. de Tuxpan, Veracruz, a 120 m. al Oeste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Váldez.

DISCUSION.- El ejemplar que Lovisato (1914, p. 10, lám. 1, figs. 7a-d) describió como la especie nueva *Clypeaster sperii*, de Lovisato estaba incompleto, de tal manera que se considera sinónimo de *Clypeaster calabrus*, que se caracteriza porque la parte central del pétalo anterior impar está un poco desplazada hacia adelante, el pétalo par anterior izquierdo, está más cerca del margen y el contorno de la testa es oval pentagonal.

Se asemeja a *C. novaresci* Checchia-Rispoli (1925, p. 15, lám. 9, figs. 1, 1a-c); la diferencia está en el ápice que es ligeramente más plano.

Clypeaster latirostris Agassiz

(Lám. 20 Fig. 1, Lám. 21 Figs. 1,2)

- 1840 *Clypeaster latirostris* Agassiz, p. 6.
1861 *Clypeaster latirostris* Michelin, p. 137, lám. 15, figs. 2 a-d; lám. 36, fig. 2
1864 *Clypeaster latirostris* Wright y Adams, p. 497
1871 *Clypeaster latirostris* Laube, p. 65
1873 *Clypeaster latirostris* Locard, p. 238
1877 *Clypeaster latirostris* Cotteau y Locard, p. 259
1879 *Clypeaster planatus* Seguenza, p. 55, lám. 6, fig. 1
1891 *Clypeaster latirostris* Gregory, p. 628
1901 *Clypeaster latirostris* Airaghi, p. 185, lám. 24, fig. 1
1905 *Clypeaster latirostris* Airaghi, p. 6
1906 *Clypeaster latirostris* Lambert, p. 18, lám. 4, lám. 5, figs. 1-2
1908 *Clypeaster latirostris* Stefanini, p. 444
1912 *Clypeaster latirostris* Schaffer, p. 187, lám. 60
1912 *Clypeaster lombardii* Lovisato, p. 375, lám. 15, figs. 4a-d
1913 *Clypeaster mamelii* Lovisato, p. 428, lám. 10, fig. 1a-d
1913 *Clypeaster latirostris* Cottreau, p. 142, lám. 8, figs. 7-7a, figs. 9-9a
1914 *Clypeaster majocchi* Lovisato, p. 554, lám. 8, fig. 5a-b
1915 *Clypeaster santarosai* Lovisato, p. 488, lám. 18, figs. 1a-d
1925 *Clypeaster latirostris* Checchia-Rispoli, p. 24, lám. 12, figs. 2-2a, 2b; lám. 20, fig. 4
1927 *Clypeaster latirostris* Zaros p. 10, lám. 1, fig. 9

- 1927 *Clypeaster latirostris* Desio, p. 316
 1927 *Clypeaster latirostris* Desio, p. 1021
 1931 *Clypeaster latirostris* Lambert, p. 17
 1938 *Clypeaster latirostris* Imbesi Smedile, p. 16, lám. 1, fig. 4-5
 1967 *Clypeaster lovisato* Menesini, p. 163, lám. 6, figs. 1-1a
 1970 *Clypeaster majocchi* Mitrovic-Petrovic, p. 342
 1970 *Clypeaster santarosae* Mitrovic-Petrovic, p. 342

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande oval, plano convexa con los bordes delgados, de ápice elevado ligeramente, el aparato apical es casi central. Los pétalos ambulacrales no son anchos pero si largos, el impar más largo que los cuatro restantes, las zonas poríferas un poco abiertas y los extremos no muy separados; los tubérculos son escasos. La superficie ventral es plano cóncava, los surcos ambulacrales son casi lineales y van del peristoma a los bordes, el periprocto no se observa y el peristoma es central pentagonal y poco profundo.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
INCOMPLETO				
NUM. ETM-19	INCOMPLETO	125.0	21.0	10.0
NUM. ETM-20	INCOMPLETO	INCOMPLETO	25.0	INCOMPLETO
NUM. ETM-21	130.0	INCOMPLETO	24.0	0.9

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Ciudad de Tuxpan, Veracruz a 120 m. al Oeste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno-Medio).

COLECTOR: R.H. Palmer.

DISCUSION.- La especie *C. lafimsis* fue descrita del mioceno de Malta, Italia. Las especies *Clypeaster lombardii* Lovisato (1912, p. 375, lám. 15, figs. 4 1a-d) y *C. majocchi* Mitrovic-Petrovic (1970 p. 342) de donde presentan características muy similares a *C. latirostris* aunque está tiende a ser polimorfa, por lo que se consideran sinónimas.

Se aprecia que *C. mameli* Lovisato (1913 p. 428 lám. 10, figs. 1a-d) no puede ser una nueva especie ya que las medidas que proporciona Lovisato (*Ibid.*) son iguales a *C. latirostris*, al igual que la forma de la testa, de los pétalos, y el peristoma.

Clypeaster marginatus Lamarck

(Lám. 22 Figs. 1, 2)

1816 *Clypeaster marginatus* Lamarck, p. 14

1877 *Clypeaster marginatus* Cotteau y Locard, p. 257

1895 *Clypeaster marginatus* Cotteau, p. 21

1896 *Clypeaster marginatus* De Loriol, p. 34, lám. 9, fig. 2

1906 *Clypeaster marginatus* Lambert, p. 13

1911 *Clypeaster contivecchii* Lovisato, p. 40, lám. 4, fig. 9

1913 *Clypeaster marginatus* Cottreau, p. 59 y 105, figs. 25-26 (nel testo)

1919 *Clypeaster marginatus* Stefanini, p. 134

1920 *Clypeaster marginatus* Fourtau, p. 51, lám. 8, fig. 1

1928 *Stolonoclypeus marginatus* (Checchia Rispoli, p. 5, lám. 2, figs. 1a-c

1930 *Clypeaster marginatus* Lambert, p. 213

1961 *Clypeaster marginatus* Da Veiga Ferreira, p. 544, lám. 9, fig. 55058

1965 *Clypeaster marginatus* Comaschi-Caria, p. 7, lám. 2, figs. 1-2

DESCRIPCION.- Testa de tamaño mediano, sub oval-pentagonal, con bordes delgados y salientes al nivel de las áreas ambulacrales; el ápice es elevado ligeramente. La superficie dorsal es plano-convexa, el aparato apical es casi central. Los pétalos ambulacrales son anchos y largos, y de igual tamaño los posteriores y los anteriores, el pétalo impar ligeramente más grande; las zonas poríferas son cerradas y los extremos distales separados, los tubérculos son abundantes e iguales. La superficie ventral es plano-cóncava, los surcos ambulacrales son anchos, no muy profundos y van del peristoma a los bordes. El periprocto es grande y el peristoma es pentagonal y ligeramente hundido.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
INCOMPLETO				
NUM. ETM-22	INCOMPLETO	INCOMPLETO	2.9	11.0
NUM. ETM-23	INCOMPLETO	150.0	2.9	13.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Ciudad de Tuxpan, Veracruz, a 120 m. al Oeste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- *C. marginatus* Lamarck se encontro en el mioceno de cerdeña, Italia y Corcega, Francia. *Clypeaster contivechii* Lovisato (1911a. p. 40, lám. 4, fig. a) es una especie sinónima de *C. marginatus* pues ambas especies presentan las mismas características como son los bordes muy delgados de la testa y la forma de los pétalos, el número de tubérculos y la forma del peristoma.

Clypeaster rotundus Agassiz

(Lám. 23 Figs. 1, 2, 3).

1863 *Stolonoclypus rotundus* Agassiz, p. 25.

1872 *Clypeaster rotundus* Agassiz, p. 100, lám. 1.

1873 *Clypeaster rotundus* agassiz, p. 511, lám. 3.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño pequeño, casi circular, bordes delgados, ápice central, la superficie dorsal es plano-convexa y el aparato apical central. Los pétalos ambulacrales son grandes y ocupan las dos terceras partes del caparazón, casi cerrados en sus extremos; el pétalo anterior impar (III) es mayor que los pares anteriores (II y IV) y menor que los posteriores (I y V). Las zonas poríferas son cerradas, sus extremos distales están próximos.

Los tubérculos primarios dorsales son pequeños. La superficie ventral plana, el periprocto es grande, circular y ligeramente hundido, el peristoma es circular y profundo.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
NUM. ETM-24	65.0	59.0	13.0	5.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Localizada entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Ver. Formación Mesón (Mioceno Superior).

COLECTOR: R.H. Palmer.

DISCUSION.- *C. rutundoc* se describio originalmente de esta especie tiene parecido con *Clypeaster reveillei* Durham (1950, p. 216, lám. 48, 3, fig. 10); se diferencia de *Clypeaster rotundus* principalmente en la forma, pues en esta especie es subtriangular y más alta. Puede confundirse también con *C. pileus* Israelsky (1925, p. 137-145 lám. 214) pero la forma de la testa de esta especie es sub-oval y con bordes un poco más gruesos.

Clypeaster tuxpanensis sp. nov.

(Lám. 23 Fig. 4 Lám. 24 Figs. 1, 2)

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande robusta , de forma ovoide con bordes, semigruesos y redondeados , el ápice está elevado, la superficie dorsal es plano-convexa, el área peripetaloide es plana y se eleva abruptamente al nivel de la zona petaloide, el aparato apical es central y de forma pentagonal. Los pétalos ambulacrales son grandes, anchos y redondeados en la abertura , abarcan aproximadamente las 3/4 partes de la testa, además se observan salientes y anchos en la zona interporífera; los de la zona porífera son cerrados y se encuentra al mismo nivel que el resto de la testa, los pétalos pares I, V, II y IV son iguales y el impar III ligeramente más grande que estos (0.8 mm.).

Los pétalos son cerrados con tubérculos grandes aerolados y espaciados en la cara oral, los que se encuentran en la cara dorsal son pequeños y abundantes. La superficie ventral es plana con excepción del área peristomal que está un poco cóncava. Los surcos

ambulacrales son estrechos, poco profundos y van del peristoma a los bordes. El periprocto no se observa, sin embargo se puede apreciar que tiende a ser inframarginal; el peristoma es grande, excéntrico de forma ovoide y ligeramente hundido.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LONGITUD DEL PERISTOMA
INCOMPLETO				
NUM. ETM-25	180.0	INCOMPLETO	32.0	19.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Ciudad de Tuxpan, Veracruz, a 120 m. al Oeste de la Iglesia. Formación Tuxpan (Mioceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Esta especie puede confundirse en *Clypeaster pileus* Israelsky (1924, p. 138, lám. 2, fig. 2, lám. 3, fig. 3) pero en esta especie los bordes de la testa son más gruesos, y la zona peripetaloide es plana, pero se va elevando paulatinamente al nivel de la zona petaloide. Los surcos ambulacrales son profundos y el peristoma está menos hundido. La semejanza con *C. antillarum* Cotteau (1897, p. 35, lám. 7, fig. 1-3), consiste en el aspecto general de la cara aboral, que es igual y los pétalos tienen la misma forma; la diferencia se presenta en el perfil, ya que la convexidad de la cara aboral es casi total, lo que no sucede con la especie nueva.

Suborden SCUTELLINA Haeckel, 1896.

Corona deprimida más o menos achatada, concéntrica y con soporte radial interno; pétalos ambulacrales en posición adapical, cuyas láminas no están deprimidas en los ambulacros; interambulacros continuos o discontinuos en la superficie adoral, terminados en un par de láminas ambulacrales petaloides; aurícula interr radial (Durham, 1966, p. U476).

Familia MELLITIDAE Stefanini, 1911.

Testa de tamaño medio, larga y aplanada, pétalos bien definidos, moderadamente cerrados; uno de los poros muy alargado; soporte interno bien desarrollado. El interambulacro posterior y el ambulacro par están acanalados, los interambulacros pares no son continuos y el interambulacro posterior es variable; la parte interambulacral de la cara oral es ancha hasta el ámbito. El periprocto oval se encuentra entre el canal posterior y el peristoma; los canales de alimentación están bifurcados fuera de las láminas primordiales (Durham 1966 p. U485).

Género ENCOPE L. Agassiz. 1840.

El margen de la testa puede ser grueso o delgado, con sistema apical; el peristoma es pequeño, en posición anterior, los pétalos posteriores no son muy largos; el interambulacro posterior es continuo. El canal posterior interno se conecta al final del pétalo (Durham 1966, p. U485).

Encope michelini Agassiz

(Lám. 24 Fig. 3; Lám. 25 Figs. 1, 2).

1841 *Encope michelini* Agassiz, p. 58, lám. 6a. figs. 9, 10; A. Agassiz, 1872, p. 330 (en parte) lám. 12 d. fig. 1.

1948 *Encope michelini* Mortensen, p. 441, lám. 2.

1956 *Encope michelini* Agassiz, Leutze, p. 65.

1959 *Encope emarginata* Cooke, p. 49, lám. 17, fig. 5, lám. 18, fig. 1, (sinonimia completa).

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande de forma pentagonal con bordes delgados; la superficie adoral es casi plana, ligeramente convexa en la zona petaloidea; la cara dorsal es plana con un pequeño declive en el área peristomal. Pétalos bien definidos y moderadamente cerrados. Los canales son abiertos, profundos y uniformes. Los canales posteriores son más profundos que los tres anteriores.

Los dos canales posteriores forman un puente estrecho en la abertura. Presenta canales de alimentación poco profundos y reducidos, con curvas suaves cerca del peristoma. Tiene una profunda depresión extendida hacia el ambulacro medio.

El peristoma es pequeño aunque solo se observa una parte. El periprocto está encerrado por los primeros pares de láminas interambulacrales posteriores. La serie de placas en el interambulacro V está ininterrumpida por placas ambulacrales.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO	PERISTOMA	PERIPROCTO
INCOMPLETO				APICAL		
NUM. ETM-26	123.0	INCOMPLETO	20.0	.80	INCOMPLETO	INCOMPLETO

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Rumbo al Camino de la Loma del Cuartel. Tuxpan, Ver. Formación Tuxpan (Mioceno Inferior).

COLECTOR: Ing. Jorge Obregón de la Parra.

DISCUSION.- *Encope michelini* Agassiz 1841 fue descrito de. Tiene similitud con *E. emarginata* Leske (1778 p. 136, lám. 50, figs. 5, 6) del Mioceno tardío del Sur de Carolina, E.U.A., la Costa de Brazil y Panamá. En la primera especie el peristoma es pequeño y en cambio en *E. emarginata* es intermedio. Los canales de alimentación en *E. emarginata* son intermedios con una profundidad ligera y en *E. michelini* son estrechos y poco profundos. Otra diferencia se localiza en la superficie adoral, en los ambulacros; en *E. emarginata* son intermedios y en *E. michelini* son profundos.

Super orden **ATELOSTOMATA** Zittel, 1879.

Corona rígida; periprocto fuera del sistema apical, ambulacros no compuestos por láminas; linterna circular y branquias cortas ausentes en el adulto; sistema apical y peristoma raramente opuesto; tubérculos primarios generalmente perforados, espinas primarias cóncavas; interambulacros invariablemente anchos como los ambulacros de la superficie oral; el área que se encuentra alrededor del peristoma puede estar presente o no (Durham, 1966, p. U491).

Orden **SPANTANGOIDA** Claus, 1876.

Sistema apical compacto, nunca opuesto al peristoma, con cuatro o menos gonoporos; el interambulacro posterior está normalmente diferenciado, los pétalos generalmente son impresos pero no todos son iguales. El peristoma es normalmente anterior, excéntrico y labiado, aunque en algunas especies es central y pentagonal. La fasciola y los filoides están presentes. El periprocto localizado cerca del extremo posterior. Las espinas de los fósiles son poco conocidas (Fischer, 1966, p. U550).

Suborden **HEMIASTERINA** Fischer, 1966.

Presentan fasciola peripétala, en algunas familias se combina con la fasciola lateroanal o marginal, pero nunca con la fasciola subanal. Sistema apical con láminas genitales. Las espinas primarias desarrolladas en pocos géneros de Schizasteridos (Fischer, 1966, p. U557).

Familia **SCHIZASTERIDAE** Lambert, 1905.

Testa cardiforme que se caracteriza por tener peripétalos y fasciola latero anal (excepto en *Amphipneustes* y *Proraster*). Sistema apical con láminas genitales de 2 a 4 gonóporos. Las espinas son gruesas, en algunas ocasiones se encuentran en penachos o bien son largas en la parte posterior (para mantener el canal sanitario). Algunos géneros muestran diferenciación en los tubérculos primarios y las espinas (Fischer, 1966, p. U569).

