



# Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
I Z T A C A L A

LOS INVERTEBRADOS DEL CRETACICO DE ALISITOS  
(BAJA CALIFORNIA NORTE) Y SUS IMPLICACIONES  
PALEOBIOGEO GRAFICAS Y PALEOECOLOGICAS.

T E S I S  
Que para obtener el Titulo de  
B I O L O G O  
p r e s e n t a  
ALFREDO MUÑOZ CUEVAS

MEXICO

1991

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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES IZTACALA

LOS INVERTEBRADOS DEL CRETACICO DE ALISITOS (BAJA  
CALIFORNIA NORTE) Y SUS IMPLICACIONES PALEOBIOGEO-  
GRAFICAS Y PALEOECOLOGICAS

PRESENTA:

Alfredo Muñoz Cuevas  
No. de cuenta 8253973-1  
Generación 82-86  
Domicilio: Edificio 11  
Depto. 401, Huizachal  
Estado de México.

## CONTENIDO

INTRODUCCION . . . . .	1
ANTECEDENTES . . . . .	2
OBJETIVOS Y METAS . . . . .	3
LOCALIZACION GEOGRAFICA . . . . .	4
METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS . . . . .	5
MARCO GEOLOGICO . . . . .	7
ESTRATIGRAFIA . . . . .	9
PALEONTOLOGIA SISTEMATICA . . . . .	19
IMPLICACIONES ECOLOGICAS . . . . .	46
PALEOBIOGEOGRAFIA . . . . .	49
CONCLUSIONES . . . . .	52
BIBLIOGRAFIA . . . . .	54

## ILUSTRACIONES

- LAMINA 1. BRAQUIOPODOS Y BIVALVOS
- LAMINA 2. BIVALVOS Y GASTEROPODOS
- LAMINA 3. GASTEROPODOS Y EQUINOIDES

## RESUMEN

En esta investigación se describen e ilustran dos especies de braquiópodos-rhynchonélidos (*Cyclothyris americana* Cooper, *Orbirynchia* sp.), cinco especies de bivalvos (*Callusina* sp., *Caprinuloidea perfecta* Palmer, *Coalcomana* sp., *Lima* (Mantellum) *blancensis* Stanton, *Neithea* (*Neitheops*) *subalpina* Stewart); cuatro especies de gasterópodos (*Nerinea* (*Plesioptygmatis*) *tomasensis* Allison, *Peruviella dolium* Roemer, *Peruviella gerthi* Olsson, *Cossmanea* (*Eunerinea*) *pauli* Coquand) y tres de equinoides (*Pseudocidaris clunifera* (Agassiz), *Hemiaster* sp., *Macraster elegans* (Adkins)).

La fauna procede de los afloramientos de la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano), que se localizan en la región centro-norte del estado de Baja California.

Con base en el conocimiento de las rocas y su contenido faunístico se infiere que los organismos vivieron en un mar somero, tropical, poco profundo y cercano a la costa.

Asimismo, se establecen relaciones paleobiogeográficas con faunas de la misma edad, en otras regiones del mundo, como en Las Antillas (Cuba), en Estados Unidos de Norteamérica (California, Arizona, Texas, Kansas y Oklahoma); en México (Jalisco, Colima, Michoacán, Puebla y Chiapas); la Cuenca Mediterránea (Inglaterra, Suiza, Bélgica, Alemania, Francia, Argelia, Afganistán, Albania, Libano y Angola); con Asia (Japón) y con Australia.

## INTRODUCCION

Por su posición geográfica, la península de Baja California, constituye una de las regiones más apartadas de la República Mexicana y por tanto desconocida en muchos aspectos, uno de los cuales es la fauna fósil contenida en sus rocas.

Por tal motivo, la investigación sobre los invertebrados cretácicos de la región de Alisitos tiene como objetivo principal darlos a conocer, por medio de descripciones completas e ilustradas que no han sido hechas hasta la fecha.

El Dr. Emilio Almazán-Vázquez, investigador de la Estación Regional del Noroeste del Instituto de Geología de la UNAM, en Hermosillo, Sonora, colectó material fósil durante la prospección geológica que llevó a cabo en 1984, en varios de los afloramientos de la Formación Alisitos, cuya edad está consignada entre 109 a 100 millones de años.

Los datos geológico-paleontológicos obtenidos fueron motivo de dos investigaciones realizadas por Almazán y Buitrón (1984) y por Almazán (1988). La primera investigación trata sobre la estratigrafía y la segunda sobre la tectónica de la región. De tal manera que con la descripción sistemática y actualizada de los invertebrados (motivo de esta investigación) se complementa de manera integral el conocimiento del Cretácico Temprano y Medio de Baja California.

## ANTECEDENTES

Los primeros estudios geológicos sobre la península fueron hechos en 1771, por el padre Johan Jakob Bæger, el cual identificó a las riolitas y brechas como las rocas predominantes en la región (Gastil y Allison 1975). Posteriormente el botánico José Longino Martínez analizó el agua de los arroyos, tomó muestras de las rocas y minerales a lo largo de la península cuyos resultados fueron publicados por Grewilgk (1772).

Hacia la segunda mitad del siglo pasado se hicieron investigaciones sobre la estratigrafía de Baja California, siendo Gabb (1869) el primero en definir la localización y naturaleza de muchas formaciones del área, mientras que un poco más tarde, Whites (1885) reconoció la naturaleza cretácica de algunas rocas de Baja California. Lindgren en 1888, confirma y amplía estas noticias. Pero son Emmons y Merrill (1894) quienes enmarcan en una panorámica general la estratigrafía de la península. Boese y Wittich (1913) enfocan más específicamente a la Formación Alisitos y publican los rasgos esenciales de esta unidad.

En 1921, Darton describe las rocas y les da el nombre de Formación Pre-Chico, sin embargo, son Santillán y Barrera (1930) quienes proponen formalmente a la unidad y precisan su edad al Cretácico Inferior con base en los fósiles, nombrándola Formación Alisitos.

Woodford y Harris (1938) nominan como Formación San Telmo a una sección de la Formación Alisitos. Beal (1948) distingue a la Formación Alisitos del Cretácico Inferior de la Formación El Rosario, del Cretácico Superior, con base en las diferencias de las faunas por él estudiadas.

Posteriormente Kirk y MacIntyre (1951) descubren una columna en Punta San Isidro, en la cual destacan los corales, rudistas y equinoides del Cretácico Medio (Albiano). Allison en 1955, mide una columna estratigráfica de 160 metros con una gran variedad de gasterópodos y otra de 3 500 metros en donde predominan los bivalvos del Aptiano-Albiano.

Poco tiempo después el mismo autor (1960) realiza un listado de las especies encontradas donde constata una gran diversidad. Asimismo, relaciona dicha paleofauna con la de las comunidades de la subprovincia del Golfo y del Caribe, pertenecientes al mar de Tethys. Silver en 1963 encuentra cerca de Ensenada una sección formada por rocas plegadas; mientras que

en el mismo año Cheathe, muestra la orientación y la inclinación de las rocas plegadas.