Género **SCHIZASTER** Agassiz 1836.

Testa alta, con cierta inclinación desde la parte anterior hasta el vértice posterior, ambulacros hundidos, el frontal muy profundo. Sistema apical con 2 o 4 gonoporos (Fischer,

1966, p. U569).

Schizaster cristatus Jackson,

(Lám. 25 Figs. 3, 4, 5).

1917 *Schizaster cristatus* Jackson, p. 499, lám. 68, fig. 2.

1918 *Schizaster cristatus* Jackson, p. 113, lám. 52, fig. 2-4.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño medio en forma de corazón, con declive desde el borde anterior situado arriba de la cresta mediana, la porción más ancha de la testa se localiza en la parte intermedia. El ambulacro III está hundido con una acanaladura ancha que se extiende hasta el borde anterior. Los pétalos anteriores de los ambulacros II y IV presentan una acanaladura profunda. Los pétalos de los ambulacros posteriores I y V son divergentes con el par anterior, II y IV. El periprocto está situado en la parte posterior y coincide con la base de la cresta en el ambulacro V. El peristoma es ancho y localizado hacia adelante.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO DEL PERISTOMA	LARGO Y ANCHO DEL PERIPROCTO
NUM. ETM-27	70.0	55.0	33.0	7.0 - 10.0	7.0 - 6.0
NUM. ETM-28	68.0	55.0	32.0	5.0 - 8.0	6.0 - 4.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Veracruz. Formación Mesón (Oligoceno-Mioceno).

COLECTOR; Robert H. Palmer y J. Ignacio Sánchez Vázquez.

DISCUSION.- Esta especie puede del Oligoceno- mioceno de las costas del golfo de México confundirse con *Schizaster delgadoi* Sánchez Roig, en cuba (1949 p. 216); en esta especie el peristoma está situado muy cerca del margen anterior. También puede confundirse con *S. bathypetalus* Arnold y Clark (1927, p. 1-84, figs. 1-3, lám. 1-22) pero la testa es más grande, el sistema apical está más posterior y el ambulacro anterior es más estrecho. Algo característico de esta especie es que la porción media de la testa asciende abruptamente desde el ápice a la parte posterior de la testa.

Schizaster egozcuei Lambert

(Lám. 26 Figs. 1,2).

1947 *Schizaster scillae* Agassiz, p. 21.

1881 *Schizaster scillae* Cotteau, p. 35.

1897 *Schizaster scillae* Cotteau, p. 82 lám. 26, fig. 5. lám. 27, figs. 4-6.

1925 *Schizaster egozcuei* Lambert y Thiery, p. 527.

1926 *Schizaster egozcuei* Sánchez Roig, p. 132.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, oblonga, escotada por delante y en punta hacia atrás. La cara apical es voluminosa con un declive en la región anterior, que es alta y saliente. La cara adoral es regularmente convexa, un poco voluminosa en el área interambulacral impar. La cara posterior es estrecha. El sistema apical muy excéntrico y

situado hacia atrás. El surco anterior es ancho y profundo. El área ambulacral impar larga, recta, muy diferente de las otras con poros simples muy pequeños. Las áreas ambulacrales pares tienen forma de pétalo, son estrechas, hundidas y desiguales, las anteriores mucho más largas que las posteriores. Las zonas poríferas de las áreas ambulacrales están sobre los costados, las zonas interporíferas son casi del mismo ancho que las poríferas. Las áreas interambulacrales son estrechas y salientes en las inmediaciones del ápice: los tubérculos son pequeños, abundantes y se encuentran arreglados en filas regulares.

El peristoma es anterior, cubierto por un labio muy saliente, colocado cerca del borde anterior; el periprocto es oval, situado en el vértice de la cara posterior. El aparato apical es pequeño. La fasciola peripétala es ancha.

DIMENSIONES (mm.).

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO	
				PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM. ETM-29	60.0	47.0	35.0	4.0 - 8.0	8.0 - 5.0
NUM. ETM-30	47.0	39.0	28.0	3.0 - 7.0	4.0 - 6.0
NUM. ETM-31	41.0	35.0	25.0	3.0 - 6.0	4.0 - 5.0
NUM. ETM-32	35.0	32.0	24.0	3.0 - 6.0	3.0 - 4.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Veracruz, Formación Mesón (Oligoceno y Mioceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Esta especie , procedente del mioeno, de cienfuegos, provincia de Cuba puede compararse con *Schizaster delgadoi* Sánchez Roig (1949 p. 216); se distingue por que en esta especie, el ambulacro anterior es más ancho y los pétalos anteriores están menos separados. También se asemeja a *S. Muñoz* Sánchez Roig (1949 p. 277, lám. 43, figs. 1-3) pero esta especie es más baja y con el surco anterior menos ancho.

Schizaster rojasi Sánchez Roig.

(Lám. 26 Figs. 3,4,5).

1952 *Schizaster (Aptlospatangus) rojasi* Sánchez Roig, p. 25, lám. 15, figs. 1-3.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande, ovoidea, ligeramente más alta en la mitad posterior; margen agudo. Apice ambulacral excéntrico hacia atrás y se localiza cerca del margen anterior, con cuatro poros genitales. El ambulacro anterior III presenta canal ancho y profundo que termina en el peristoma, y no es petaloide, los poros están extendidos más de las dos terceras partes de la testa desde el sistema apical hasta el margen. Los pétalos anteriores II y IV se extienden ligeramente del sistema apical hacia el margen; la zona interporifera es estrecha. Los pétalos posteriores I y V son cortos, curvados ligeramente hacia adentro. Los filoides están desarrollados con un poro largo, cada poro presenta una protuberancia posterior y se une con un segundo poro.

El peristoma se localiza en la parte anterior, casi a la orilla del margen. El periprocto se encuentra en la parte alta por abajo del margen posterior. La fasciola es peripétala y lateral, los tubérculos que se observan son gruesos.

DIMENSIONES (mm.).

EJEMPLAR NUM. ETM-33	LONGITUD 65.0	ANCHURA 54.0	ALTURA 45.0	LARGO Y ANCHO	LARGO Y ANCHO
				PERISTOMA 7.0 - 8.0	PERIPROCTO 9.0 - 5.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Veracruz. Formación Mesón (Oligoceno-Mioceno).

COLECTOR: Robert H. Palmer y J. Ignacio Sánchez Vázquez.

DISCUSION.- Esta especie original descrita del ologoceno- mioceno de Camagüey y Morón provincia de Cuba, es similar a *Schizaster egozcuei* Lambert (1925, p. 607, lám. 15) pero sus pétalos anteriores son divergentes y los posteriores son más cortos. También tiene similitud con *S. Muñoz* Sánchez Roig (1949, p. 277, lám. 43, figs. 1-3) pero en esta especie el ambulacro anterior es más ancho.

Schizaster nuevitasensis Weisbord

(Lám. 27 Figs. 4, 5, 6).

1934 *Paraster nuevitasensis* Weisbord, p. 67, lám. 7, figs. 7, 8.

1949 *Schizaster nuevitasensis* Sánchez Roig, p. 283.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño medio, ovalada pero ligeramente alargada, la cara dorsal es casi plana, presenta la parte más alta en la región posterior. El ápice ambulacral es excéntrico y anterior. El periprocto se localiza en el margen posterior bajo el borde agudo del interambulacro I. Ambulacros estrechamente petaloides y profundos; los posteriores I

y V más pequeños que los anteriores II y IV; el pétalo del ambulacro III es el más largo y profundo, extendiéndose casi hasta el margen ambital, de donde continúa al peristoma como una estrecha fisura. Los pétalos anteriores son cerrados y menos profundos que el ambulacro III; los posteriores son estrechos.

El área porífera es más ancha que la interporífera, los poros no son muy abundantes y los exteriores son más grandes que los interiores. La fasciola es peripétala y sinuosa, siguiendo el margen de los pétalos.

Los tubérculos son numerosos e iguales. La cara adoral tiene un ligero declive que va dirigido de la parte posterior a la anterior. El peristoma es anterior, grande y transversalmente elíptico.

DIMENSIONES (mm.).

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO PERISTOMA	LARGO Y ANCHO PERIPROCTO
NUM. ETM-34	39.0	34.0	32.0	4.0 - 6.0	4.0 - 3.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. rumbo a Chapopo, Ver. Formación Tantoyuca (Eoceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- La especie fue descrita originalmente del eoceno tardío de Camagüey provincia de Cuba, tiene semejanza con *Schizaster camagüeyensis* Wisbord (1934, p. 68, lám. 7, figs. 9-11), la diferencia consiste en que esta especie tiene pocos poros en sus pétalos y tiende a ser de menor tamaño.

Schizaster sanctamariae Sánchez Roig.

(Lám. 27 Figs. 7, 8, 9).

1949 *Schizaster sanctamariae* Sánchez; Roig, p. 272, lám. 44, figs. 4, 5.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño pequeño, ovoidea, convexa en la cara apical y plana en la cara adoral, ligeramente más alta en la mitad posterior. El ápice ambulacral es casi central. La cara posterior es truncada, el periprocto se localiza en el extremo superior.

El sistema apical presenta cuatro poros genitales, los pares anteriores más pequeños que los posteriores. Los ambulacros pares son desiguales, los anteriores más largos que los posteriores. Los pétalos anteriores (II y IV) presentan surcos profundos y abarcan las dos terceras partes entre el sistema apical y el margen. Los pétalos posteriores I y V son cortos y se extienden del sistema apical al margen, con surcos profundos. El ambulacro anterior (III) no es petaloide, tiene una acanaladura profunda, y se localiza desde el sistema apical hasta el peristoma, los poros son pequeños y redondos. Las zonas poríferas presentan poros desiguales, los externos alargados y los internos redondos. El peristoma se localiza en la región anterior de la cara adoral, muy cerca del borde, de forma semilunar y labio grueso. La fasciola es peripétala, corta y lateral, los tubérculos son gruesos.

DIMENSIONES (mm.).

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO	
				PERISTOMA	PERIPROCTO
NUM. ETM-35	32.0	31.0	17.0	4.0 - 5.0	5.0 - 2.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Ver. Formación Mesón (Oligoceno y Mioceno).

COLECTOR: ROBERT H. Palmer y J. Ignacio Sánchez Vázquez.

DISCUSION.- Esta especie puede distinguirse fácilmente de las especies muy cercanas de Cuba, por su testa angosta. Sin embargo, se puede confundir con *Schizaster caobaensis* Sánchez; Roig. (1949, p. 273, lám. 44, fig. 2), pero la diferencia se basa en la forma de la testa que en este caso es un poco más alargada.

Schizaster gerthi Pijpers

(Lám. 27 Figs. 1, 2, 3)

1933 *Schizaster gerthi* Pijpers, p. 96, fig. 157, lám. 1, fig. 19, lám. 21, figs. 10-12

1949 *Paraster clarcki* Sánchez Roig, p. 28, 29, lám. 44., figs. 6, 9

DESCRIPCION.- Testa de tamaño medio, ovoide, convexa en la cara apical y aplanada en la cara adoral, ligeramente más alta hacia la parte posterior. Apice ambulacral excéntrico, cara posterior truncada casi en línea recta con el periprocto en el extremo superior, contorno ambital grueso. Los ambulacros pares son desiguales, los anteriores más grandes que los posteriores, los canales de los dos pares no son muy anchos ni muy profundos, el ambulacro impar se encuentra en una escotadura ancha y profunda que se comunica con el peristoma.

Las zonas poríferas con poros iguales pequeños y redondos. Poros genitales en número de cuatro. La fasciola es peripétala, los tubérculos son gruesos. El peristoma es excéntrico, grande, con labio grueso y ligeramente hundido.

DIMENSIONES (mm.).

EJEMPLAR NUM. ETM-36	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO	
				PERISTOMA	PERIPROCTO
	51.0	44.0	28.0	8.0 - 9.0	5.0 - 4.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. rumbo a Chapopo, Veracruz.
Formación Tantoyuca (Eoceno).

COLECTOR: Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- La especie fue descrita originalmente del Eoceno, de Primar del Río, provincia de Cuba, se distingue de *Schizaster subcilindrycus* Cotteau (1875: 31, lám. 5, figs. 14-7) pues en esta especie el sistema apical es central. Los pétalos anteriores son más divergentes.

También se asemeja a *S. bathypetalus* Arnold y Clark (1927, p. 38, 60, lám. 12, figs. 1-4) pero en esta especie la testa es más pequeña, los pétalos posteriores son más cortos y los anteriores menos divergentes.

Género **AGASSIZIA** Agassiz y Desor, 1947.

Las placas anteriores de los pétalos anterolaterales son reducidas, poros muy pequeños en toda la superficie de la testa, pétalos posteriores normales o similares modificados (Fischer, 1966, p. U573).

Agassizia inflata Jackson.

(Lám. 28 Figs. 1, 2, 3).

1875 *Agassizia clevi* Cotteau, p. 33, lám. 6. figs. 9, 10.

1922 *Agassizia inflata* Jackson, p. 70, lám. 12, figs. 2-4

1925 *Agassizia egozcuei* Lambert in Lambert y Thiery, p. 596.

1942 *Agassizia wilmingtónica* Cooke, p. 46, lám. 5, figs. 9-13.

1959 *Agassizia wilmingtónica* Cooke Kier, p. 43, figs. 10-13.

1980 *Agassizia wilmingtónica* Cooke Kier, p. 43, figs. 1, 2.

DESCRIPCION.- Testa de tamaño medio, circular, convexa en la cara apical; presenta la altura mayor en el ápice, con un suave declive hacia el borde posterior; el contorno ambital es alto y redondo. La cara adoral es convexa, ancha y triangular en la región posterior, con un declive hasta llegar al peristoma, que está ligeramente hundido. El ápice ambulacral es excéntrico y se encuentra hacia la parte anterior. Los ambulacros pares son desiguales, los anteriores más grandes y anchos que los posteriores con poros redondos; los ambulacros están situados en débiles depresiones y tienen forma petaloide. Fasciolas peripétala y lateral bien marcadas. Sistema apical grande con cuatro poros genitales. El peristoma de forma semilunar, presenta labio ligeramente grueso y con el diámetro mayor transversal; el periprocto es casi circular, esta situado en la parte superior de la cara posterior. Los tubérculos son gruesos.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR NUM.	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	LARGO Y ANCHO	
				PERISTOMA	PERIPROCTO
ETM-37	50.0	48.0	30.0	5.0 - 13.0	5.0 - 5.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. rumbo a Chapopo, Ver. Formación Tantoyuca (Eoceno).

COLECTOR.- Blanca E. Buitrón y Ma. del Refugio Valdéz.

DISCUSION.- Esta especie es similar a *Agassizia clevi* Cotteau (1875, p. 33, lám. 6, figs. 2-8) reportada de Cuba, Anguilla, Puerto Rico, México, y E.U.A. (Florida y Georgia); su diferencia se basa en que en *A. inflata*, el sistema apical es más anterior, tiene los pétalos menos ensanchados y los poros de la zona porífera finalizan en los pétalos anteriores; los poros en *A. clevi* no son grandes.

Orden CASSIDULOIDA (Claus. 1880).

Los ambulacros petaloideos son adapicales: el periprocto se encuentra fuera del sistema apical: los filoides y *burreletes* generalmente están presentes. No tienen mandíbulas o abertura en el adulto (Kier 1966, p. U498).

Familia ECHINOLAMPADIDAE Gray. 1851.

Testa de tamaño medio a grande, generalmente alta y elevada. El sistema apical es tetrabasal o monobasal, los pétalos son largos y abiertos, con la zona porífera desigual, los poros se continúan en las placas ambulacrales más allá de los pétalos. El periprocto es

marginal o inframarginal, transversal o longitudinal. Los burreletes están bien desarrollados: los filoides son desnudos, con pocos o muchos poros, angostos y granulares; en el interambulacro V, presenta poros bucales (Kier, 1966, p. U506).

Género **ECHINOLAMPAS** Gray 1825.

Testa de tamaño medio a grande, generalmente elevada, sistema apical monobasal; la zona porífera es desigual, las zonas interporíferas son anchas (Kier, 1966, p. U506).

Echinolampas aldrichi Twitchell.

(Lám. 28 Figs. 4, 5, 6).

1915 *Echinolampas aldrichi* Twitchel, Clark y Twitchell, p. 173, lám. 81, figs. 1a-d. 2.

DESCRIPCION.- Testa grande subcircular, casi de igual longitud y anchura; cara apical convexa, con convexidad máxima en el ápico; cara adoral plana, suavemente hundida en el peristoma, margen posterior anguloso, margen anterior redondeado.

Áreas ambulacrales en fase petaloide, con los pétalos abiertos, el impar menos largo y ancho que los demás; el par anterior más corto que el posterior. Todos los pétalos con la zona porífera estrecha; la serie interna está constituida por poros redondos, la externa por ranuras. Pétalos anteriores con la zona porífera posterior ligeramente más larga que la anterior. Zona interporífera aproximadamente cuatro veces más ancha que la porífera. Fase no petaloide de los ambulacros formada por series de pequeños poros que al llegar al peristoma constituyen el floscelo, con filoides rectos, débiles y burreletes sobresalientes y anchos. El sistema apical se localiza en la zona de mayor convexidad; es pequeño, monobasal, excéntrico, formado

anteriormente de cuatro placas genitales, con gonoporo grande; placa madreplática grande que ocupa la mayor parte del sistema.

El periprocto es grande, inframarginal y alargado transversalmente. El peristoma es grande, elíptico y excéntrico anteriormente. Las placas de la testa presentan tubérculos pequeños acrolados e inperforados.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA
NUM. ETM-38	70.0	67.0	33.0	4.0	8.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Ver. Formación Coatzintla (Oligoceno).

COLECTOR: R. H. Palmer.

DISCUSION.- *Echinolampas mexicanus* Lambert (1927, p. 272, figs. 1-3) es afín a *E. aldrichi*; se distingue por presentar el contorno más circular, el ápice es anterior y los pétalos son más cortos, sobre todo los posteriores. También se asemeja a *E. affinis* Agassiz (1835, p. 168-199) pero su diferencia se basa en que en esta especie, el ápice es mucho más excéntrico y la posición del sistema apical y peristoma es desigual, *E. lycopersicus* y *E. anguillae* Jackson, (1922, p. 64, lám. 11, figs. 3-6; p. 66, lám. 11, figs. 7-9) son especies estrechamente relacionados con *E. aldrichi*, la diferencia radica a que estas dos especies presentan el contorno más ovalado, la cara aboral más convexa y el ápice central.

***Echinolampas veracruzencis* sp. nov.**

(Lám. 29 Figs. 1, 2, 3).

DESCRIPCION.- Testa de tamaño grande casi circular, cara apical ligeramente convexa, cara adoral plana, suavemente hundida en el peristoma, región posterior angulosa y región anterior redondeada. Areas ambulacrales en fase petaloide, pétalos abiertos: el pétalo impar es de igual tamaño que los dos anteriores. Todos los pétalos con zona porífera estrecha y saliente, la serie interna constituida por poros redondos y la externa por ranuras. Pétalos anteriores con la zona porífera ligeramente anterior. La zona interporífera aproximadamente tres veces más ancha que la porífera. La fase no petaloide de los ambulacros formada por series de pequeños poros que al llegar al peristoma constituyen el floscele.

El sistema apical es excéntrico anteriormente, y se localiza en la zona de mayor convexidad; es grande, monobasal, formado de cuatro placas genitales con gonoporo grande; la placa madreporica es grande. El periprocto es amplio, inframarginal y alargado transversalmente. El peristoma es grande, ovoide y excéntrico en la parte anterior. Todas las placas de la testa con tubérculos pequeños.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	APARATO APICAL	PERISTOMA
NUM. ETM-39	78.0	69.0	22.0	6.0	10.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- Entre la Hacienda de San Marcos y Mesón, Ver. Formación Coatzintla (Oligoceno).

COLECTOR.- Blanca El Buitrón y Ma. del Refugio Váldez.

DISCUSION.- *Echinolampas aldrichi* Clark y Twitchell (1915, p. 173, lám. 81, figs. 1a-d. 2) reportada del ologoceno en Alabama, es afín a *E. veracruzensis*; se distingue principalmente en que ésta es ligeramente convexa en su porción dorsal, la forma de la testa es casi circular y el pétalo impar de igual tamaño que los pétalos anteriores.

Suborden **MICRASTERINA**, Fischer, 1966.

La fasciola subanal está ausente en algunos miembros de Loveniidae, y en los demás puede estar combinada con la fasciola peripétala o con la fasciola interna. Espinas primarias desarrolladas excepto en los micrasteridos (Fischer, 1966, p. U580).

Familia **BRISSIDAE** Gray, 1855.

La testa tiene forma de corazón, con dos fasciolas peripétalas y una subanal; la branquia anal sólo se presenta en algunos organismos, sistema apical con placas genitales que tienen de 2 a 4 gonoporos (Fischer 1966, p. U582).

Género **EUPATAGUS** Agassiz, 1847.

Testa ovoide en la cara apical, la cara oral es plana, sistema apical anterior etmolítico con cuatro gonoporos; los ambulacros pares con pétalos cerrados, el ambulacro frontal no petaloide, zona porífera estrecha con poros en series individuales. Los tubérculos primarios únicamente se presentan en el lado aboral. No se presenta la fasciola peripétala (Fischer, 1966, p. U586).

***Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Pilsbry**

(Lám. 29 Figs. 4, 5, 6)

1914 *Eupagus mooreanus* Pilsbry, p. 206, lám. 8

1915 *Eupatagus* Clark y Twitchell, p. 176, lám. 83, figs. 19-2b

1942 *Eupatagus (Gymnopatagus) mooreanus* Pilsbry, Cooke, p. 54 lám. 1, fig. 16

1951 *Eupatagus (Gymnopatagus) mooreanus* Pilsbry, Cooke, p. 74, figs. 12, 17, lám. 2, 5, 6

1979 *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Buitrón y Silva, p. 122, fig. 3 A, B, C, D y E)

DESCRIPCION-. Testa de tamaño medio, ovoide, ligeramente cardiforme, contorno redondeado y suavemente convexa en la cara aboral, más elevada entre el sistema apical y el margen posterior; la cara adoral es plana y se eleva gradualmente del peristoma hasta el borde posterior. Las áreas ambulacrales son parapetaloides, estrechas y cerradas en el extremo distal; el par anterior ligeramente curvo hacia el borde anterior y el par posterior es casi recto. La zona porífera es estrecha, con surco profundo y provista de poros redondeados. La zona interporífera es saliente y ancha. El área ambulacral es impar, petaloide, estrecha y forma una escotadura en el margen anterior.

Las áreas interambulacrales en la cara aboral, aumentan de tamaño al aproximarse al ámbito y presentan hileras dobles de placas. La cara adoral con ocho placas pares, grandes, que terminan en una sola placa en el peristoma. La quinta área interambulacral está modificada y forma un escudo junto con el área ambulacral. En el área posterior se encuentran cinco placas anales y dos postanales, rodeando al periprocto.

Sistema apical etmolítico, anterior, pequeño, formado por cuatro placas genitales, más pequeñas y juntas a las anteriores. La placa madreporíca es grande y se encuentra entre

las genitales posteriores. El periprocto está localizado en el área posterior, es grande y verticalmente alargado, con los extremos terminados en punta. El peristoma es anterior, grande, de forma arriñonada y con el margen anterior semicircular y el posterior casi recto.

La fasciola peripétala está formada por la terminación de las placas ambulacrales pares, en la proximidad del peristoma, que son salientes y están provistas de poros grandes situados en el fondo de una areola profunda.

La ornamentación varía en las diferentes áreas de la testa. En la cara adoral, las zonas poríferas de los pétalos tienen tubérculos primarios escasos, de tamaño medio, con arreglo horizontal y granulaciones intercaladas. En las áreas interambulacrales existen pocos tubérculos primarios, grandes y medianos, perforados, situados horizontalmente en la parte superior de las placas. Las áreas laterales carecen de tubérculos primarios.

En la cara adoral, las áreas interambulacrales y ambulacrales, exceptuando el plastrón, están ornamentadas por numerosos tubérculos primarios, grandes. Las placas esternales presentan tubérculos en hileras concéntricas, un poco menores que las del resto de las placas de la cara adoral.

DIMENSIONES (mm.)

EJEMPLAR	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA
NUM. ETM-40	46.9	39.1	21.0

LOCALIDAD Y POSICION ESTRATIGRAFICA.- A 2.5 km. rumbo a Chapopó, Ver.
Formación Tantoyuca (Eoceno).

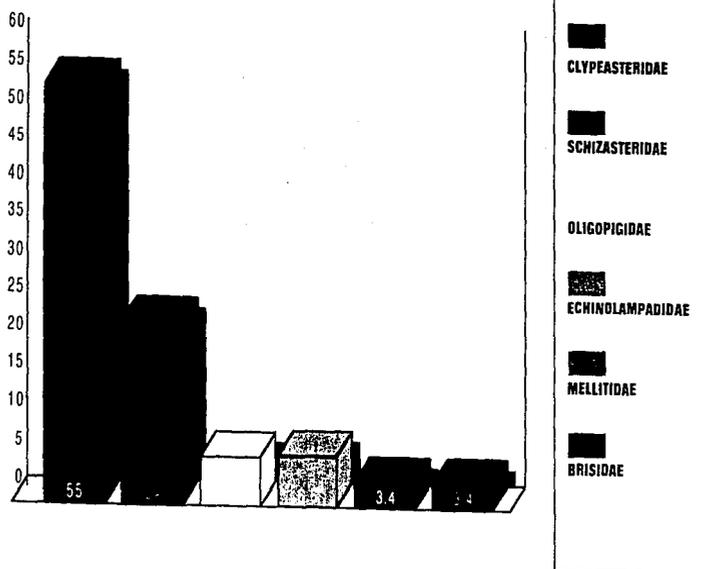
COLECTOR: DR. J. Palmer.

DISCUSION.- El género *Eupatagus*. L. Agassiz, 1847, comprende dos subgéneros, *Eupatagus* y *Gymnopatagus* (Fischer, 1966, p. U586): la diferencia principal radica en que el primero presenta el ámbito redondeado, con el surco frontal profundo, característica que le confieren a la testa un aspecto cordiforme.

Esta especie se clasifica en el subgénero *Eupatagus*, debido a que la testa es de forma ovoide, la cara adoral es plana, sistema apical anterior etmolítico con cuatro gonoporos, pétalos ambulacrales cerrados, ambulacro anterior impar no petaloide, poros en series sencillas, tubérculos primarios en la cara adoral, con excepción de la faciola peripétala (Fischer, 1966, p. U586).

Eupatagus mooreanus (Cooke, 1946, p. 54 lám. 1, fig. 6) está relacionado con *E. cleveai* (Cotteau 1875) del Eoceno Superior de Florida, la diferencia radica en que *E. cleveai* es de ámbito redondeado, la zona interporifera de los pétalos es muy ancha, el peristoma es arriñonado y los tubérculos son poco aparentes presentando una distribución irregular en toda la testa.

FIGURA 13 PORCENTAJE DE ESPECIES EN LAS FAMILIAS



X. PALEOBIOGEOGRAFIA DE LOS EQUINOIDES DE LA CUENCA

TAMPICO-MISANTLA

El conocimiento sobre la distribución geográfica de los equinoides del Terciario de la cuenca Tampico-Misantla ha permitido establecer relaciones con otras regiones. Particularmente, los equinoides terciarios del este de México presentan relaciones estrechas con faunas del sureste de México (Chiapas), de la región costera occidental de los Estados Unidos de Norteamérica (Florida y Georgia), de América del Norte (Alabama, y Missisipi), del Golfo de California, del Caribe (Cuba, Jamaica y Anguila), de Centro América (Costa Rica), del Norte de América del Sur (Venezuela y Brasil) y de Europa (España, Italia y Francia).

Dentro de la fauna que se ha encontrado en las capas sedimentarias del Eoceno, existe una gran variedad de equinoides tanto en la Planicie Costera del Atlántico como del Golfo de México.

Oligopygus rotundus Cooke, descrito por primera vez para el Eoceno de Veracruz, también existe en el Eoceno de Florida, Alabama y Colorado (Cooke, 1942).

Oligopygus elongatus Palmer, mencionado por primera vez para el Eoceno de Veracruz, se registra del Eoceno Superior de Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Eschizaster*

gerthi Pijpers, del Eoceno de Veracruz, se encuentra en el Eoceno del Pinar del Río, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Schizaster nuevitasensis* Weisbord, se reporta del Eoceno de Veracruz, se cita también en el Eoceno de Camagüey, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus* Pilsbry, se nombra en el Eoceno de Veracruz (Buitrón, 1973) y en el Eoceno de Florida (Cooke, 1942). *Agassizia inflata* Jackson, descrita por primera vez para el Eoceno de Veracruz, también se encuentra en el Eoceno de Pinar del Río, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949) y Jamaica (Arnold, 1934).

Durante el Oligoceno, entre los paralelos 100 y 350 al este de América, se localiza una amplia provincia marina que abarca desde Florida hasta las costas de Venezuela, incluyendo consecuentemente el noroeste y suroeste de México.

En México los equinoideos del Oligoceno de la región de Tampico-Tuxpan fueron estudiados por Dickerson y Kew (1917 a.b) y su distribución es analizada en esta ocasión, lo que permite establecer relaciones con la fauna del Caribe, ya que se reportan las mismas especies en ambas localidades.

Clypeaster cubensis Cotteau, se describe del Oligoceno de Tamaulipas y Veracruz (Dickerson y Kew, 1917) y del Oligoceno de Cuba, San Bartolomé y Anguila (Cotteau, 1875). *Echinotampas aldrichi* Twitchell, en México se encuentra en el Oligoceno de

Chiapas (Buitrón, 1974) y por primera vez se cita para el Oligoceno de Veracruz; se menciona para el Oligoceno de la Caliza St. Stephens de Alabama y de la Caliza Vicksburg, de Misissipi, E.U.A. (Clark y Twitchell, 1915) y del Oligoceno Superior de Alabama y Misissipi E.U.A. (Cooke, 1942). *Clypeaster rogersi* Morton, se refiere para el Mioceno de Veracruz (Dumble, 1918) pero también para el Eoceno-Oligoceno de Misissipi, Alabama y Georgia (Israelsky, 1924) para el Mioceno de Chiapas (Buitrón, 1974 b), el Eoceno Superior de la Formación Jackson y para el Oligoceno Inferior de la Formación Vicksburg de Misissipi, Alabama y Georgia (Clark y Twitchell, 1915). *Clypeaster chiapasensis* Muellerried, reportada del Oligoceno Superior o Mioceno Inferior de Chiapas (Buitrón, 1978) y del Oligoceno Superior de Veracruz (Silva, 1974). *Clypeaster stuabi* Lambert, existe en el Oligoceno de Chiapas y Tamaulipas (Caso, 1956) Veracruz (Silva, 1974) y también se indica para el Oligoceno de Alabama, Florida, Georgia y Misissipi de E.U.A. (Israelsky, 1924). *Clypeaster pileus* Israolsky, se cita para el Oligoceno-Mioceno de Veracruz y Tamaulipas (Dickerson y Kew, 1917) y para el Mioceno de Matanzas Cuba (Cotteaus, 1897).

Clypeaster rotundus Agassiz, descrita para el Pleistoceno del Golfo de California (Caso, 1956 y Grant y Hertlein, 1938), en esta ocasión se encontró asociada a fauna del Mioceno, por lo tanto se amplía su alcance estratigráfico. *Schizaster cristatus* Jackson, se encuentra en el Oligoceno de Tamaulipas (Jackson, 1937) y en el Mioceno de Costa Rica, Venezuela y Brasil (Jackson, 1918). *Schizaster egoscuei* Lambert, se

registra por primera vez, para el Oligoceno de Veracruz; también existe en el Oligoceno-Mioceno de Santa Clara, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Schizaster rojasi* Sánchez Roig, se nombra por primera vez para el Oligoceno de Veracruz y existe en el Oligoceno-Mioceno de Camagüey, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Schizaster sanctamariae* Sánchez Roig, se refiere por primera vez, para el Oligoceno de Veracruz. También existe en Santa María del Rosario, provincia de Cuba (Sánchez Roig, 1949).

En el Mioceno de México los equinoides están representados por abundantes especies que proceden de los estados de Tamaulipas y Veracruz.