Minch en 1969, encuentra una columna de 1600 metros que aflora en el Arroyo San José, la cual corresponde al Jurásico Medio. Dicha localidad sirve de basamento a la Formación Alisitos.

Reed en 1966, cita una sección de calizas con invertebrados. Posteriormente Allison (1974) con base en la información existente concluye que la fauna de Alisitos constituye la clave para la comprensión de las provincias faunísticas de la región. Por su parte Fife (1983) y Tardy (1977) indican que el vulcanismo que conformó a la Formación Alisitos se remonta al Oxfordiano (Jurásico Superior) y al Barremiano (Cretácico Inferior) respectivamente.

Rangin en 1984, amplía el dominio volcánico-plutónico de Alisitos hasta el actual estado de Sinaloa; mientras que López Ramos (1984) en contraposición a Durham (1959) indica una mayor extensión (Baja California Norte y Sonora occidental) de las islas cretácicas que integraban el arco volcánico de Alisitos.

Begg (1984) describe una columna de la Formación Alisitos, donde alternan rocas sedimentarias con volcánicas. En el mismo año, Almazán y Buitrón, mencionan nuevas especies de invertebrados para la región de San Agustín y que fueron la base para hacer el estudio estratigráfico de la misma. Por último, Almazán en 1988a describe con mayor amplitud la región del Arroyo San José e interpreta la geodinámica de la región durante el Cretácico Inferior, explicando como era en un principio, así como los acontecimientos que determinaron la estructura actual de la unidad (1986b).

#### OBJETIVOS Y METAS

El objetivo principal de esta investigación es el de

contribuir al conocimiento de la fauna de invertebrados cretácicos de México y particularmente de las regiones adyacentes a Punta China, Baja California Norte, mediante descripciones amplias y bien ilustradas.

Otro objetivo es el de enriquecer la Colección Paleontológica del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, toda vez que las faunas estudiadas anteriormente a 1984, se encuentran en museos de Estados Unidos de Norteamérica.

Asimismo, se contribuye, gracias a los análisis de la distribución mundial de los taxa de Alisitos, al entendimiento de los emplazamientos tectónicos en el Cretácico y a la delimitación del borde occidental de la subprovincia Caribeña.

Por último, con el estudio de la litología y de la fauna se infieren las condiciones del ambiente en que se depositaron los organismos de Punta China y de la Planicie de San Agustín, Baja California durante el Cretácico Temprano.

#### LOCALIZACION GEOGRAFICA

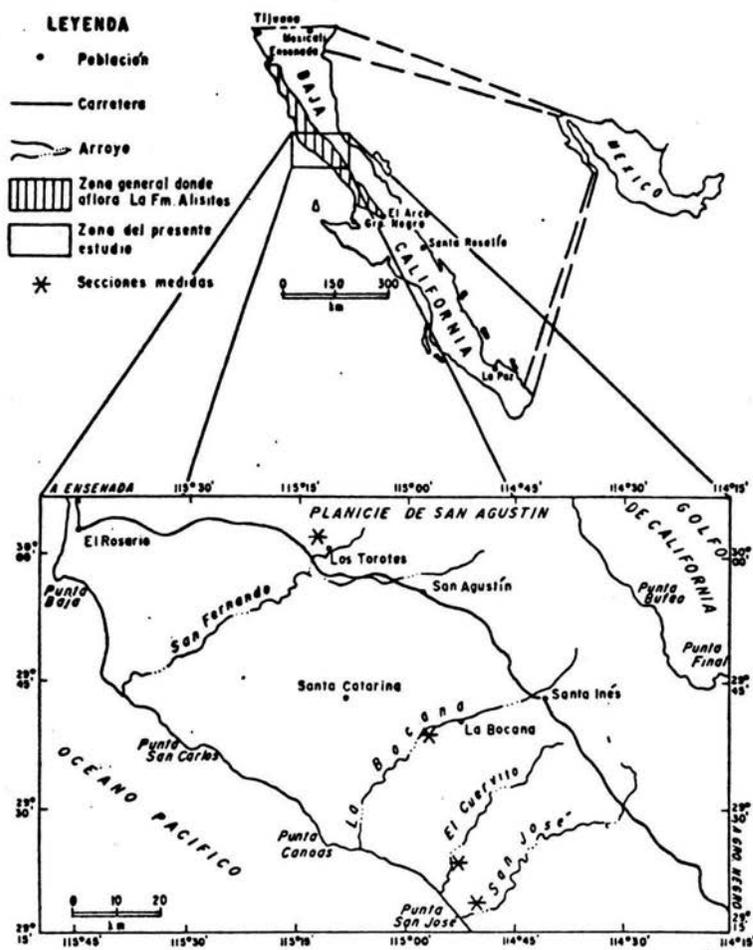
El área de estudio se ubica en la parte centro-occidental del Estado de Baja California Norte, a 25 km al sureste de Ensenada y a 150 km de Guerrero Negro, situado en el noroeste de la República Mexicana (Figura 1).

Las localidades donde fueron colectadas las muestras quedan enmarcadas por los paralelos 29° y 30° de latitud norte y los meridianos 115°00' y 115°15' de longitud oeste.

Particularmente, las localidades fosilíferas donde se colectó el material fueron las siguientes:

1. Los Torotes, que se ubica en los 30°00' latitud norte y 115°14' longitud oeste.
2. La Bocana, que se ubica en los 29°40' latitud norte y 114°58' longitud oeste.

3. El Cuervito, que se ubica en los  $29^{\circ}22'$  latitud norte y  $114^{\circ}57'$  longitud oeste.
4. San José, que se ubica en los  $29^{\circ}23'$  latitud norte y  $114^{\circ}52'$  longitud oeste.



## METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS

La investigación se llevó a cabo en tres fases:

### A) Colecta de la muestra

El material fue colectado en 1984 por el doctor Emilio Almazán, en varios afloramientos de la Formación Alisitos en las localidades de los Torote, la Bocana, el Cuevoito y San José. Para el estudio específico del área se utilizó una carta de 1:50,000 cuya aplicación es entre otras cosas, la búsqueda de afloramientos rocosos y tipos de drenaje.

Para la localización de los fósiles se recomienda que la búsqueda comience en las paredes laterales donde las corrientes de los ríos hayan puesto al descubierto a los afloramientos. Los factores que se deben de tomar en cuenta son: hora del día, ángulo de incidencia de la luz sobre los fósiles, peso específico y color. La colecta se inicia tomando nota del estrato al que pertenecen. Para reforzar al fósil, se utiliza como aglutinante el gliptol, goma laca ó barniz.

### B) Laboratorio

En esta fase el material se preparó para su estudio e ilustración. Se comenzó con la limpieza del mismo, que se hizo por medio de su inclusión en soluciones de HCL al 5% y 10%, lo que permitió el desprendimiento de la roca. Cuando el material estuvo cubierto por sedimento grueso se utilizaron cincel y martillo y lápices vibradores (Sand Blaster y Moto Tool).