Clypeaster speciosus Verrill, se menciona para el Plioceno de Veracruz (Caso, 1956) y para el Plioceno del este de la costa de California (Grant y Hertlein, 1938), y en esta ocasión se reporta para el Mioceno de Veracruz, ampliándose su alcance stratigráfico. *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig ahora se registra para el Mioceno de Veracruz. También se encuentra en el Mioceno Inferior en La Salud, Habana, Cuba (Sánchez Roig, 1949). *Clypeaster lamberti* Lovisato, ahora se cita por primera vez para el Mioceno de Veracruz. Existe en el Mioceno Medio de Yugoslavia y Cerdeña en Italia (Comaschi, 1972). *Clypeaster intermedius* Des Moulins existe en el Mioceno de Cerdeña, Italia y Cataluña, España (Comaschi, 1972), ahora se nombra por primera vez para el Mioceno de Veracruz. *Clypeaster latirostis* Agassiz, se encuentra en el Mioceno de Calabria, Malta y Colina del Toro, Italia (Comaschi, 1972), aquí se designa para el Mioceno en Veracruz. *Clypeaster campanulatus* Schlotheim, se describe para el Mioceno de Calabria,

Italia (Comaschi, 1972). y también en el Mioceno de Veracruz, *Clypeaster bowersi* Weayer, se señala y también del Mioceno del Colorado, E.U.A. (Clark y Twitchell, 1915) y en el Plioceno de la parte inferior de Carrizo, California (Grant y Hertlein, 1938) del Mioceno de Veracruz (Caso, 1956). *Clypeaster calabrus* Seguenza fue descrito en el Mioceno de Veracruz. y en el Mioceno de Calabria, Italia (Comaschi 1972). *Clypeaster marginatus* Lamarck, se reporta por primera vez para el Mioceno de Veracruz, originalmente se describió el Mioceno de Córcega, Francia, Cerdeña, Calabria y Sicilia, en Italia (Comaschi, 1972). *Encope michelini* Agassiz, se encuentran en el Plioceno de Carolina del Norte, Carolina del Sur y Florida (Cooke, 1959) y aquí se registra en el Golfo de México (Cooke, 1959).

Al hacer un análisis sobre la distribución de los equinoideos, se puede concluir que en el Terciario, existió una amplia provincia faunística marina, la cual abarca el este de Norteamérica, el Caribe y noroeste de Sudamérica, que es diferente de la provincia faunística marina de la Costa Occidental de Norteamérica, que incluye el sureste de Estados Unidos y la Península de Baja California. Esto se debe indiscutiblemente a que existió una barrera terrestre que impidió el intercambio faunístico entre estas provincias durante la mayor parte del Terciario.

ESPECIES	AMERICA DEL NORTE										CARIBE										AMERICA CENTRAL DEL SUR				EUROPA			
	FLORIDA		LOUISIANA		MEXICO		ALABAMA		MISSISSIPPI		GEORGIA		CUBA		JAMAICA		MOLUCCAS		INDONESIA		BRASIL		FRANCIA		ALEMANIA			
	FLOR	LOUIS	MEX	ALAB	MISS	GEOR	CUBA	JAMA	MOLU	INDO	BRAS	FRAN	ALEM	FLOR	LOUIS	MEX	ALAB	MISS	GEOR	CUBA	JAMA	MOLU	INDO	BRAS	FRAN	ALEM		
Oligopigus Rotundus	X		X																									
Oligopigus Elongatus			X										X															
Clypeaster Chippasensis				X	X																							
Clypeaster Staudii	X	X	X			X	X																					
Clypeaster Pileus				X	X									X														
Clypeaster Speciosus					X																							
Clypeaster Elevatus				X										X														
Clypeaster Cubensis				X									X		X	X												
Clypeaster Rogersi		X		X	X	X	X	X	X																			
Clypeaster Lamberti				X																						X		
Clypeaster Intermedius				X																					X	X		
Clypeaster Latarosius				X				X	X																	X		
Clypeaster Campanulatus				X																						X		
Clypeaster Bowersi				X						X																		
Clypeaster Calabrus				X																						X		
Clypeaster Marginalis				X																						X X		
Clypeaster Rotundus				X						X																		
Clypeaster Tusanosensis				X																								
Encope Michelini				X																						X		
Echinolampas Aldrichi				X		X	X																					
Echinolampas Veracruzensis				X																								
Schizaster Cristatus				X									X	X					X	X	X							
Schizaster Egosevici				X									X	X														
Schizaster Rogasi				X									X	X														
Schizaster Gerthi				X									X															
Schizaster Noveboracensis				X									X															
Schizaster Sanctamariae				X									X															
Agassizia lollata			X										X		X													
Eopagoda (Eopagoda) Morenae	X		X																									

Fig. 14 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE EQUINOIDES TERCARIOS DE LA CUENCA TAMPICO MISANTLA

XI. Ecología de Equinoides.

La ecología de los equinoides ha sido estudiada por varios autores, entre ellos se encuentran Cooke (1957) que elaboró un catálogo bibliográfico sobre el tema a partir de 1930. Brattström (1941) analizó los factores limitantes en la distribución de equinoides en la entrada de Báltico. Nichols (1959) presentó un trabajo sobre el habitat de *Echinocardium cordatum* y de otras especies de Spatangoideos británicos, que se trataron en la Monografía de Mortensen (1928).

Los equinoides son organismos marinos. Algunas especies habitan agua de salinidad baja (20%) como *Mellita quinquesperforata* de Texas y *Echinocyamus pusillus* encontrada en la entrada del Báltico por Brattström, o de salinidad alta (40%) como *Lytechinus*, hallado en la Laguna Madre de Texas, pero la gran mayoría son estenohalinos y están adaptadas a una salinidad normal (30-36%).

La mayoría de los equinoides viven en las regiones tropical y subtropical en aguas poco profundas y son muy diversificados y abundantes. Esta diversidad decrece en áreas en donde la temperatura del agua aumenta. Las especies *Psammechinus miliaris*, *Echinus esculentus*, *E. acutus*, *Echinocyamus pusillus*, *Echinocardium cordatum*, *Echinarachnius parma*, *Schizaster fragillis*, *Spatangus purpureus* y *Strongylocentrotus droebachiensis* son característicos los 70 grados latitud norte. Existen también varios equinoides de la región Antártica, donde la fauna es característica por la diversidad de *Cidaris* y la presencia de otras muchas especies en etapa juvenil.

Algunos equinoides tienden a mezclarse con otros organismos sin distinción, o por lo menos, se encuentran en gran número en áreas locales donde las condiciones son favorables. Así, se tienen los casos de alrededor de 400 organismos del tipo "galletas de mar" como *Dendraster excentricus*, que ocuparon un área de 9 pies cuadrados en Puget Sound, E.U.A. Swan (1958) ha registrado más de 1300 especímenes, en un área de 3 m., de erizos de mar juntos, como la especie *Strongyocentrotus drochaciensis*. Equinoides del tipo de "galletas de mar" que pueden relacionarse con *D. excentricus*, son muy abundantes en algunos sitios como en el Cenozoico Superior de California, pero ahí la concentración no persiste lateralmente, o no están siempre presente.

Profundidad

Batimétricamente los equinoides están distribuidos desde el litoral hasta la zona hadal; Más de 150 especies se encuentran habitando la zona litoral entre corrientes bajas. Alrededor de 360 especies se han localizado en los primeros 100 m. de la zona litoral y en cambio otras especies decrecen gradualmente cuando se incrementa la profundidad. *Portalesia* se encontró en la zona hadal a 6000 m. de profundidad. Una familia de equinoides regulares (Echinothuridae) y cinco familias de equinoides irregulares (Aeropsidae, Hemiasteridae, Pourtalessidae y Urechinadae), están representados tanto en la zona abisal, como hadal a una profundidad de 4000 m. Los géneros de estas familias son: *Aceste*, *Aeropsis*, *Ceratophysa*, *Delapatagus*, *Helgocystis*, *Hemiaster*, *Homolampas*, *Kamptosoma*, y *Porutalesia*. Muchas especies viven en aguas poco profundas y están limitadas a ciertos rangos batimétricos.

Función de las espinas

Todos los equinoides conocidos son bentónicos, de movimientos libres y usan las espinas para desplazarse; cuando el substrato es recoso utilizan cavidades para protegerse como *Stromgylocentrotus purpuratus* y *Echinostrephus aciculatus*, que excavan en la roca mediante la rotación de las espinas. La cavidad parece estar originada por movimientos rotatorios de las espinas como en *S. purpuratus*, lo que da la impresión de una barrena perforando acero. La perforación llega a alcanzar hasta 20 cm. de profundidad.

En etapas de crecimiento el equinoide se ensancha y se esconde, este período es muy impresionante porque la abertura en algunos casos no es muy grande, y ya no pueden salir y así logra ocultarse perfectamente. Algunas investigaciones indican que la forma y uso de escondites es una protección contra el oleaje, por lo tanto, estos equinoides quedan limitados a este tipo de áreas.

Otros equinoides se encuentran en zonas rocosas de playas, como *Podophora* y *Colobocentrotus*, los cuales se protegen del oleaje por medio de sus espinas cortas que se encuentran en la superficie aboral y por succión fuerte de la superficie oral semejan a un tubo, así se adhieren a las rocas. El género fósil *Anaulocidairs* parece indicar el mismo habitat.

En el Diadematideo *Plesiodadema indicum*, las espinas primarias descienden, engruesan su punta y la curvan, luego cavan dentro del substrato blando, en el cual habita, lo que le permite una mayor sustentación. Muchos Echinoturidos tienen una estructura similar en la

parte final de las primeras espinas de la superficie oral. Probablemente su función es igual que en *Plesiodiadema*.

Espinas

- 1.- Las espinas aplanadas sirven para la locomoción.
- 2.- La parte lateral de las espinas de los ambulacros sirve para mover la arena.
- 3.- Las espinas cortas que están alrededor de la boca ayudan en la captura del alimento.
- 4.- Las espinas laterales son cortas y ayudan a mantener abierto el escondite sacando la arena.
- 5.- Las espinas cortas del margen anterior de la concha raspan el material de frente de la pared de su escondite.
- 6.- Las espinas adyascontes a los pótalos forman encima de ellos, una protección a manera de arco.
- 7.- Las espinas dorsales, largas, ayudan a construir los embudos respiratorios.
- 8.- El conjunto de espinas largas de la fasciola subanal, forma los conductos de desecho.

(Figura 15).

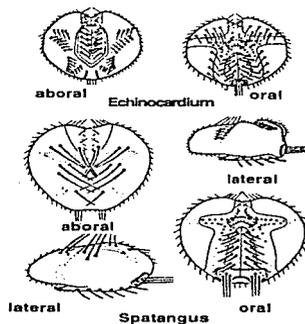


Fig. 15 Diferente arreglo de las espinas en equinoides exoclicales (Tomado de Durham 1966).

Las características morfológicas de los diferentes tipos de espinas, corresponden a diferente función, y existe la posibilidad de deducir el habitat de muchos equinoides fósiles por comparación con especies vivas.

En algunos equinoides extintos las testas son alargadas, flexibles y de espinas cortas; otros presentan concha rígida y espinas cortas, como *Bothriocidaris* y *Melonechinus*, probablemente orientados con la superficie oral aplanada, como en *Proterocidaris*, que vive en el sustrato y la parte apical proyectada hacia arriba.

Sustrato

Varios equinoides irregulares viven más o menos enterrados en la arena o sustrato fangoso. Algunas especies de *Clypeaster* y *Encope* pueden vivir entre los 15 a 18 cm. bajo la superficie, en sedimento blando. El género *Echinoecyanus* anida entre partículas de arena y grava. En aguas quietas *Dendraster excentricus* especies de *Rotulina* asumen una posición inclinada de su concha con sólo la tercera o cuarta parte anterior enterrada en el sedimento, mientras que el resto de la concha se extiende hacia arriba. Otras especies semejantes capturan partículas alimenticias y las sostienen en sus surcos para luego dirigir las hacia la boca, esto ocasiona poco desarrollo en la porción anterior de la concha. Sin embargo, algunos organismos cuando son perturbados por oleaje fuerte excavan bajo la superficie de la arena, como *D. leavis*, y *D. excentricus*.

El desarrollo de las fasciolas en los Spatangóideos es correlacionable con su habitat y con el tipo de sustrato en que viven. Nichols (año) ha explicado la función de las fasciolas,

los tipos diferentes de los ambulacros y las variadas especies de espinas encontradas en este grupo. Los cilios de la fasciola, la base de las espinas y el epitelio, trabajan para formar corrientes ciliares sobre la superficie de la concha, como en *Spatangus* y *Brissopsis* en donde la corriente externa pasa al sistema apical, por entre los ambulacros y sobre el ámbito. En la superficie oral las corrientes llevan el alimento hacia la boca y pasan posteriormente a la fasciola subanal y de ahí al canal de desechos. Se podría asegurar que algunas corrientes semejantes a estas, están presentes en muchos equinoides irregulares, variando en parte y conforme a su habitat. Existe evidencia de que la presencia de las fasciolas indica la facilidad de excavar de una forma u otra, en cambio *Echinocyamus pusillus* se enrolla quizá por no presentar fasciola.

Equinoides cavadores

Algunos de los escondites de los Espantangoideos fueron estudiados por Nichols (1959) quien indica que la presencia de embudos respiratorios y tubos para los desechos son correlacionables con el tipo de sustrato y la profundidad a la cual excavan. Así, *Echinocardium cordatus*, excava a una profundidad de 18 cm. en sustrato blando; presenta un canal para desechos y fasciola respiratoria. *Spatangus purpureus* normalmente habita arena de grano grueso y excava a 2 cm. de profundidad, éste no presenta embudo respiratorio, pero si tienen canal sanitario. *S. raschi* surca y excava en sustrato suave y lodoso, presenta la superficie apical expuesta, utilizando el canal que forma para la expulsión de desechos. Nichols. (*Op. cit.*) considera que *S. purpureus* habita únicamente arena de grano grueso y limpio, sin embargo hace circular el agua a través de intersticios de la grava para su proceso de respiración. Esta especie no presenta estructuras de perforación y utiliza a las espinas

apicales. En las especies estudiadas, los canales de respiración y tubos de desecho están formados por la acción de los pies ambulacrales y las espinas.

Echinocardium cordatum, después que ha cavado con las espinas y cuando la profundidad es grande, solo a través de la acción de los pies ambulacrales mantiene el canal respiratorio. (Figura 15).

Entra figura 15

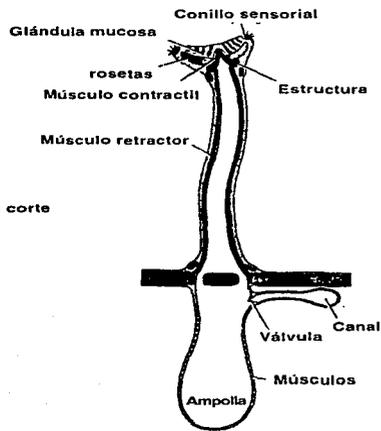


Fig. 16 Diagrama longitudinal de un corte del podi. (Tomado de Durham 1966).

Los Clypeastaroideos también fueron estudiados por Nichols y en relación a *Echinocyamus pusillus*, aclara que no ha sido posible la observación del impulso que realiza dentro del sustrato, pero sí es conocido el proceso en la superficie externa porque pasan partículas sobre ella por medio de los pies accesorios de los ambulacros. En estos animales no hay, aparentemente, un aparato que les sirva para cavar (la función de las estructuras accesorias del ambulacro son poco conocidas y se les atribuye, también, la función de capturar alimento); asimismo hay 10 pies ambulacrales alrededor del peristoma que son sensoriales.

La función y disposición de las diferentes espinas también ha sido estudiada por Nichols (1959) en *Echinocardium* y *Spatangus*, encontrando lo siguiente:

Funciones de Ambulacros

La función del ambulacro también ha sido estudiada por Nichols (1959). Contrariamente a la interpretación de algunas investigaciones previas, dice que el ambulacro impar de *Echinocardium cordatum*, está relacionado con el embudo respiratorio, por lo tanto su función no es la de recolección de alimento sino que interviene en la formación y mantenimiento del embudo respiratorio. Los pedicelos de los ambulacros alrededor de la boca sirven para la captura de alimento, mientras que el ambulacro que está en la fasciola sub-anal ayuda a construir y mantener el conducto de desecho, llevando el material hacia afuera. El ambulacro no especializado, aparentemente sirve como estructura sensorial. Nichols (*Ibid*) también indica que *Echinocardium cordatum* cava a más profundidad, por lo tanto tiene mayor número de pedicelos; el embudo respiratorio y el conducto de desechos están más desarrollados que en otras especies estudiadas. El número de pies en los ambulacros, aparentemente cambia de acuerdo al sustrato que habitan los equinodermos.