Entre el material estudiado se encuentran nerineidos, que fueron objeto de un tratamiento especial, el cual consiste en hacer cortes longitudinales, en la mitad del gasterópodo, posteriormente se pulió la superficie, se cubrió con HCL, se dejó secar y después

se aplicó acetona y una película de acetato, con el fin de lograr una impresión fiel de la morfología interna.

Para elaborar las fotografías de los otros fósiles se usó una cámara "Kodak" modelo retina Reflex III, con lentes suplementarios: NI, NII, R'I 4 y 5 y película plus X Pan "Kodak".

Anteriormente a la toma de la fotografía se cubrieron los ejemplares con cloruro de amonio, por medio de un vaporizador especial para tal efecto. Esta técnica se lleva a cabo con el fin de destacar los aspectos morfológicos y de disminuir los diferentes tonos o manchas que se presentan en el fósil.

## B) GABINETE

El trabajo se inició con la búsqueda documental sistemática sobre el tema, con base en la bibliografía presentada en los diversos trabajos previos sobre la zona.

Una obra básica de consulta es el "Treatise on invertebrate paleontology", editado por R.C. Moore (1950-1979). En este caso se obtuvieron las referencias bibliográficas sobre investigaciones publicadas en los diversos países del mundo. Asimismo, otra obra básica de consulta es el "Geological Bibliographical Index" editado por la Geological Society of America y que recopila todos los años, la información geológica mundial. Por último se utilizó el "Biological Abstracts" con la finalidad de actualizar el registro de la distribución paleobiogeográfica.

## MARCO GEOLOGICO

La península de Baja California, tiene entre sus rasgos más importantes, el de situarse en el borde de una placa continental, dando por resultado que a lo largo de su historia se encontrara sumergida (como en el Mesozoico) o emergida (como en el Cenozoico) lo que trajo como consecuencia que exista una variada fauna fósil.

Existen regiones de la península en las cuales es posible

encontrar afloramientos de estas dos eras geológicas y con los cuales se puede saber sobre la historia pasada.

En la región que se extiende entre Ensenada y el Arco Callmani aflora la Formación Alisitos (Cretácico Inferior) junto con las Formaciones Rosario (Cretácico Superior) y Sepulturas (Cenozoico Inferior).

Dichas formaciones se encuentran superpuestas, siendo las formaciones Sepulturas y el Rosario las superiores, mientras que la formación Alisitos se encuentra en la parte inferior, esta última tiene un basamento de procedencia volcánica, que se originó durante el Jurásico Superior (Fife 1983). La distorsión y la erosión ocasionan que en muchos lugares, la Formación Alisitos tenga columnas descubiertas de distinto espesor (Kilmer, 1963).

El rasgo principal de la Formación Alisitos es la secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias, el cual sugiere que la zona presentaba periódicamente una intensa actividad volcánica, así como una casi nula afluencia de sedimentos terrígenos (Allison, 1960).

La presencia de rocas metamórficas (Woodford y Harris, 1938) muestra que en ciertas regiones la roca original sufrió fuertes presiones. Como consecuencia de esto, existen plegamientos en grandes extensiones de la formación, con intensidades que van de 2° a 3° de inclinación (Kilmer, 1963).

Este tipo de arrugas y de plegamientos, (por encontrarse al borde de una placa continental) dificulta el conocimiento de como era originalmente la formación (Almazán, 1988b), añadiendo la desventaja de deformación de los fósiles contenidos en las rocas (Almazán y Buitrón, 1984).

Como ya se señaló, existen regiones donde esta formación se encuentra expuesta debido a la erosión en los arroyos o a la fuerza de los plegamientos, presentando en consecuencia fractu-

ras y crestas con distintos grados de inclinación que se encuentran entre los 3° y los 20°. Entre estos afloramientos se halla una columna estratigráfica en Punta San Isidro (Kirk y MacIntere, 1951) la cual está formada por rocas volcánicas intercaladas con rocas sedimentarias. El mismo patrón se presenta en la columna que aflora al norte de la Misión de San Fernando (Beal, 1948). Por lo general es en este tipo de afloramientos, donde están los fósiles mejor conservados.

Existen también secuencias estrictamente sedimentarias (Santillán y Barrera, 1930), que son de tamaño más moderado, aproximadamente de 100 metros, muy ricas en especímenes. Aunque en Arroyo San Telmo la mayoría de las rocas son volcánicas y sedimentarias, aparecen también rocas metamórficas (Woodford y Harris 1951). Dicho metamorfismo se vuelve a encontrar en las secciones de Los Torotes, La Bocana, El Vuervito y San José (Almazán 1988a), cuyas columnas tienen entre 500 y 1 500 metros de espesor.

Por otra parte, en Punta China se han hallado columnas de 160 a 1 700 metros de espesor que contienen una abundante fauna fósil (Allison, 1955) formada por bivalvos y gasterópodos.

## ESTRATIGRAFIA

### Sección Los Torotes.

En los Torotes se midió una columna de 3 500 metros de espesor que se dividió en 6 miembros diferentes, 3 volcanosedimentarios, dos volcánicos y uno sedimentario (Figs. 2 y 5).

El sistema volcanosedimentario basal de la columna está formado por 100 metros de una alternancia de calizas lenticulares y tobas volcánicas. Enseguida afloran 500 metros de rocas piroclásticas con horizontes epiclásticos intercalados.

El tercer miembro es sedimentario y está constituido por una interestratificación de biohermas, grauvacas y tobas cristalinas con un espesor de 100 metros.

Por último, la siguiente sección es de 2 500 metros de espesor y está formada por brechas volcánicas, cinerfíticas, tobas; lavas de textura y calizas recristalizadas. La región está caracterizada por una tectónica de pliegues anticlinales y sinclinales disarmónicos. La fauna está compuesta por foraminíferos, corales solitarios y coloniales, gasterópodos y equinoides (Almazán y Buitrón 1984).

#### Sección La Bocana.

En el arroyo de la Bocana, situado a 45 km al sureste del Rancho los Torotes, afloran 2 000 metros de la Formación Alisitos. La litología de la columna está constituida por más de 50% de rocas piroclásticas. Una tercera parte son los derrames de lavas y solamente el 15% de rocas sedimentarias. La columna ha sido dividida en cuatro miembros volcánicos, dos volcano-sedimentarios y uno sedimentario (Figs. 3 y 5).

El miembro inferior, con un espesor de 590 metros, está formado predominantemente por rocas piroclásticas; superpuesto aflora otro miembro volcánico constituido principalmente por derrames de lava de composición ácida y de un espesor de 332 metros; el siguiente miembro es volcano-sedimentario de tobas vítreas, tobas cristalinas, lutitas y grauvacas.