Los poros de los ambulacros también cambian sus características de acuerdo a su función del ambulacro.

Algunos equinoides tienden a mezclarse con otros organismos sin distinción, o por lo menos, se encuentran en gran número en áreas locales donde las condiciones son favorables. Así, se tienen los casos de alrededor de 400 organismos del tipo "galletas de mar" como *Dendraster excentricus*, que ocuparon un área de 9 pies cuadrados en Puget Sound, E.U.A. Swan (1958) ha registrado más de 1300 especímenes, en un área de 3 m., de erizos de mar juntos, como por ejemplo se puede citar a *Strongyocentrotus droebachiensis*. Equinoides del tipo de "galletas de mar" que pueden relacionarse con *D. excentricus*, son muy abundantes en algunos sitios como en el Cenozoico Superior de California, pero ahí la concentración no persiste lateralmente, o no están siempre presente.

Locomoción

Los equinoides regulares no manifiestan una determinada dirección de locomoción, pero en cierto momento se vuelven frágiles, esto se hace evidente por el movimiento del ambulacro anterior III. En cambio los equinoides irregulares tienen una fuerte preferencia por el movimiento con el ambulacro anterior III.

Algunos Espantangoideos, aparentemente, pueden moverse en otras direcciones, y un número reducido de Clypesteroides tiene capacidad limitada para el movimiento de los ambulacros para ascender medios inclinados o superficies verticales. En las "galletas de

mar" los ambulacros ayudan a enterrar al organismo mediante movimientos en las arenas; ésto sucede por medio de la superficie aboral. *Lytechinus variegatus*, utiliza las espinas para moverse sobre una superficie horizontal. en promedio de 8 a 13 cm. por minuto. *Mellita quinquesperforata* puede asumir una posición ligeramente inclinada cerca de la superficie de un sustrato arenoso, con el margen anterior enterrado y el posterior un poco expuesto. En esta posición puede moverse constantemente a través de la arena en promedio de 1.5 a 2.5 cm. por minuto.

Muchos equinoides regulares reaccionan negativamente a la intensidad luminosa, retroceden y se protegen en áreas o cavidades durante el día. Otros cubren su superficie aboral con fragmentos de plantas, conchas o roca; esto lo realizan por medio de sus ambulacros. En algunos equinoides como *Diadema* sus espinas rápidamente se agrupan en un ramillete y se dirigen hacia la sombra. Un mecanismo de irritabilidad causa una reacción similar. (Figura 17).

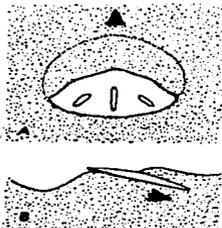


Fig. 17 Reacción negativa a la intensidad luminosa en *Mellita quinquesperforata*, puede asumir una posición ligeramente inclinada con el margen enterrado y el posterior un poco expuesto. (Tomado de Durham 1966).

Psammechinus miliaris es conocido por una reacción negativa a la gravedad, constantemente asciende sobre superficies empinadas sin lograr hacerlo. La especie de este tipo de reacción natural todavía se ignora. De acuerdo al tipo de nutrición, ciertos equinoides regulares comen cualquier material orgánico, sin embargo, algunos como *Echinus esculentus* tienden a ser carnívoros y otros como *Strongylocentrotus*, son herbívoros. *Arbacia* es conocido como capturador de especies vivas, pues se ha observado que al pez *Fundulus* lo captura en la noche, durante la cual se cree que estos peces están muy débiles. Los Clypesteroides atrapan partículas alimenticias y pequeños organismos a través de secreciones mucosas, las colocan en los surcos ambulacrales por medio de corrientes ciliares, lo's podios de los ambulacros o ambos. Los Espantangoideos aparentemente pueden ingerir grandes cantidades de sustrato y digerir la materia orgánica contenida, ésta puede ser más o menos escogida entre los componentes inorgánicos antes de la ingestión (Durham, 1966).

XII. ANALISIS Y DISCUSION

Al inicio de esta investigación, se pudo observar que los trabajos que se habían realizado acerca de los equinoides procedentes de la Cuenca Tampico-Misantla eran escasos y aislados; no obstante que las colectas señalan que son abundantes en especies e individuos. Por tal razón, se efectuó el estudio integral del grupo que permitió determinar y confirmar las edades relativas de las rocas que los contienen y su distribución paleogeográfica y sus implicaciones paleoecológicas.

En la descripción que se hizo en esta ocasión, de las 29 especies de equinoides, se consideraron en primer lugar los escasos trabajos descriptivos procedentes de otras localidades de México y en segundo lugar, los de Florida, Georgia, Alabama, Missisipi, California, en E.U.A., Cuba, Jamaica, y Anguila en el Caribe; Costa Rica en Centroamérica; Venezuela y Brasil en Sudamérica, España, Italia y Francia en Europa.

Dentro de la Paleontología resulta difícil en algunos casos, la designación de la especie; esto podría deberse a varios factores como la mala conservación del organismo, la escasez de ejemplares, la imposibilidad de repetir experiencias o bien de hacer estudios sobre sus relaciones genéticas. Por lo tanto, se tiene como base fundamental el aspecto morfológico, sin dejar de excluir los aspectos evolutivos y paleoecológicos.

Considerando lo anterior, en esta investigación, aún teniendo el material incompleto, fue posible la designación de las especies. Sin embargo, el caso de *Oligopygus elongatus* Palmer, fue difícil determinar la especie por que tienen un parecido sorprendente con otras especies. La observación morfológica, principalmente la posición del periprocto, fue determinante para su identificación.

En algunos casos, las especies descritas en localidades muy distantes no son fácilmente identificables ni comparables, debido a las numerosas variaciones que llegan a presentar.

Los equinodermos ocupan nichos ecológicos concretos y limitados. Brattastrón (1941) y Nichols (1959) estudiaron sus habitat y los factores limitantes en su distribución.

La diferentes especies de equinodermos ocupan nichos ecologicos muy concretos y limitados, por lo cual sus fósiles suelen ser buenos indicadores paleoecológicos.

XIII. CONCLUSIONES GENERALES

1.- Se describen 29 especies de equinoides exocíclicos, correspondientes a cuatro órdenes repartidos en seis familias y siete géneros.

El mayor número de especies (16) correspondió a representantes de la familia Clypeasteridae, con un 55% después los Schizasteridae con un 7.4%. Los Oligopigidae y los Echinolampadidae con un 6.5% y los Mellitidae y los Brisidae con un 3.4%. (Figura 13)

2.- Se citan por primera vez para México las especies *Oligopigus rotundus*, *O. elongatus*, *Clypeaster elevatus*, *C. lamberti*, *C. intermedius*, *C. latirostris*, *C. campanulatus*, *C. calabrus*, *C. marginatus*, *Schizaster gerthi*, *S. nuevitasensis*, *S. egoscuei*, *S. rojasi*, *S. santamariae* y *Agassizia inflata*. Se registra por primera vez para la Cuenca Tampico-Misantla la especie *Echinolampas aldrichi*.

3.- Se designaron dos especies nuevas *Clypeaster tuxpanensis* y *Echinolampas veracruzensis*.

4.- El estudio sistemático, aspecto fundamental de esta investigación, es considerado indispensable para el conocimiento particular de este grupo, de tal forma que se hace evidente la necesidad de investigaciones futuras que redundarán en la obtención de mayor información de tipo bioestratigráfico, paleoecológico y paleogeográfico.

5.- Se contribuye al esclarecimiento de la edad de las rocas en donde estaban contenidos

los fósiles; así, a la Formación Tantoyuca se le confirma una edad del Eoceno, a la Alazán del Oligoceno Inferior-Superior, Mesón del Oligoceno Medio-Superior, Coatzintla del Oligoceno Superior y Tuxpan del Mioceno Inferior-Medio.

6.- Se establece la correlación estratigráfica con otras regiones de México así como, con la región sureste de los Estados Unidos, con el Caribe, con Centro y Sudamérica lo cual indica que esta fauna pertenece al Terciario.

7.- Tomando en cuenta los aspectos paleogeográficos se considera que existió indiscutiblemente una comunicación marina de Norteamérica, México, Centro América, el Caribe y Noreste de Sudamérica. Esta extensión constituye una provincia faunística que difiere, a nivel específico de la provincia faunística marina de la Costa Occidental de Norte América, la cual incluye el suroeste de Estados Unidos y la Península de Baja California. Ello implica la existencia de una barrera terrestre o de algún otro tipo, que impidió el intercambio faunístico, entre estas provincias, durante la mayor parte del Terciario.

También se encontró que existe una relación de esta fauna con especies de *Clypeasteroides* descritos en Europa (España, Italia y Francia).

En la actualidad los equinoides y otros grupos de invertebrados del Atlántico y del Pacífico, muestran la huella de un intercambio moderado, sobrepuesto al antiguo patrón provincial del Terciario.

8.- Por lo que corresponde a los aspectos paleoecológicos, se determina que vivieron en mares someros en aguas de salinidad normal con abundantes nutrientes; lo que se refleja en la diversidad y abundancia de géneros y especies.

9.- El estudio de los equinoides que aporta este trabajo, contribuye a un conocimiento más amplio de la Paleontología de México.

BIBLIOGRAFIA.

ABICH, H. 1857. Geología stell. In Russisches Armenien, P. 55, lám. 7, figs. 1a.-c.

ADKINS, W. S. 1928. Handbook of Texas Cretaceous fossils. Univ. Texas Bull vol. 2838, 383 p.

---1956. Means of correlation. XX Congreso Geológico Internacional. México, D.F. p. 45-51.

AGASSIZ, L. 1835. Prodrome d'une monographie des Radiates ou Echinodermes (1834) Neuchâtel Soc. Sci. Nat. Mém. 1, p. 168-199.

---1840. Description des Echinodermes de la Suisse, Seconde partie: Allg. Schweizer. Gesell. Neue Denkschr; Band 4, p. 6, lám. 14-23.

---1841. Monographia de Echinodermes, Vib. Foss. Second de Monographia Scutell; p. 108, 149.

---1847. Catalogue rais. Echinides, p. 72.

---1863. tipe locality, "Acapulco", México. Bull. Mus. Comp. Zool. v. 1, p. 25.

---1872. Memorias del Museo Comp. Zoologia, v. 1, p. 100 lám. 3.

---1973. Memorias del Museo Comp. Zoologia, v. 3 p. 511, lám. 3.

AGASSIZ, L. Y DESOR, E. 1847. Catalogue raisonné des familles des genres et des especes de la classe des Echinodermes. Paris, p. 167.

AIRAGHI, C. 1901. Echinidi Terziari del Piemonte e della Liguria. Paleont. Italica. 7, Pisa, p. 135-148.

ARNOLD, B. W. 1934. Fossils in Jamaica. Mem. Mus. Comp. Zool., v. 54, p. 141, lám. 1, figs. 1-2.

ARNOLD, B. W. Y CLARK, H. L. 1927. Jamaica fossils Echini, With description of new Species of Cainozoic Echenoidea by H. L. Hawkins. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology (Harvard), v. 50 no. 1, p. 1-84, fig. 1.-3, lám. 1.-22.

BARKER, R. W. 1936. Micropaleontology in Mexico with special reference to Tampico Embayment. Bull. American Petr. Geol. vol. 20 no. 9, p. 433-451, 1 tabla.

BARKER, R. W. Y BLOW, W. H. 1976. Biostratigraphi of some Tertiary formations in the Tampico-Misantla Embayment, México. Journal of Foraminiferae Research, vol. 6 no. 1 p. 39-58.

BARRACLOUGHT, H. F. 1966. Echinoidea. In R. C. Moore, Editor, Treatise on Invertebrate Paleontology, part U (Echinodermata 3) Geological Society of America Inc. 2: U 335-440, figs. 414-426, New York.

BENAVIDES, C. L. 1956. Notas sobre la Geología Petrolera de México. Congr. Geol. Intern. XX Ses. México, D.F. Simposium sobre yacimientos de Petróleo t. 3, p. 460-487.

BLANCKENHORN, M. 1890. Marino Miocene. Syrien. p. 597, 615.

---1901. Neues Zur Geologie und Paleontologie Egypt (3): Das Miocæn. Zeit deutsch Geol. Gassell, Berlin, p. 35.

BRATTSTROM, H. 1941. Studien über die Echinodermen Zwischen Skagerrack and Oste besonders des Oresundes, mit einer ubersicht über die phisische Geographie: Undesökningar över oresund, no. 27, p. 1-329.

BRONN, H. G., 1848. Index Paleontologicus. Stuttgart, v.2. 2361 p.

BRUSCA R.C. and BRUSCA G.J. 1990 Invertebrates. Phylum Echinodermata. Chapter. Sanaver Assoc. Inc. Pub. Massachussets. 922 p.p.

BUITRON, B. E. 1973. Equinoides del Terciario de Tamaulipas y Veracruz. Univ. Nal. Autón. México. Inst. de Geología (Informe inedito).

---1974. Algunos equinoides (Echinoidea) del Oligoceno de Chiapas. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol. Paleontología Mexicana, no. 39: p. 31-43, lám. 1-4, 1 figura.

---1980. Taxonomía, Estratigrafía y Paleobiogeografía de los Equinoides (Echinodermata -Echinoidea) Terciarios del este de México. Actas II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso Latinoamericano de Paleontología. Buenos Aires, t. 2, p. 305-314.

BUITRON, B. E. y SILVA, B., 1979. Dos especies de Equinoides (Echinodermata-Echinoidea) del Eoceno Tardío de Tantoyuca, Veracruz. Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geología, Revista v. 3, no. 2, p. 122-125.

BUITRON, B.E. y SOLIS - MARIN, F. A. 1993. La biodiversidad en los Equinodermos fósiles y recientes de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV) p. 209-231.

CARREÑO, A. L. 1986. Los Ostracodos de Edad Oligo-Mioceno de la subprovincia Tampico-Misantla, Area Centro Oriente Parte II Mioceno. Formaciones Mesón y Tuxpan. Rev. del Inst. de Geol. v. 6, no. 2, p. 178-192.

CASO, M. E. 1956. El género *Clypeaster* Lamarck, 1801 en el Terciario de México. An. Inst. Biol. T. 27, no. 2, p. 487-528.

CHECCHIA-RISPOLI, G. 1923-1925. Gli Echinidi del Miocene di Anzio. Men, descr. carta geol, d'Italia, t. 9, v. 1. Roma, p. 15-25.

---1928. *Stolonocyclus* de Miocene de la Cerdeña, p. 5, lám. 2, fig. 1a-c.

---1929. Illustrazione degli Echinide Cenozoici della Cirenaica raccolti dell' Ing. Crema.
Bull. Geol. Italia, Roma, v. 54, p. 68-75.

---1939. Su Alcuni Clypeaster del Miocene Medio di Monte Gargano. Bull. Soc. Geol.
Italia, Roma, v. 57, p. 35-46.

CLARK, H. L., 1914. Hawaiian and other Pacific Echini: Harvard College Mus. Comp.
Zoology Mem. v. 46, 282 p. 161 láms.

---1940. A Revision of the Keyhole Urchins (Mellita): U.S. Nat. Mus. Proc., v. 89, no.
3099, p. 435--444, láms. 60-62.

---1948. A report of the Echini of the Warmer eastern Pacific, based on the Collections
of the Velero III. Univ. So. Uth. Calif. Publ. Allan Hancock Pac. Exped., v. 8, no. 5, p. 225-
352, láms. 35-71.

CLARK, W. B. Y TWITCHELL, No., 1915. The Mesozoic and Cenozoic Echinodermata
of United States. United States Geol. Survey Mem. 54, 341, p., 107 láms.

COLE, W. S., 1927. A. Foraminiferal fauna from the Guayabal Formation in Mexico.
Bull. Amer. Paleont., v. 14 no. 51, p. 1-46 5, láms.

---1828. A Foraminiferal fauna from the Chapopote Formation in Mexico. Bull. Amer.
Paleont., v. 14, no.53, p. 3-33, lám. 1-4.

COMASCHI CARIA, I. 1965. Fossili MIOCENICI di Sassani e Dintorni. Rend. Sem. Fac.
Sc. Univ. Cagliari 35, Bolofia, p. 103-108.

CONRAD, T. A., 1850. Descriptions of one New Cretaceous and Seven New Eocene
Fossils. Acad. Nat. Sci. Phila. t. 5, v. 2, no. 2, p. 39-41.

---1965. Catalogue of the Eocene Annulata, Foraminifera, Echinodermata, and Cirripedia of the United States: Acad. Nat. Sci. Philadelphia Proc. p. 73-75.

---1866. Check list of the invertebrata fossils of the North America: Eocene and Oligocene, Smithsonian Misc. Coll. v. 7, no. 200, 41 p.

COOKE, C.W., 1926. The Cenozoic Formations. Geol. Sur v. Alabama, Spec. Rept. v. 14, p. 251-297, lám. 93-97.

---1929. Geology of Florida. Florida State Geol. Suru. 20 th. Ann. Rep., p. 29-227, 29 láms.

---1942. Cenozoic Irregular Echinoids of Eastern United States. Jour. Paleontology v. 16 no. 1, p. 1-62, láms. 1-8.

---1945. Geology of Florida. Florida Geol. Survey Bull. 29, 339, p., lám. 47.

---1946. Comanche Echinoids. Jour. Paleontology, v. 20 no. 3, p. 193-237, 4 láms.

---1959. Cenozoic Echinoids of Eastern United States. Geol. Survey Prof. Paper 321: p. 1-99, 43 láms.

---1961. Cenozoic and Cretaceous Echinoids from Trinidad and Venezuela. Smithsonian Miscellaneous Collections, v. 142 no. 4, p. 1-35, láms. 1-14.

COOKE, C. W. Y MOSSOM, D. S. 1929. Geology of Florida. Geol. Suru. Ann. Rept. v. 20, p. 29-228, 29 lám.

COTTEAU Y LOCARD. 1877. Description de Echinoides Tertiares. Tertiares de la Corse, p. 247-254.

COTTEAU, G. H. 1875. Description des Echinides Tertiares des Iles St. Barthelemy et Anguilla. Kongliga Svenska Vetenskaps-Aademiens Handlinger, v. 13 no. 6, p. 1-14, láms. 1-8.

---1877. Description de la faune des Terrains Tertiaires Moyens de la Corse. Bull. Soc. D'agr. Hist. Nat. et Art. Univ. de Lyon, p. 352-375.

---1881. Description des Echinides fossiles de l'île de Cuba. Annales de la Societe Geologique de Belgique, Memoire 4, p. 1-49, láms. 1-4.

---1885-1889. Echinides Eocenes Terrain Tertiaire, t. 1, 672 p. láms. 1-200.

---1890. Echinides Eocenes. Paléont. Française, ser. 1, Terr. Tertiaires v. 2, p. 1-788, láms. 201-384.

---1895. Description des Echinides réunis par Lovisato dans le Miocene de la Sardaigne. Mem. Soc. Geol. de France, Paris, v. 2, p. 1-189.

---1897. Descripción de los Equinoides fósiles de la Isla de Cuba por M. G. Cotteau, adicionada por D. Justo Egozcue y Cía. Boletín de la Comisión del Mapa (Geológico de España, 22, p. 1-99, láms. 1-29.

---1913. Les Echinides Neogenes du Bassin Méditerranéen. Annales del Institut. Oceanographique, p. 1-119.

COTTEAU, G. H. GAUTHIER, Ver. 1885. Echinides fossiles de L'Algerie, 10, fasc. Etage Miocene y Pliocene, 3. París, p. 161-170.

COTTREAU Y DUBERTRET., 1938. Des Echinoides Miocene de la región Antioche et Alpe, p. 57.

COTTEAU, J. 1913. Les Echinides Néogenes du bassin Méditerranéen. Ann. Inst. Oceanogr. París, p. 214-238.

CUSHMANN, J. A. 1925. New Foraminifera from the Upper Eocene of Mexico Contr. Cushman lab. Foram. Res., v.1 no.1, p. 4-8, 1 lám.

- DA VEIGA FERREIRA, O. 1961. Equinóideos do Mioceno de Portugal Continental en Islas Adyacentes. *Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa*, v. 45, p. 95-127.
- DES MOULINS, C. 1837. *Etudes Sur Les Echinides*. *Tabl. Synon.*, p. 236.
- DESIO, A. 1927. Gli Echinodermi Miocinici di Porto Bardia e dell' Oasi di Giarabub (Marmarica). *Rend. Accad. Lincei*, 5,12, Roma, p. 1-77.
- DESOR, E. 1858. *Synopsis des Echinides fossiles*. Paris, 490 p. 44 láms.
- DICKERSON, R. E. Y KEW, W. S. 1917. The Fauna of a Medial Tertiary Formation and the Associates Horizons of Northeastern Mexico, California Acad. Sci. Proc. Ser. 4, v. 7 no. 5, p. 125-156, láms. 17-26.
- DUMBLE, E. T. at. 1911. Tertiary Deposits of Northeastern Mexico. *Sci. Nat. Cien S.* v. 32 no. 841 p. 232-234.
- 1918. Geology of the Northern end of the Tampico Embayment Area. *Proc. California Acad. Sci.* 47 th. Ser. 8, p. 113-156, 4 láms.
- DURHAM, J. W. 1950. Scripps cruise to the Gulf of California Part. II. Megascopic Paleontology and Marine Stratigraphy. *Geol. Soc. Am. Mem.* 43, p. 52-61.
- 1955. Classification of Echinoids *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.* v. 31, 73-198, p.
- 1966. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Moore, R. C. Edit. *Echinodermata 3, Part. U.* p. 211-640.
- D'ORBIGNY, A. 1850. *Prodome de Paléontologic; Terrains Crétacés (Senonien); Echinodermes*, v. 2, p. 268-275.

- EGOZCUE, D. J. 1897. Descripción de los Equinoideos fósiles de la Isla de Cuba. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid, v. 22, p. 1-99.
- FISCHER, D. L., 1966. Spatangoids, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. U. Echinodermata 3 p. 543-628.
- FOURTAU, R. 1920. Catalogue des Invertébrés fossiles de l'Égypte. Terrain Tertiaire, 2: Echinodermes Neogènes. Geol. Survey of Égypt. v. 5. no. 4. Cairo, p. 1-160.
- GARFIAS, V. R. (Y C. C. ISSAKSON) 1930. Mexican Oil Fields during 1929. Petroleum Development and Technology in 1929. Amer. Inst. Min. Eng., Petroleum Division, p. 1-87.
- GAUTHIER, M. 1891. Echinodermes Fossiles de Algerie, 10, p. 180.
- GRANT, U. S. Y HERTLEIN, G. L. 1938. The West American Cenozoic Echinoidea. Univ. Calif. Press. Berkeley, Calif. v. 2, 1-220 p. lám. 30.
- GREGORY, J. W. 1891-1892. The Maltese fossil Echinoidea, and their evidence on the correlation of the Maltese rocks: Roy. Soc. Edimburg Trans., v. 36 p. 585-639, 2 láms.
- ICKES, E. L. 1913. Informe inédito: sobre la región Tampico-Misantla, México, D.F. Cía. Mexicana del Petróleo "El Águila", p. 1-57.
- IMBESI-SMEDILE, M. 1938. Clypeaster Aquitaniani, Elveziani e Tortoniani della Calabria, Paleont. Pisa, Italia v. 53, p.16, lám. 1, fig. 4-5.
- ISRAELSKY, M. C. 1924. Notes on some Echinoids from the San Rafael and Tuxpan

- beds of the Tampico región, México. Proc. California Acad. Sci. Ser. 4, v. 13 no. 8, p. 137-145, 3 láms.
- 1933. A new species of Echinoid from Tamaulipas, México. Trans. San Diego Soc. Nat. History, p. 272-283, lám. 18.
- JACKSON, R. T. 1917. Fossils Echini of Panamá Canal Zone and Costa Rica. U.S. Proc. National Museum, v. 53, p. 1-119.
- 1918. Fossils Echini of the Panamá Canal Zone and Costa Rica, U. S. Nat. Mus. Bull. 103, p. lám. 46-52.
- 1922. Fossils Echini of the West Indies. Carnegie Inst. Washington, Publ. 306, 103, p. 18 láms.
- 1937. Mexican Fossils Echini. U.S. Proc. Nat. Museum, v. 84 no. 3015, p. 227-237, lám. 12-15.
- JEANNET, A. 1928. Contribution a l'étude des Echinides Tertiaires de la Trinité et du Venezuela. Memoires de la Societe Paleontologique Suisse, v. 48, p. 1-49, fig. 1-12, láms. 1-6.
- KALABIS, V. 1937. Vysledky Studia del Miocene. Clypeastru ecc. p. 5 y 11.
- 1938. Ueber Miocene del Clypeasters-Arten, p. 5.
- 1948. Monographie des Clypeasters du Miocene de la Tchecoslovaquie. Rozpr. Stát. Geol. Ustavus. Republ. Ceskols, Svazek, v. 11, Praga, p. 1-122.
- 1949. Monographie Clypeaster del Mioceno de Tchecooslovaquia, p. 97, lám. 3, figs. 1-3. Praga.
- KARRER Y FUCHS. 1968. Geology Studien Tertiarbild. Wiener Becken. 5, p. 570.
- KIER, P. M. 1965. Evolutionary trends in Paleozoic Echinoids Jour. Paleont. v. 39, 436-65, p.

---1966. Treatise on Invertebrate Paleontology Moore, R. C. Edit., Echinodermata 3, part. U. 498-506.

---1967. Revision of the Oligopygoid Echinoids. Smithsonian Misc. Col. v. 152 no. 2, Pub. 4702, 147 p., 36 láms.

---1980. The Echinoids of the Middle Eocene Warley Hill Formation, Santee, Limestone, and Castle Hayne Limestone of North and South Carolina. Smithsonian contributions to Paleobiology, v. 39: no. 102, p. 26, figs. 12, tablas 2.

KOCK, S. 1887. Echinoides Oberter, Abl. p. 139-140, 265.

LAMARCK, P. 1816. Animaux sans Vert., t. 3, p. 14.

---1841. Animaux sans Vert., t. 3 nov. ed. p. 295.

LAMBERT, J. 1906. Description des Echinides de la Province de Barcelona (Part. 1-3) Mém. Soc. Geol. de France, t. 9 y 14, no. 24 París, p. 131-177.

---1907-1908. Description des Echinides des Terrains Miocénique de la Serdeña, Mém. Soc. Pal. Suisse, Génova, p. 34-35.

---1910-1915. Description des Echinides des Terrains Néogènes du Bassin du Rhône. Mém. soc. Paléont. Suisse, v. 37, no. 1912, v. 39, no. 1913, v. 41, no. 1915 Génova.

---1925. Revision des Echinides fossiles de la Cataluña. Mém. Museo Ciencias Naturales de Barcelona, p. 1-59.

---1927. Considerations Sur les Echinides de la Comanche serie du Texas. Bull. Soc. Geol. France, v. 26, p. 263-268.

---1928. Revision des Echinides. Catalogue 2, p. 13-14.

---1929-1930. Notes Sur quelques Echinides recueillis par M. Walther Staub dans le

Neogene de l'est du Mexique. Eclogue Geologic, Helvetia, v. 21 no.1, p. 272-283, 6 figs. 1 lám.

---1931. Etude Sur les Echinides fossiles du Nort. Afrique. Soc. Geol. de Francia. París, Mém. n. 16, p. 27-29.

---1932. Notes Sur le Groupe des Oligopygus la Nouvelle, Famille des Halmeidae, et sur quelques Echinides fósiles de Cuba. Bull. Soc. Geol. France, ser v. 5 no. 1 fasc. 34, p. 289-304, 3 figs. 17 láms.

LAMBERT, J. M. Y THIERY, P. 1909-1925. Essai de nomenclature raisonnée des Echinides. 607, p. 15, láms., Chaumont, Librairie L. Ferriere.

LAUBE, G. 1871. Die Echinident der Oesterreich Ungarischen Oberen Tertiareblagerungen. Viena, p. 22-29.

KLESKE, R. 1778. Addit Naturae Echinides. p. 189, lám. 53, fig. 4.

LEUTZE, U.P. 1956. *Encope michelini* the Palmico Formation of Olusia country, Florida Acad. Sci. Quart. Jour. v. 19, no. 1, p. 65-67.

LIMON-GUTIEREZ., 1950. Las Capas "Sorites" del Oligoceno Superior de México y sus Foraminíferos. Bol. Asoc. Mexicana Geol. Petr. v. 2, no.10, p. 617-630, 1 lap. 16 figs.

LOCARD, J. 1973. Faune Tertiare de Corse. p. 238.

LOPEZ RAMOS, E., 1956. Visita de las localidades tipo de las formaciones del Eoceno, Oligoceno y Mioceno de la Cuenca sedimentaria de Tampico-Misantla en la Llanura Costera del Golfo de México, entre Poza Rica, Veracruz, Tampico, Tamaulipas y

Ciudad Valles, San Luis Potosí. Congr. Geol. Intern. Exc. C-16, México, D.F. 91, p.

---1980. Geología de la República Mexicana t. 2, 1a. Edición, p. 282-297.

---1985. Geología de México. t. 2, 3a. Edición, p. 308-330.

LORIOU, P. DE. 1887. Notes pour Servir à l'étude des Echinodermes: Recueil Zool. Suisse, p. 11-19.

---1896. Description des Echinides Tertiaires du Portugal. Deract. Tav. Geol. Portugal, Lisboa, p. 34, lám. 9, fig. 2.

LOVISATO, D. 1901 "Le calcare grossier jaunâtre de Pirri" del Lamarmora ed calcare di Cagliari come pietra da costruzione cagliari, p. 45-47.

1902. Le specie fossili fenora trovate nel calcare compato di Bonaria e s. Bartolomeo. Cagliari, p. 23.

---1909. Clypeaster pillai Lov. Paleont. Itálica, 15. Pisa, p. 16.

---1910. Una parola sul Clypeaster lovisatoi Cott. et nuove specie di Clypeaster et Echinolampas. Paleont. Itálica, v. 16. Pisa, p. 12.

---1911. Nove specie di Clypeaster in Sardegna. Riv. Italiana di Paleont. v. 17, Parma, p. 19.

---1911. Note di Paleontologia Miocénica della Sardegna. Specie nuove di Clypeaster e Amphiope. Paleont. Itálica, 17. Pisa, p. 35.

---1912. Altro contributo Echinologico con nuove specie di Clypeaster in Sardegna. Bull. Soc. Geol. Italia Roma, v. 31, p. 14.

---1913. Nuove specie di Clypeaster Miocinici sardi del Vulcano di S. Matteo di Ploaghe per Nuresi e Sedini alla Fraos nella Planargia. Boll. Soc. Geol. Italia Roma, v. 32, p. 9.

---1914. Altre nuove specie di Clypeaster, Scutella ed Amphiope. Riv. Italia Paleont. 20, Roma, p. 17.

---1915. Undicesimo contributo echinodermico con nuove specie di Clypeaster del Miocene sardo. Boll. Com. Geol. Italia Roma, v. 54, p. 39.

---1915. Dodicesimo contributo echinodermico con 12 specie nuove di Clypeaster del Miocene Medio ed Inferiore della Sardegna. Boll. Soc. Geol. Italia Roma, v. 34, p. 17-35.

MAYER-EYMAR., 1897. Revisión Formenreihe de Clypeaster altus, p. 52.

MELENDEZ, B., 1986. Importancia de los Equinodermos Fósiles en Bioestratigrafía. Memorias I Jornadas de Paleontología, Madrid, p. 7-18.

MENESINI, E. 1967. Echinide Miocinici delle "Arenarie di Ponsano". Paleont. Italia v. 62, p. 163, lám. 6, fig. 1-1a. Pisa.

MICHELIN, M. H. 1855. Sur les oursins vivants et fossiles des Antilles et du Golfe du Mexique. Bull. soc. Geol. de France, series 2, v. 12, p. 756-759.

---1861. Monographie des Clypeasters Fossiles. Mem. Soc. Geol. France, París, ser. 2, v. 7 no. 2, p. 101-147, lám. 9-36.