El cuarto miembro, es de un espesor de 190 metros, presenta en la base lavas ácidas y en la cima rocas piroclásticas; le sobreyace un miembro volcano-sedimentario de 100 metros, donde alternan biohermas, rocas epiclásticas, rocas piroclásticas y lavas; a continuación aflora un miembro de 476 metros de espesor compuesto por tobas vitrocristalinas, tobas vitriolíticas, cinerfíticas y lavas riodacíticas; finalmente, el miembro somital es sedimentario con un espesor de 103 metros, formado

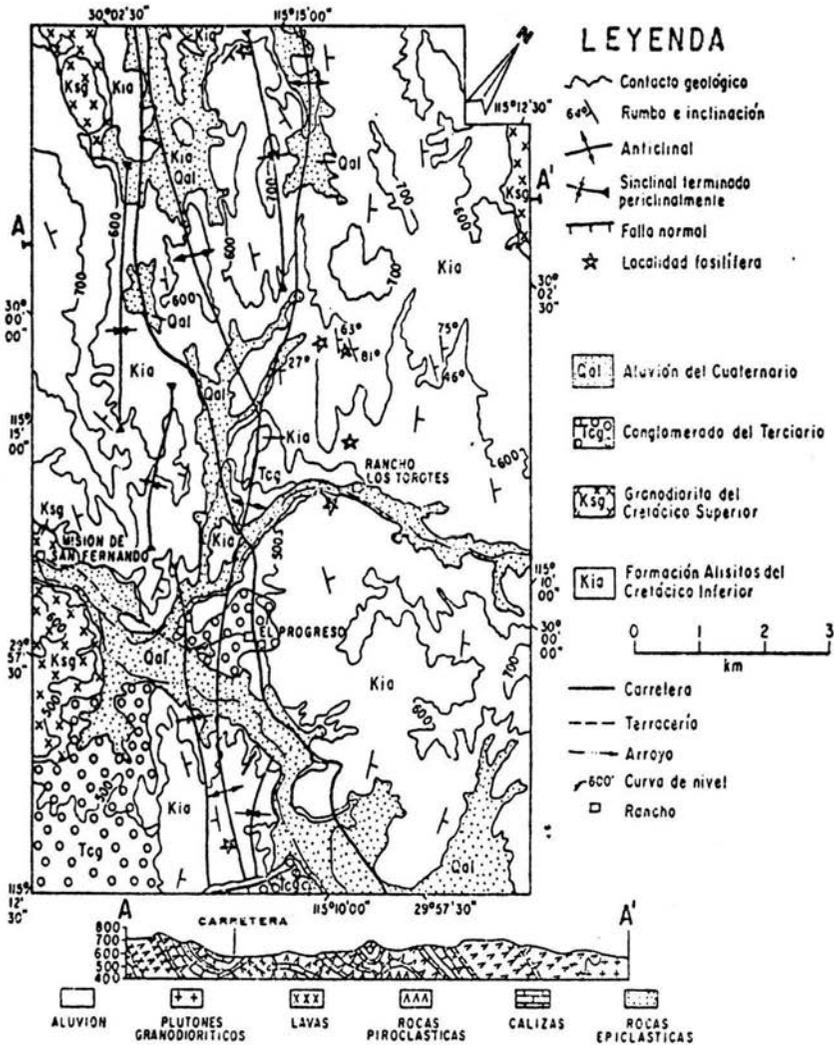


Figura 2. Distribución estratigráfica y estructural de la Formación Alisitos (Aptiano-Albiano) en el área de la sección Los Torotes (Tomado de Almazán, 1988).



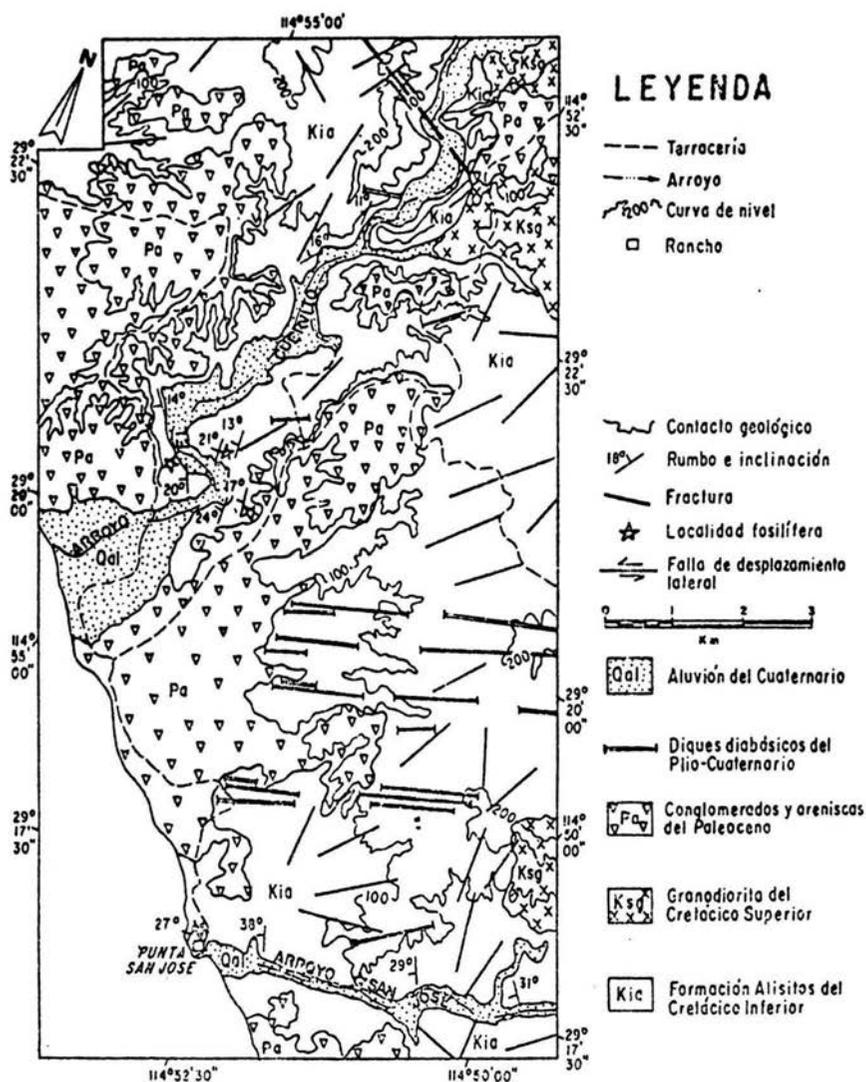
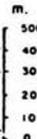
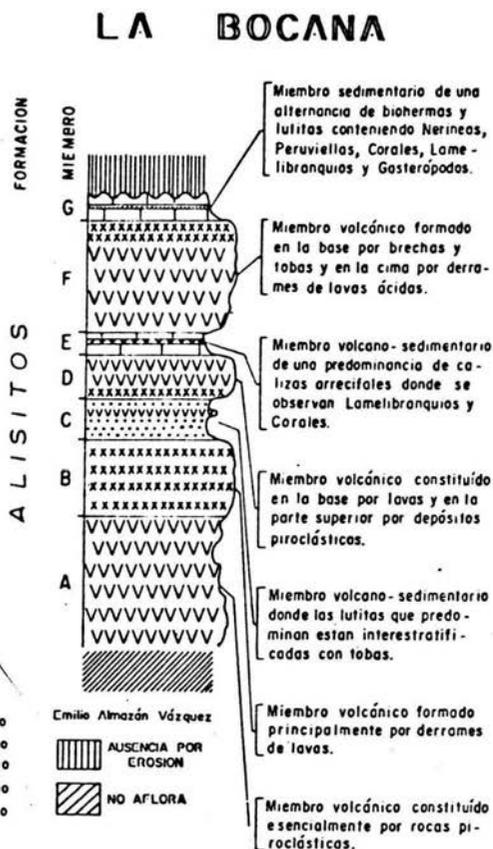
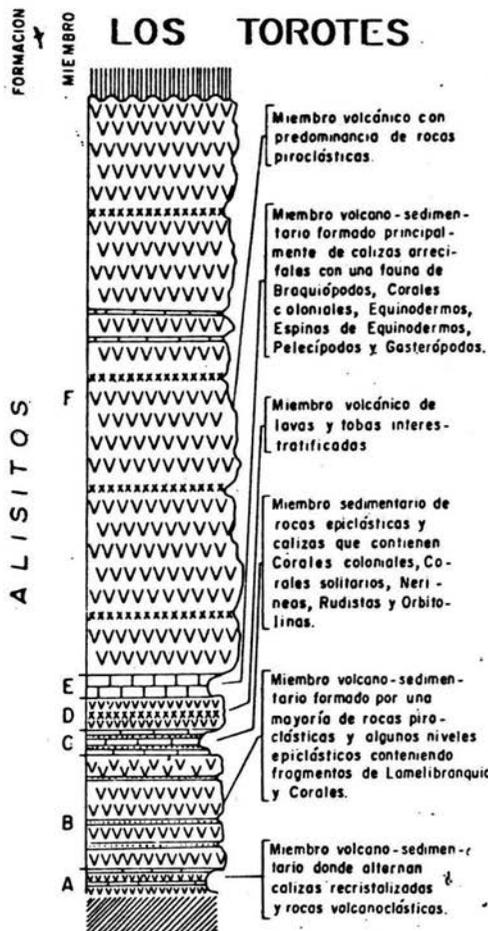


Figura 4. Afloramientos de la Formación Alisitos en los valles de los arroyos de El Cuervito y San José. (Tomado de Almanzán, 1988).



Emilio Almazán Vázquez

▨ AUSENCIA POR EROSION

▨ NO AFLORA

FIGURA 5 - COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE LAS SECCIONES LOS TOROTES Y LA BOCANA.

por una alternancia de calizas arrecifales y rocas epiclásticas.

Las estructuras que se observan, a partir del rancho la Bocana en dirección al Océano Pacífico, son de un anticlinal asimétrico, un sinclinal volcado hacia el noroeste y una estructura monoclinial ligeramente buzante al suroeste, la que está levemente perturbada por el emplazamiento de un plutón granodiorítico. En este sector la Formación Alisitos está cubierta por la Formación Rosario del Cretácico Superior, mediante un contacto de discordancia erosional.

El conjunto faunístico está representado por corales solitarios y coloniales, braquiópodos, rudistas y gasterópodos.

#### Sección El Cuervito.

En la desembocadura del arroyo El Cuervito en el Océano Pacífico, situado a 40 km al sur del rancho la Bocana, afloran 500 metros de una secuencia epiclástica con estratos delgados de piroclásticos intercalados de la Formación Alisitos (Figs. 4 y 6).

Las rocas dendríticas son esencialmente lutitas con algunos horizontes de limnolitas y areniscas. Estas rocas constituyen estratos de 10 a 60 cm de espesor, presentando finas estructuras de estratificación cruzada y una ligera graduación granulométrica. Los estratos piroclásticos son tobas y cineritas en capas de 2 a 5 metros de espesor, de composición ácida y profundamente alterada.

El conjunto volcano-sedimentario forma una estructura monoclinial muy amplia, donde las capas buzán hacia el occidente. En este sector la Formación Rosario cubre discordantemente a la Formación Alisitos.

La serie litoestratigráfica de la Formación Alisitos contiene braquiópodos, bivalvos, amonitas y equinoides. (Minch



1969; Almazán y Buitrón 1984; Almazán 1988a y 1988b).

#### Sección San José.

Rocas epiclásticas y piroclásticas interestratificadas en un espesor de 1000 metros constituye la Formación Alisitos que aflora en la margen norte de la desembocadura del arroyo San José ubicado a 6 km del arroyo San José.

Las asociaciones litológicas de la columna muestran cinco miembros: Uno sedimentario, uno volcánico y tres volcano-sedimentario (Figs. 4 y 6).

El miembro inferior tiene un espesor de 250 metros y está formado por rocas piroclásticas por interrupciones de niveles epiclásticos. Superpuesto, el segundo nivel, es volcánico y está constituido por 350 metros de tobas y brechas volcánicas, de color verde claro y estructura ignimbrítica.

El tercer miembro tiene una secuencia homogénea de rocas epiclásticas primordialmente lutitas, de capas de 10 a 80 cm y de un espesor total de 100 metros. Enseguida afloran 150 metros de predominancia de rocas piroclásticas con algunos horizontes epiclásticos interestratificados y el miembro somital está formado por 110 metros de rocas epiclásticas que integran un horizonte de 40 metros de tobas muy alteradas.

A lo largo de 6 km, en los márgenes del arroyo de San José, el paquete volcano-sedimentario de la Formación Alisitos, describe una estructura cuyos estratos tienen una intensidad de buzamiento de 27 a 38° hacia el occidente. Esta estructura está ligeramente dislocada por algunas fallas normales de 3 metros de desplazamiento y por emplazamiento de numerosos diques diabásicos plio-cuaternarios.

El contenido faunístico de la columna estratigráfica se limita a algunos moldes de amonitas muy fracturadas no identificables y equinoides deformados.

Falta página

N° 18

## PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

El material estudiado se encuentra depositado en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México 04510.

Phylum	BRACHIOPODA	Dumerill, 1806
Clase	ARTICULATA	Huxley, 1864
Orden	Rhynchonellida	Khun, 1949
Superfamilia	Rhynchonellacea	Gray, 1848
Familia	Rhynchonellidae	Gray, 1848
Subfamilia	Cyclothyridae	Makriden, 1955
Género	<u>Cyclothyris</u>	M'Coy, 1848

Cyclothyris americana Cooper

(Lám. 1, figs. 1 y 2)

Cyclothyris americana Cooper. 1953, p. 1-9, lám. 1, figs. 1, 2, 5

## Descripción:

La concha tiene el perfil subtrigonal, con su máxima anchura en la parte media. La valva braquial es convexa y la valva peduncular está moderadamente convexa; el sulcus es de tamaño medio, aparece en el primer tercio de la valva peduncular y está poco marcado, constituyendo una arruga sobre las co-

medidas de las valvas en forma uniplificada.

El umbón es corto, grueso e hinchado, con ángulos que varían de 60° a 80°. Las placas deltoidales y el foramen no se aprecian.

Cada valva se encuentra ornamentada con 34 costillas de bordes redondeados.

#### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho	Espesor
FA 1	25.0 mm	22.4 mm	18.2 mm
FA 2	26.4 mm	25.3 mm	13.0 mm
FA 3	17.7 mm	17.1 mm	13.7 mm

Posición estratigráfica.

Sección la Bocana, miembro 6 que corresponde al Albiano medio.