MITROVIC-PETROVIC., 1970. Les caracteristiques biostratigraphiques et paleoecologiques des Echinides du Miocene moyen en Yugoslavie-Comitee Mediterranean Neogene Stratigraphyc-Proc. 4 Sess. Bolonia 1967 in "Giornale di Geologia", v. 2, p. 35, p.

MOOI, RICH. 1989. Living and fossil genera of the Clypeasteroidea (Echinoidea: Echinodermata): An Illustrated Key and Annotate Checklist. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. no. 488, p. 51 A.

MORTENSEN, T. H. 1928-1951. A monography of the Echinoidea, Copenague, v. 1-5, p. 20-22.

MORTON, S. G., 1834. Synopsis of the organic remains hitherto discovered in the Cretaceous strata of the United States. Acad. Nat. Sci. Philadelphia Jour Ist. Ser., v. 8, p. 216-227.

MUELLERRIET, F. K. 1951. Algunos fósiles marinos del Terciario Inferior y Medio de Palenque, Chiapas. Soc. Mex. Hist. Nat. Rev., v. 12, nos.1-4, p. 209-227.

MUIR, S. M. 1936. Geology of the Tampico Region Tulsa, Oklah. 280, p. 15 láms. 40 figs.

NELLI, B., 1903. Fossili Miocenici del Basino di Porretta. Boll. soc. Geol. Italia Roma, 22 p.

NICHOLS, D. 1959. Changes in the Chalk heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B. no. 693, p. 342, 347-437, 46 figs., láms. 9.

PALMER, R. H. 1948. List of Palmer Cuba Fossil Localities, Paleontological Research Institution, Bulletin of American Paleontology v. 31, no. 128, New York, p. 166, lám. 30, fig. 4.

PARONA, C. F. 1887. Appunti per la Paleontología Miocénica della Credeña. Boll. soc. Geol. Italia, Roma, v. 6, p. 13-19.

---1936. Qualche appunto studio fauna Miocénica ser. Eces. p. 35.

PIJPERS, P. 1933. Geology and Paleontology of Bonaire (D. W. I.) Geographische en Geologische mededeelingen (Utrecht), 8, p. 1-103, fig. 1-157, láms. 1, 2.

PILSBRY, H. A. 1914 Description of a new Echinoderm Acad. Nat. Sci. Philadelphia Proc., v. 66 p. 206-207.

POLJAK, M. 1938. Prilong. Poznav. Miocene Echinoidea, p. 186, lám. 6, fig. 1.

QUESNTEDT, E. 1874. Echinides, p. 538, lám. 82, fig. 2.

SANCHEZ ROIG, M. 1926. Contribución a la Paleontología Cubana: Los Equinodermos Fósiles de Cuba. Boletín de Minas, 10, p. 1-179, láms. 1-43.

---1949. Los Equinodermos Fósiles de Cuba, Paleontología Cubana, 1, p. 1-330, láms. 1-50.

---1952. Nuevos géneros y especies de Equinodermos fósiles Cubanos. Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey" v. 21 no. 1, p. 1-30, lám. 1-15.

SANSORES, E. Y GIRARD, N. R., 1969. Bosquejo Geológico de la Zona Norte: México. D.F., Inst. Mex. Petróleo. Seminario sobre exploración petrolera, Mesa redonda 2, p. 1-36.

SCHAFER, F. X. 1912. Die Echiniden der Miocaenbildungen von Eggenburg. Abh. Geol. Reich, 22, 2. Viena, p. 45-49.

SCHLOTHEIM, T. 1820. Petrefactenkunde, p. 323.

SEGUENZA, G., 1879. Formations tertiaire du province de Reggio (Calabria) p. 55, lám. 6, fig. 1.

---1880. Le Formazioni Tertiary nella provincie di Reggio (Calabria) Acad. Linecci, classe sc. fis. Mat. e Nat. 6, Roma, p. 1-62.

SILVA, S. B. 1974. Equinoides del Terciario de los Estados de Tamaulipas y Veracruz. Tesis. UNAM, P. 1-37.

SISMONDA, E. 1843. Echinidi fossili del contacto di Nizza. Mem. Accad. Scienze, 2. Torino, p. 13-17.

SPRINKLE, J. 1980. An overview of the fossil record. Echinoderms. Notes for a short course. Coedit. Broadhead, T.W. y Waters J.A. Univ. Tennessee Dept. Geol. Sc. Studies in Geology 3: 235 p.

STAUB, W. Y CARL LAGLER. 1928. Über die verbreitung der Oligocan und der alterneogenen Schichten in der Golfregion des nordostlichen Mexico. Eclogae Geologica Helvetiae, v. 21, no. 1, p. 119-130.

STEFANINI, G. 1908. Echinidi Miocenici di Malta esistenti nel Museo di Geologia di Firenze. Boll. Soc. Geol. Italia v. 27, no. 3, Roma, p. 82-85.

---1911. Contributo agli studi Echinologici, Riv. Geogr. Italia v.19. Florencia, p. 10-14.

---1911. Sugli Echinidi Terziari dell' América del Nord. Boll. Soc. Geol. Italia Roma, v. 30, p. 26.

---1919. Fossili del Neogene Veneto. parte 2. Brachiopoda-Echinodermata. Paleont. Itálica v. 25. Pisa, p. 41-43.

THELAMN, H. E. 1935. Die Miozane Tuxpan Stufe im gaviete Zwischen. Río Tuxpan, Río Tecolutla (State Veracruz, ost. México): Eclog Geol. Helvetiae v. 28, p. 543-546.

VADASZ, E. 1914. Die Mediterranen Magyar. Tüskesb, p. 58, fig. 36a (esatto 37a-b).

---1915. Die Mediterranen Echinodermen Ungarns. Geol. Hung., Budapest, 1 y 2 p. 144, fig. 37a.

VAUGHAN, T. W. 1924. Criteria and status correlation and clasification on Tertiary deposit. Geol. Soc. Am. Bull. v, 35, p. 677-742.

VERWIEBE, WA. A. 1924. The Stratigraphy of the Petroliferous Area of Eastern Mexico. American Jour Sci., 5th Ser., (8), p. 277-295, 385, 481-502.

VERRIL, C. 1970. Am. Jour. Sci. Ser. 2, v. 49, p. 95.

---1871. Trans. Connecticut Acad. Arts y Sci. v. 1, parte 2, p. 588, lám. 10, fig. 7-7a.

WAGNER, C. D. DURHAM, J. W. 1966. Holasteroids. In R.C., moore, editor, Treatise on Invertebrate Paleontology, part. U (Echinodermata 3) 2: U 532-543, fig. 414-426. New York: Geological Society of America, Inc.

WALCH, T. 1775. Recueil monographie. Catastr. 4 p. 187, lám. 9, D. fig. 1.

WEAVER, C. E. 1908. New Echinoids from the Tertiary of California: California Univ. Dept. of Geol. Sci. Bull. v. 5, p. 271-274.

WEISBORD, N. 1934. Some Cretaceous and Tertiary Echinoids from Cuba. Bull. of Am. Paleontology, v. 20, no. 70 C, p. 165-270, láms. 1-9.

WRIGHT Y. ADAMS. 1864. Echinodermi de Malta, p. 479.

ZARA, A. 1927. Echinidi Miocenizi della provincia di Lecce. Nápoles, p. 33, lám. 8.

ZITTEL, F. 1924. Test book of Paleontology, Translated by Eastman, v. 3, p. 13, lám. 2.

LAMINA 1

(Los ejemplos están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1, 2; *Oligopygus rotundus* Cooke.

1 Ejemplar Núm. ETM-1; se observa la cara apical, en ella se aprecia el aparato apical.

2. El mismo, que muestra la cara adoral, en la que se ve la abertura de la boca.

Figuras 3, 4; *Oligopygus elongatus* Palmer.

3. Ejemplar Núm. ETM-2; en la cara apical se observan en las áreas interambulacrales tubérculos pequeños.

4. El mismo, visto de perfil en las que se aprecian numerosos tubérculos muy pequeños.

Figura 5; *Clypeaster Chiapasensis* Muellerried.

5. Ejemplar Núm. ETM-3; vista de perfil, en donde se observa el área petaloide central y elevada.

LAMINA 1



1



2



3



4



5

LAMINA 2

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster chiapasensis* Muellerried.

1. Ejemplar Núm. ETM-3; se observa la región ambulacral y la convexidad de la superficie dorsal.
2. El mismo, con los surcos ambulacrales unidos por el peristoma.

LAMINA 2



2

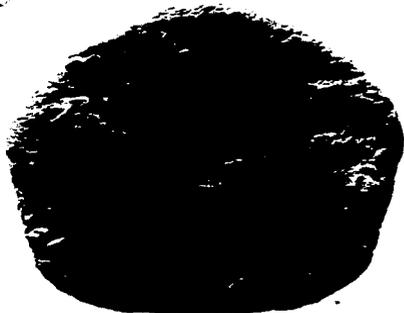
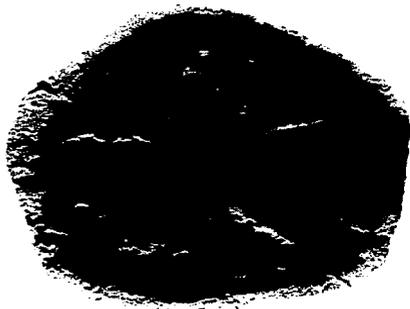
LAMINA 3

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Clypeaster staubi* Lambert.

- 1. Ejemplar NúM. ETM 5; se observa las áreas ambulacrales petaloideas abiertas en los extremos.**
- 2. El mismo, con el peristoma central y los surcos ambulacrales poco profundos.**
- 3. El mismo, visto de perfil, en el se muestra la cara adoral convexa en el área petalífera con los bordes delgados.**

LAMINA 3



LAMINA 4

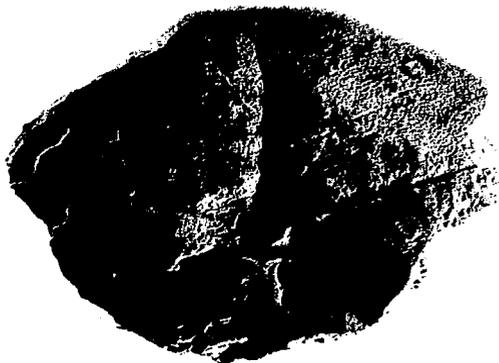
(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster pileus* Israelsky.

1. Ejemplar Núm. ETM-6; se observan los pétalos ambulacrales anchos y conspicuos, con el sistema apical central, vista adoral.

2. El mismo, con los surcos ambulacrales poco profundos y la superficie cubierta por tubérculos.

LAMINA 4



LAMINA 5

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1. *Clypeaster pileus* Israelsky.

1. Vista de perfil, se observa el área petaloide central y elevada con los bordes gruesos.

Figura 2. *Clypeaster speciosus* Verril.

2. Ejemplar ETM-7; muestra la cara adoral plano-cóncava hacia el peristoma con los tubérculos bien marcados.

LAMINA 5



1



2

LAMINA 6

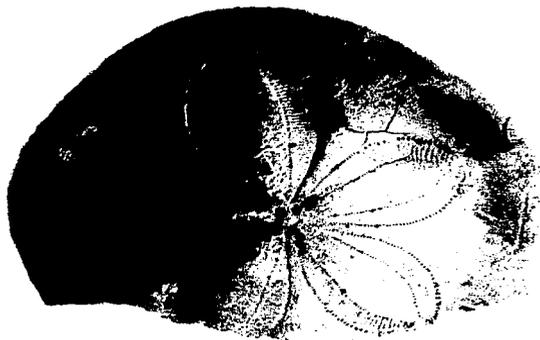
(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster speciosus* Verril.

1. Ejemplar Núm. ETM-7; se distinguen los pétalos ambulacrales anchos y grandes, abiertos en los extremos distales.

2. El mismo, de perfil, en donde se observa el área petaloídea amplia y el aparato apical central.

LAMINA 6



LAMINA 7

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

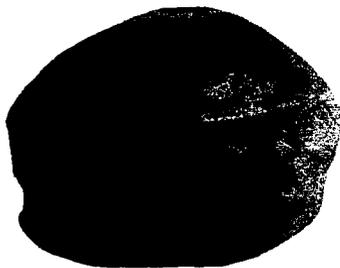
Figuras 1, 2, 3; *Clypeaster rogersi* Morton.

1. Ejemplar Núm. ETM-8; se observa la cara apical en donde sobresalen los pétalos que son anchos y el sistema apical central.

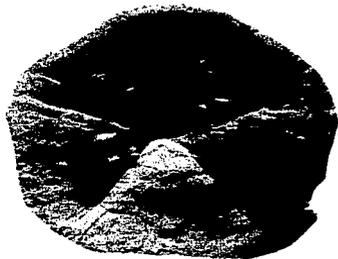
2. El mismo, que muestra la cara adoral en la que se ve el peristoma con cinco surcos ambulacrales bien marcados.

3. El mismo, visto de perfil, en donde se distingue la zona porífera amplia.

LAMINA 7



1



2



3

LAMINA 8

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster cubensis* Cotteau.

1. Ejemplar Núm. ETM-9; se muestra la cara adoral, que es plana en los bordes de los ambulacros y convexa en el aparato apical.

2. El mismo, visto de perfil, en donde se ven numerosos tubérculos muy próximos.

LAMINA 8



1



2

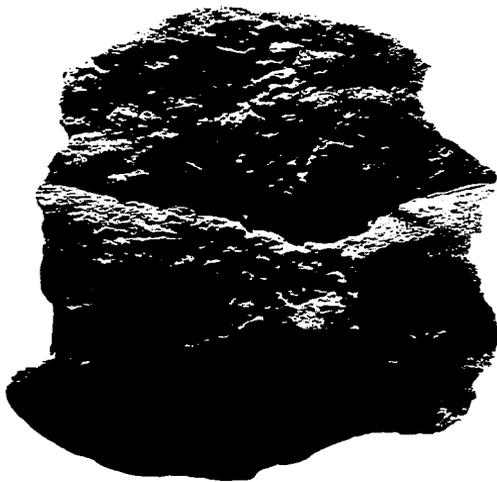
LAMINA 9

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster cubensis* Cotteau.

1. Ejemplar Núm. ETM-10; se observa la cara adoral plana, con el peristoma central.
2. El mismo, visto de perfil, se aprecian los tubérculos que son abundantes y grandes.

LAMINA 9



1



2

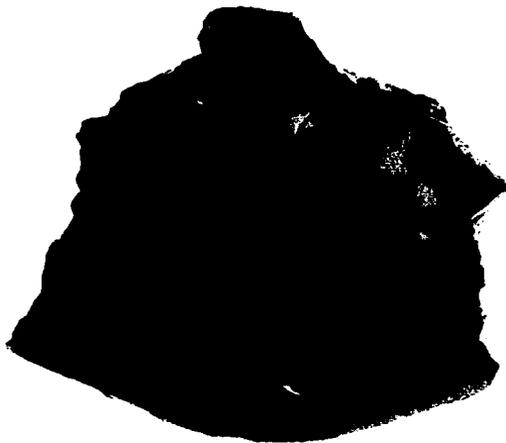
LAMINA 10

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster elevatus* Sánchez Roig.

1. Ejemplar Núm. ETM-12; se distingue la zona petaloide bien diferenciada con los ambulacros largos y anchos.
2. El mismo, de perfil, en donde se nota la elevación bien marcada de la testa a partir de los bordes de las ambulaciones.

LAMINA 10



LAMINA 11

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

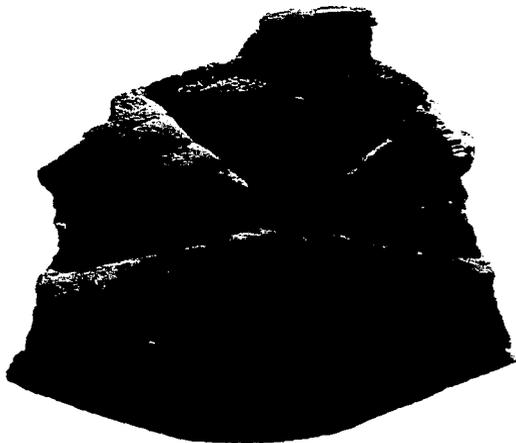
Figura 1. *Clypeaster elevelus* Sánchez Roig.

1. Ejemplar Núm. EMT-12; cara adoral donde se observan los surcos profundos a partir del peristoma y poco marcados en la proximidad del ámbito.