Discusión

Cyclothyris americana Cooper (Owen, 1962, p. 42) se distingue fácilmente de otras especies por su tamaño moderado. C. latissima (J. C. de Sowerby), C. lepida Owen y C. antidichotoma (Buvignier) son más grandes, con un rango que va de 22 a 31 mm de largo y 41-46 mm de ancho y C. depresa (J. C. de Sowerby) con una longitud promedio de 9 mm mientras que C. americana Cooper es la única especie de mediana magnitud (14-16 cm de

largo).

En comparación con las especies europeas, C. americana Cooper se caracteriza por el pobre desarrollo de la arruga en la comisura y en el sulcus (Ager, 1964, p. 109).

La especie británica más cercana es C. nuciformis (Sowerby), pero se diferencia por tener una arruga muy pronunciada.

Otra especie susceptible de confundirse es C. schloenbachi (Davidson) pero tiene la valva peduncular menos convexa y la valva braquial más inflada.

Familia	Nelleredilla	Likharov, 1965
Subfamilia	Lacunoselinae	Smirnova, 1963
Género	<u>Orbirhinchia</u>	Pettitt, 1954

Orbirhinchia sp.

(Lám. 1, figs. 3-5)

#### Descripción.

La concha es de tamaño pequeño, en forma de abanico, las valvas braquial y peduncular tienen gran convexidad. Los senos son muy pronunciados, con una arruga uniplicada.

El umbón es corto y grueso, de erecto a suberecto. No se aprecian las placas deltoidales ni el foramen.

La concha está ornamentada por 21 costillas radiales que están bien marcadas, y son anchas y fuertes.

## Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho	Espesor
FA 4	25.0 mm	22.4 mm	18.2 mm
FA 5	26.4 mm	25.3 mm	13.0 mm
FA 6	16.7 mm	17.1 mm	13.7 mm

## Posición estratigráfica.

Sección la Bocana, miembro 6, que corresponde al Albiano medio.

## Discusión.

No obstante que el género Orbirhinchia comparte una distribución geográfica semejante con otros rinconélidos, se puede distinguir fácilmente de los géneros Burrirhincha y Cyclothyris, ya que si bien tienen rasgos parecidos como poseer un perfil triangular o subtriangular, Orbirhinchia presenta la valva braquial mas inflada que Cyclothyris, así como surcos en la valva peduncular.

En cuanto al género Burrirhincha, éste se diferencia de Orbirhinchia por tener una arruga en la valva braquial (Ager, 1964, 1965).

Phylum	MOLLUSCA	
Clase	BIVALVIA	Linneo, 1758
Subclase	Heterodonta	Neumayr, 1884
Orden	Hipuritoida	Newell, 1965
Superfamilia	Hipuritacea	Gray, 1884
Familia	Caprinidae	Orbygni, 1850
Género	<u>Caprinuloidea</u>	Palmer, 1928

Caprinuloidea perfecta, Palmer

(Lám. 1, figs. 6 - 8)

Caprinuloidea perfecta Palmer, 1928, p. 59, lám. 8, fig. 8;  
lám. 9, figs. 1, 2.

### Descripción

Los ejemplares están incompletos. La valva inferior es grande, cilíndrica, alargada y curvada, con el extremo distal terminado en punta. La valva superior es pequeña y móvil a manera de opérculo.

La estría del ligamento no se distingue, pero sí la cavidad que es de tamaño medio.

La línea del manto es muy clara; los espacios accesorios están bien marcados, aunque son diminutos, con los septos bien definidos.

La inserción del músculo se presenta como una banda de

2-3 mm de ancho, de aspecto punteado; no son evidentes los micóforos.

La superficie de ambas valvas presenta un número variable de costillas longitudinales, de tamaño diverso que se hallan separadas por estrías anchas, bien formadas.

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 7	44	105
FA 8	61	29
FA 9	55	30
FA 10	62	31.4
FA 11	44	28.9
FA 12	51	17.4
FA 11	71	22.3

Posición Estratigráfica

Sección Los Torotes, miembro C que corresponde al Albiano.

Discusión:

Caprinuloidea perfecta (Palmer, 1928; Alencáster, 1978; 1987) es una especie bien conocida del Cretácico de México con

una distribución muy amplia, siendo con Coalcoamana (Alencáster y Pantoja, 1986) dos de los caprinídeos de mayor predominio en la fauna arrecifal del Cretácico Inferior.

Esta especie se distingue fácilmente de la subespecie Caprinuloidea perfecta gracilis Palmer (1928, p. 60, lám. 9, fig. 3) del Cenomaniano de Soyatlán de Adentro, Jalisco, por el ángulo formado en la valva inferior, ya que C. perfecta gracilis es más aplanada en proporción a su longitud y al crecer la valva inferior forma un ángulo mucho más visible y conspicuo que en C. perfecta.

Género Coalcomana Harris y Hodson, 1922

Coalcomana sp.

(Lám. 1, figs. 9-11)

#### Descripción.

La concha es grande, cilíndrica, alargada, incompleta en la parte inferior, formada por dos valvas desiguales. La valva inferior es fija, de tamaño mayor, ligeramente curva y de apariencia lisa. La valva superior es de menor tamaño que la inferior, y es móvil. El surco del ligamento es angosto, no muy profundo, recorre ambas valvas a lo largo de la región dorsal.

La cavidad principal de las valvas es grande, ocupa la

mitad ventral y tiene forma subcircular, mientras que la cavidad accesoria está separada de la cavidad principal por una banda delgada. La cavidad del ligamento es de tamaño menor que las cavidades antes mencionadas y tiene forma.

El único diente de la valva inferior se aprecia como una marca en la parte ventral de la región dorsal, mientras que anteriormente al diente se puede distinguir una foseta, donde se aloja el diente anterior de la valva.

El diente posterior embona en la marca que hay en la parte estrecha de la cavidad accesoria de la valva superior.

Los mioforos se muestran como estructuras subcirculares pequeñas que rodean la estructura interna de la concha, separados entre sí por bandas delgadas que corren oblicuamente a lo largo de la cara dorsal y en parte de la cara ventral.

#### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 14	119	60

#### Posición Estratigráfica

Sección Los Torotes, miembro C, que corresponde al Albiano.

## Discusión

No obstante que Caprinuloidea perfecta Palmer (1928, p. 59, lám. 8, fig. 8,) y Coalcoamana sp. del Cretácico Inferior de México comparten una gran cantidad de características ecológicas comunes, como ser elementos importantes en la formación de arrecifes; ser especies filogenéticamente relacionadas y ser contemporáneas en edad, se les puede distinguir con claridad, debido al mayor tamaño de Coalcoamana sp. sobre Caprinuloidea perfecta, así como a la disposición de las cavidades principales, ya que C. perfecta tiende a compartir en la parte ventral de la valva inferior, la cavidad principal con las cavidades accesorias, mientras que en contraparte, en Coalcoamana la parte ventral de la valva inferior está exclusivamente ocupada por la cavidad principal (Palmer, 1972; Alencáster, 1978).