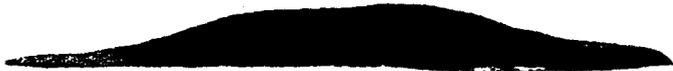
Figura 2; *Clypeaster lamheri* Lovisato.

2. Ejemplar Núm. ETM-14; vista de perfil se muestra la altura de la zona petaloide a partir de los bordes.

LAMINA 11



1



2

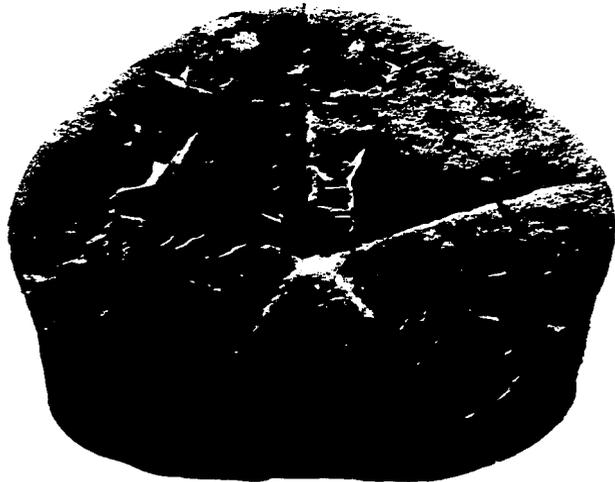
LAMINA 12

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2: *Clypeaster lamberti* Lovisato.

1. Ejemplar Núm. ETM-13; se distingue la cara adoral plana, con surcos profundos y bien marcados.
2. El mismo, de perfil se aprecia la forma ovoide y alta casi desde los bordes, que son gruesos.

LAMINA 12



1



2

LAMINA 13

(El ejemplar está ilustrado al tamaño natural).

Figura 1. *Clypeaster lamberti* Lovisato.

1. Ejemplar Núm. ETM-12; se muestra el aparato apical grande de contorno circular. Los ambulacros están bien diferenciados.

LAMINA 13



LAMINA 14

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1, 2; *Clypeaster intermedius* Des Moulins.

1. Ejemplar Núm. ETM-15; se nota la cara adoral convexa, con los pétalos prominentes y bien marcados.
2. El mismo, de perfil, se observa la zona petaloide elevada en el centro y el contorno redondeado.

LAMINA 14



1



2

LAMINA 15

(El ejemplar está al tamaño natural).

Figura 1. *Clypeaster intermedius* Des Moulins.

1. Ejemplar Núm. ETM-15; se distingue la cara adoral plana, con surcos ambulacrales profundos y el orificio anal bien diferenciado.

LAMINA 15



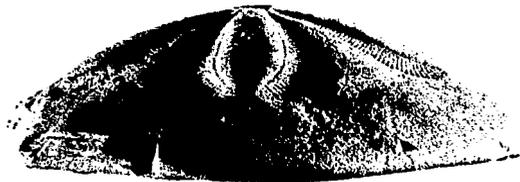
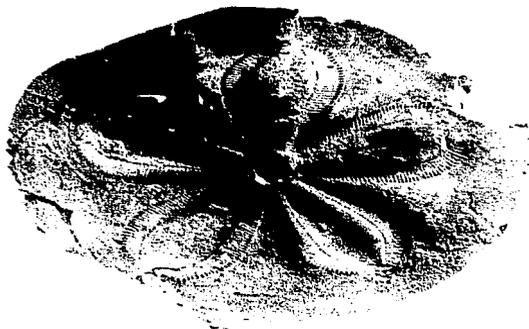
LAMINA 16

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1, 2; *Clypeaster bowersi* Weaver.

- 1. Ejemplar ETM-16; se muestra el aparato apical central y los pétalos anchos y gruesos.**
- 2. El mismo, de perfil con sus bordes gruesos y los tubérculos abundantes y uniformes.**

LAMINA 16



LAMINA 17

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1. *Clypeaster bowersi* Weaver.

1. Ejemplar Núm. ETM-16; se distinguen los surcos ambulacrales que son angostos y profundos y el peristoma hundido.

Figura 2. *Clypeaster campanulatus* Schlotheim.

2. Ejemplar Núm. ETM-17; Vista de perfil, se observa que la zona petaloide es convexa casi desde los bordes, los cuales son gruesos.

LAMINA 17



LAMINA 18

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

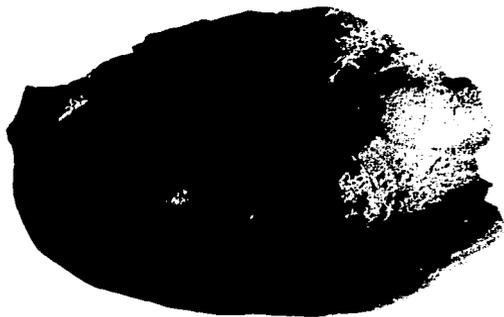
Figuras 1, 2; *Clypeaster campanulatus* Schlotheim.

1. Ejemplar Núm. ETM-17; se observa la cara apical muestra los pétalos grandes y anchos y con tubérculos abundantes.

LAMINA 18



1



2

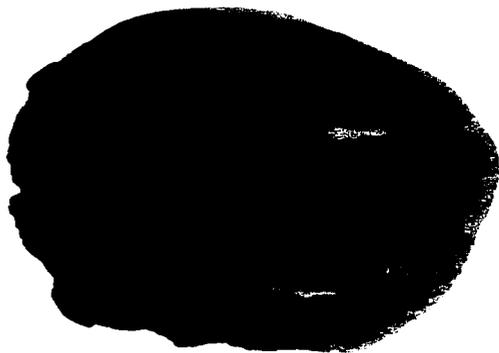
LAMINA 19

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1-2 *Clypeaster catabrus* Seguenza

1. Ejemplar Núm. ETM-18; se observa la cara apical con pétalos ambulacrales largos y no muy anchos y las zonas poríferas cerradas.
2. El mismo, que muestra la cara adoral con los surcos ambulacrales angostos y el peristoma hundido.

LAMINA 19



LAMINA 20

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

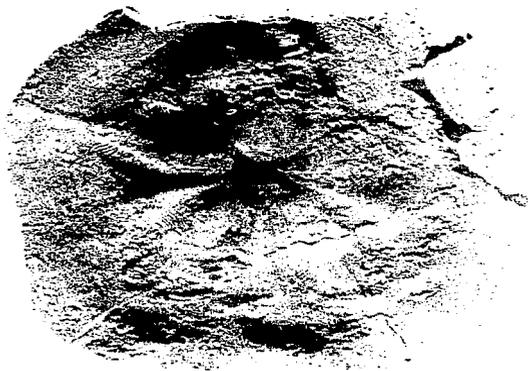
Figura 1. *Clypeaster latirostris* Agassiz.

1. Ejemplar Núm. ETM-19; en la cara apical se nota el ápice elevado ligeramente y con pétalos ambulacrales largos.

Figura 2. *Clypeaster calabrus* Seguenza.

2. Ejemplar Núm. ETM-18; visto de perfil, se nota una elevación atenuada a partir de los pétalos ambulacrales, cuyos bordes son gruesos.

LAMINA 20



LAMINA 21

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster latirostris* Agassiz.

1. Ejemplar Núm. ETM-19; la cara adoral es plano-cóncava, los surcos ambulacrales son casi superficiales y se extienden del peristoma a los bordes.

2. El mismo, visto de perfil, se distingue el ápice elevado y los bordes delgados.

LAMINA 21



1



2

LAMINA 22

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Clypeaster marginatus* Lamarck.

1. Ejemplar Núm. ETM-23 en la cara apical se distinguen los pétalos ambulacrales anchos y de igual tamaño, el pétalo impar ligeramente más grande.
2. El mismo, en la cara adoral se notan los surcos ambulacrales anchos y no muy profundos que van del peristoma a los bordes.
3. El mismo, visto de perfil, se observa el ápice elevado ligeramente y los tubérculos que son abundantes e iguales.

LAMINA 22

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Clypeaster marginatus* Lamarck.

1. Ejemplar Núm. ETM-23 en la cara apical se distinguen los pétalos ambulacrales anchos y de igual tamaño, el pétalo impar ligeramente más grande.
2. El mismo, en la cara adoral se notan los surcos ambulacrales anchos y no muy profundos que van del peristoma a los bordes.
3. El mismo, visto de perfil, se observa el ápice elevado ligeramente y los tubérculos que son abundantes e iguales.

LAMINA 22



1



2



3

LAMINA 23

(Los ejemplares están ilustrados de tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Clypeaster rotundus* Agassiz.

1. Ejemplar Núm. ETM-24; en la cara apical se aprecia que la testa es casi circular con pétalos ambulacrales grandes, casi cerrados en sus extremos.

2. El mismo; con la parte adoral plana, el periprocto grande, circular y ligeramente hundido.

3. El mismo, de perfil con los bordes delgados y el ápice central.

Figura 1. *Clypeaster tuxpanensis* sp. nov.

1. Ejemplar Núm. ETM-25; en la cara apical se observan los pétalos anchos y grandes abarcando las 3/4 partes de la testa.

LAMINA 23



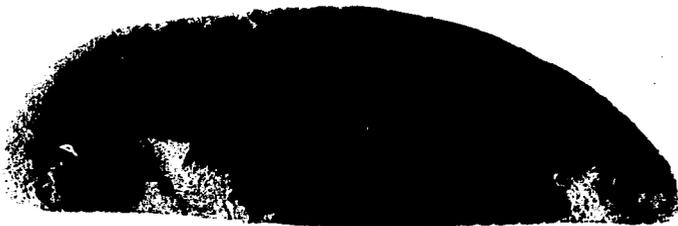
1



2



3



4

LAMINA 24

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Clypeaster tuxpanensis* sp. nov.

1. Ejemplar Núm. ETM-25; en la parte adoral se notan los surcos ambulacrales que son estrechos, poco profundos y se extienden del peristoma a los bordes.

2. El mismo de perfil en el que se observa la cara apical plana con una elevación conspicua en la zona petaloide.

Figura 3. *Encope michelini* Agassiz.

3. Ejemplar Núm. ETM-26; se distingue la superficie adoral plana y ligeramente convexa en la zona petaloide, canales ambulacrales inconspicuos con curvas suavés.

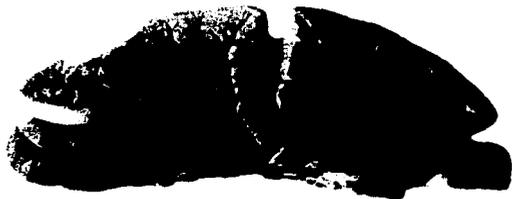
LAMINA 24



1



2



3

LAMINA 25

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figura 1,2; *Encope michelini* Agassiz.

1. Ejemplar Núm. ETM-26; en la parte apical se observan pétalos bien definidos y moderadamente cerrados.

2. El mismo de perfil, en el que se aprecian los bordes delgados y lisos.

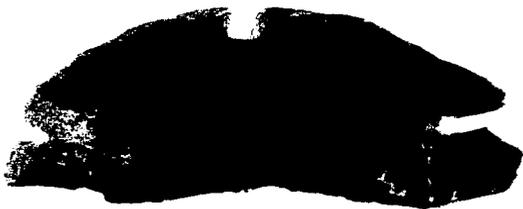
Figuras 3, 4, 5; *Schizaster cristatus* Jackson.

3. Ejemplar Núm. ETM-28; en la parte apical se distingue el ambulacro III hundido con una acanaladura ancha.

4. El mismo en posición adoral se nota el aspecto cordiforme, peristoma ancho situado hacia delante.

5.-El mismo, de perfil donde se aprecian escasos tubérculos.

LAMINA 25



LAMINA 26

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2; *Schizaster egozuei* Lambert.

1. Ejemplar Núm. ETM-29; la cara apical es voluminosa el sistema apical situado hacia el área posterior.

2. Ejemplar Núm. ETM-32; en la cara adoral se observan tubérculos pequeños y abundantes, el periprocto es oval.

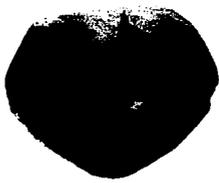
Figuras 3, 4, 5; *Schizaster rojasi* Sánchez Roig.

3. Ejemplar Núm. ETM-33; en la cara apical se nota que el ambulacro anterior III es ancho y profundo y termina en el peristoma.

4. El mismo, que muestra la cara adoral donde se distinguen los tubérculos gruesos, el periprocto se localiza en la parte más alta de la testa.

5. El mismo, visto de perfil, se ve el área petaloidea con márgenes agudos y es ligeramente más alta en la mitad posterior.

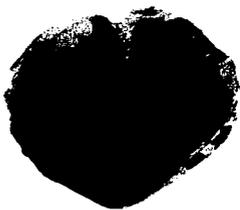
LAMINA 26



1



2



3



4



5

LAMINA 27

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Schizaster gerthi* Pijpers.

1. Ejemplar Núm. ETM-36; se observa la cara adoral con el peristoma grande, labio y tubérculos gruesos.

2. El mismo que muestra los ambulacros pares desiguales los anteriores más grandes que los posteriores y el impar ancho y profundo.

3. El mismo de perfil, que muestra la testa convexa en la parte apical y aplanada en la cara adoral.

Figuras 4, 5, 6; *Schizaster nuevitasensis* Wisbord.

4. Ejemplar Núm. ETM-34; en la cara apical se observan los ambulacros estrechamente petaloides.

5. El mismo, que en la parte adoral tiene un ligero declive dirigido hacia la parte anterior.

6. El mismo, de perfil con tubérculos numerosos e iguales.

Figuras 7, 8, 9; *Schizaster sanctamariae* Sánchez Roig.

7. Ejemplar Núm. ETM-35; en la cara apical se distingue el ambulacro III con acanaladura profunda y los pétalos I y V que son cortos.

8. El mismo, la cara adoral presenta el peristoma muy cerca del borde.

9. El mismo, donde se aprecian los tubérculos gruesos.

LAMINA 27



1



2



3



4



5



6



7



8



9

LAMINA 28

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Agassizia inflata* Jackson.

1. Ejemplar Núm. ETM-37; en el que se distingue la cara apical, los ambulacros situados en débiles depresiones con forma petaloide.
2. El mismo, la cara adoral presenta un declive hasta llegar al peristoma que está ligeramente hundido.
3. El mismo, visto de perfil se observan poros redondos y tubérculos gruesos.

Figuras 4, 5, 6; *Echinolampas aldrichi* Twitchell.

4. Ejemplar Núm. ETM-38; en la cara apical se observan las áreas ambulacrales en la fase petaloide, los pétalos están abiertos.
5. El mismo, presenta la cara adoral plana con periprocto grande, alargado transversalmente. La superficie tiene tubérculos pequeños y areolados.
6. El mismo, de perfil se nota la convexidad de la testa, y en la máxima altura el ápice.

LAMINA 28



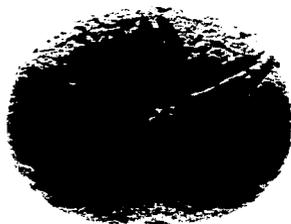
1



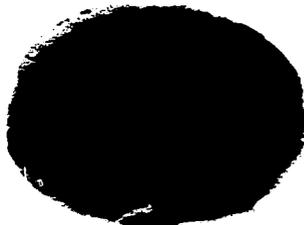
2



3



4



5



6

LAMINA 29

(Los ejemplares están ilustrados al tamaño natural).

Figuras 1, 2, 3; *Echinolampas veracruzensis*, sp. nov.

2. Ejemplar Núm. ETM-39; se observa la cara apical, con los pétalos abiertos, el impar de igual tamaño que los anteriores.

2. El mismo que, muestra la cara adoral plana suavemente hundida en el peristoma.

3. El mismo, se aprecia la convexidad de la cara apical, con zona porífera estrecha y saliente.

Figuras 4, 5, 6. *Eupatagus (Eupatagus) mooreanus*, Pilsbry.

4. Ejemplar Núm. ETM-40; en la cara apical se notan las áreas ambulacrales parapetaloides, estrechas y cerradas en el extremo distal.

5. El mismo, en la cara adoral se ve el peristoma grande y de forma arriñonada.

6. El mismo, de perfil se distinguen los poros grandes y pocos tubérculos.

LAMINA 29



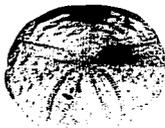
1



2



3



4



5



6