Otra especie que es susceptible de confundirse con Coalcoamana sp., es Amphitriscoleus warigni Harris y Hodson, ya que esta especie es también constructora de arrecifes, pertenece a la Provincia Caribeña y es contemporánea a la fauna de Alisitos, pero se diferencia por ser sensiblemente más pequeña, además la cavidad accesoria se encuentra sumamente dilatada (1/3 del interior de la concha), situación que no ocurre en Coalcoamana (Coogan, 1973; Kauffmann y Sohl, 1973).

Subclase	Pteriomorpha Bourlen, 1944
Orden	Pterioide Newell, 1965
Suborden	Pterinae Newell, 1965
Superfamilia	Pectinacea Rafinesque, 1815
Familia	Pectinidae Rafinesque, 1815
Género	<u>Neithea</u> Dravet, 1825

Neithea (Neitheops) subalpina (Boese)

(Lám. 1, fig. 12)

Vola subalpina Boese 1910, p. 96, lám. 15, figs. 5, 7-9.

Neithea subalpina (Boese). Kniker 1919, p. 28, lám. 5, fig. 4.

Neithea subalpina var. linki Kniker 1919, p. 30, lám. 5, figs. 5, 6.

Pecten subalpina (Boese). Adkins y Winton 1920, p. 68, lám. 11, figs. 1, 2; lám. 12, figs. 3-15.

Pecten subalpina (Boese). Winton 1925, p. 50, lám. 10, figs. 1, 3.

Pecten (Neithea) subalpinus (Boese). Adkins 1928, p. 127, lám. 17, figs. 1, 3.

Pecten (Neithea) subalpinus var. link Kniker. Adkins 1928, p. 128

Pecten (Neithea) subalpinus (Boese). Jones 1938, p. 108.

Pecten (Neithea) subalpinus (Boese). Stanton 1947, p. 42, lám. 44, figs. 7, 8.

Neithea (Neitheops) subalpina (Boese). Almazán y Buitrón, 1984, p. 386.

### Descripción.

El fragmento de concha que se conservó, muestra solamente una parte de las valvas. La concha es de tamaño pequeño, subtriangular, ligeramente convexa, de umbón apenas perceptible. No se conservaron las aurículas.

Se perciben 18 costillas radiales muy finas, separadas por surcos anchos y de fondo aplanado.

### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 15	27	12

### Discusión.

Esta especie tiene gran similitud con Pecten texanus Roener (Stanton, 1947, p. 45, lám. 38, figs. 2, 4, 5) del Albiano de Texas y Nuevo México, E.U.A., de la cual se distingue por ser más grande, de forma más alargada, menos ancha y por tener costillas más elevadas.

### Posición estratigráfica.

Sección Los Torotes Niveles C y E que corresponden al Aptiano y al Albiano inferior.

Superfamilia	Limacea	Rafinesque, 1815
Familia	Limidae	Rafinesque, 1815
Género	<u>Lima</u>	Brugiere, 1797

Lima (Mantellum) blancensis Stanton

(Lámina 2, fig. 13)

Lima (Mantellum) blancensis Staton 1947, 49, lám. 44, fig. 5.

Lima (Mantellum) blancensis Staton Almazán y Buitrón, 1984, p. 385.

Descripción.

La concha es pequeña, ovalada en sentido dorsoventral, sumamente oblicua. Los umbones son convexos y prominentes. Las aurículas no se conservaron.

La ornamentación consiste en 25 costillas de bordes redondeados, mucho más anchos que los interespacios.

Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Altura	Ancho	Convexidad
FA 16	30.7	21.8	- - - - -

Posición estratigráfica.

Los Torotes. Miembro E1 que corresponde al Albiano

### Discusión.

Lima (Mantellum) blancensis Staton se aproxima a Lima (Mantellum) wacoensis. Roemer (Staton, 1947, p. 50, lám. 41, fig. 4-8, 10) del Albiano (Glen Rose) de Texas, pero se diferencia por ser una especie más grande, estrecha, oblicua y aplanada y porque tiene mayor número de costillas, con los bordes agudos.

Clase	Gastrópoda
Orden	Mesogastrópoda
Superfamilia	Nerineacea Zittel, 1873
Familia	Nerineidae Defrance, 1825
Género	<u>Nerinea</u> Defrance, 1825

Nerinea (Plesioptygmatis) tomasensis Allison  
(Lám. 2, figs. 14-17)

Nerinea (Plesioptygmatis) tomasensis Allison, 1955, p. 425, lám. 43, figs. 10, 12,

Nerinea (Plesioptygmatis) tomasensis Almazán y Buitrón  
1984, p. 386.

### Descripción.

La concha es grande, de forma turriculada, con el perfil ligeramente cóncavo, las suturas son profundas, bordeadas por dos cordones nodosos y anchos que decrecen con las últimas vueltas de la espira; no se aprecian líneas del crecimiento; la forma de la apertura es ligeramente romboidal.

Los pliegues columelares son visibles y están bastante desarrollados, también se encuentra un pliegue columnar secundario pequeño, mientras que el pliegue parietal es angosto y profundo el labial.

### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 17	64.0	35.0
FA 18	81.0	42.0

### Posición estratigráfica

Sección Los Torotes. Niveles C y E, que corresponde al Aptiano superior y al Albiano inferior.

Sección La Bocana. Nivel G, que corresponde al Albiano medio.

## Discusión

Esta especie se distingue de Nerinea (Plesioptygmatis) pseudoconcava Staton (1955, p. 423, lám. 43, figs. 5, 6) del Albiano de Punta China, Baja California Norte por su perfil muy convexo, así como por los pliegues internos de tamaño menor, principalmente por el pliegue columnelar (Allison, 1955, p. 423). Asimismo, se puede diferenciar de Nerinea (Plesioptygmatis) bosei Allison del Albiano de Punta China por su tamaño más grande y por tener los pliegues internos conspicuos.

Género Cossmannea Pcelincev, 1949

Cossmannea (Eunerinea) pauli (Coquand)

(Lám. 3, figs. 23, 24)

(Lám. 3, figs. 23, 24)

Nerinea pauli Coquand, 1862, p. 177, lám. 4, fig. 2.

Nerinea pauli Perivienquiere, 1903, p. 5.

Nerinea pauli Coquiand, 1912, p. 33, lám. 2, figs. 25, 26.

Nerinea pauli Delpy, 1941, p. 178, lám. 5, figs. 1, 2.

Cossmannea (Eunerinea) pauli Allison, 1955, p. 426.

## Descripción.

La concha es de tamaño grande, cilíndrica, con vueltas

anchas y bajas, el perfil marcadamente cóncavo, la línea sutural bien marcada y ancha; la escotadura no es muy evidente.

La sección axial en cada vuelta muestra tres pliegues: El labial es medio, recto, amplio y de terminación redondeada, el lóbulo basal no es aparente, mientras que el pliegue columnelar es amplio, dirigido hacia el frente y el parietal es subtriangular. Todos los pliegues están redondeados.

Dimensiones (em mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 19	90.6	47

Discusión.

El igual que otras especies del género Cossmanea encontradas en distintas partes de la República (Morales Soto, 1987; Valdez-Gómez, 1980), se nota la estrecha relación ecológica entre los bivalvos-rudistas y estos gasterópodos, así como la amplia distribución de esta asociación en la mayor parte de México.

Es posible diferenciar C. (E.) pauli Coquand de otras especies emparentadas y de igual distribución geográfica, entre ellas C. (E.) euphyes (Felix), C. (E.) luttickei (Blanckenhorn), C. (E.) Titania (Felix) descritas por Buitrón y Barceló (1980, p. 46-55) para el Cretácico Inferior de San Juan Raya,

México.

Por otro lado C. (E.) pauli Coquand presenta una similitud con C. (E.) hicoloriensis (Crogin) (Alencaster 1956, p. 38, lám. 6, fig. 7) descrita para el Cretácico Inferior de San Juan Raya, México, de la cual se diferencia por presentar una concha más ancha y en su estructura interna tiene el pliegue labial recto, amplio y de terminación redondeada, que en el caso de C. (E.) hicoloriensis es marcadamente ancho y redondeado.

Posición estratigráfica.

Sección Los Torotes, miembros C y E, que corresponden al Aptiano y al Albiano inferior, respectivamente.

Sección La Bocana, Nivel G, que corresponde al Albiano medio.

Superfamilia	Nerinacea
Familia	Itieriidae Cossman 1896
Género	<u>Peruviella</u> Olsson, 1944

Peruviella gerthi Olsson

(Lám. 2, figs. 18-20)

Peruviella gerthi Olsson 1934. p. 42, lám. 3, figs. 2-6.

Actaeonella cf. gigantea Sowerby 1938 p. 232-241.

Trochactaeon sergipensis Maury 1936, p. 222(225), figs. 2, 5, 6, 8.

Peruviella gerthi Olsson Kollman y Sohl 1979, p. A13, lám. 5, figs. F-K

#### Descripción.

La concha es de tamaño grande, ovalada, alargada en la parte anterior en posición dorsal. La espira rodea a todo el cuerpo, siendo la última vuelta de la espira la que parece estar algo punteada; las impresiones de la espira en los lados de la región posterior no son evidentes; la base del cuerpo está redondeada, rematando con una protuberancia de tamaño medio.

Las líneas del crecimiento no son evidentes; la superficie es lisa, la apertura de la concha no se aprecia.

#### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho	Altura
FA 15	93.2	73.0	92.0
FA 16	104.1	69.8	89.2

#### Posición estratigráfica.

Sección La Bocana. Nivel G., que corresponde al Albiano medio.

## Discusión.

Kollman y Sohl (1979) muestran que Peruviella dolium (Roemer) del Albiano medio de Texas es una especie con un gran polimorfismo y con una intergradación de caracteres que dificulta hasta cierto punto la determinación específica.

Aún así, la principal diferencia entre P. dolium y P. gerthi es más alargada, principalmente en la parte posterior de la concha en posición dorsoventral.

En cuanto al inicio de la espira es más conspicua en P. dolium que en P. gerthi.

Por último, en P. gerthi, la estructura interna de la concha, muestra que el labio columnelar es mucho más grande que los otros pliegues.

### Peruviella dolium Roemer

(Lám. 2, fig. 21; lám. 3, fig. 22)

Peruviella dolium Roemer 1836, p. 71, lám. 5, figs. 1-5

Actaeonella dolium Roemer 1849, p. 411, lám.

Actaeonella dolium Roemer 1852, p. 43, lám. 14, fig. 4.

Actaeonella anchietai Choffat 1888, p. 73, lám. 3, figs.

3-5.

Volina texana (Roemer) Adkins, p. 196, lám. fig.

Actaeonella anchietai Choffat, Dorteville y Brevier 1947, p. 95.

### Descripción.

La concha es de forma globular, truncada en la base, de superficie lisa con 6 vueltas concéntricas, ligeramente convexas, siendo las últimas envolventes por las precedentes. Las vueltas cercanas al ápice son muy angostas, pero conforme se acercan al último giro se engruesan.

La parte apical está bastante desgastada, mientras que la parte basal aparece redondeada.

La apertura de la concha es estrecha, la parte anterior tiene una pequeña protuberancia y la espira precedente tiene tres pliegues, igualmente espaciados sobre la parte alta y es lisa. No se aprecian las líneas del crecimiento.

### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho	Altura
FA 23	109.2	108.0	80.0
FA 24	120.3		109.0

### Posición estratigráfica.

Sección La Bocana, nivel G, que corresponde al Albiano medio.

## Discusión.

Existe una relación estrecha entre peruvielidos del Cretácico de América como se observa en Peruviella dolium (Roemer) y Peruviella gerthi Olsson (Kollman y Sohl 1979, p. A13, figs. 4d, 5f-k y p. A 14, figs. 4e-g, 6f-k) del Albiano de Texas y Brasil.

La diferencia fundamental entre estas dos especies radica en la forma general de la concha y en el diseño del plegamiento, que ha sido discutido en P. gerthi.

Phylum	ECHINODERMATA
Subphylum	ECHINOZOA Haeckel, 1895
Clase	ECHINOIDEA Laeke, 1778
Subclase	Euechinoidea Brown, 1860
Superfamilia	Atelostomata Zittel, 1879
Orden	Spantagoidea Claus, 1876
Familia	Hemiasteridae Clark, 1917
Género	<u>Hemiaster</u> Desor 1847

Hemiaster sp.

(Lám. 3, figs. 25-28)

### Descripción:

La concha es de tamaño mediano, ovalada, con la parte posterior elevada, mientras que la parte anterior muestra tendencia a deprimirse. Los ambulacros están hundidos, siendo el par anterior más grande que los posteriores. El ambulacro impar es muy ancho.

No se conserva el sistema apical. El peristoma es de tamaño pequeño, con forma oval. No se observa la fasciola peripétala.

#### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho	Espesor
FA 25	31	26.0	-----
FA 26	43.0	33.1	-----
FA 27	37.1	36.7	-----
FA 28	47.00	36.0	34.0 mm

### Discusión

El género Hemiaster Desor difiere del género Washitater por su mayor tamaño y por la parte anterior relativamente más ancha. Asimismo, Hemiaster tiene el par ambulacral anterior no tan largo como Washitaster.

Por otra parte Hemiaster calvini Clark, perteneciente al

Cretácico presenta también algunas afinidades, como el tamaño, parecido en ambos, los lados anteriores elevados, mientras que los posteriores aparecen deprimidos, pero se diferencian claramente por la terminación truncada, casi vertical, de Hemiaster calvini Clark (Buitrón, 1971, p. 34) descrita del Albiano del norte de México.

#### Distribución Estratigráfica

Sección los Torotes nivel E, que corresponde al Albiano inferior

Hemiaster (Macraster) elegans Shumard

(Lám. 3, figs. 29-30)

Hemiaster (Macraster) elegans Shumard 1853, p. 210, lám. 3, fig. 8 y 9.

Hemiaster elegans Shumard 1853, p. 210

Hemiaster elegans Shumard 1854, p. 184, lám. 2, figs. 4a-c

Toxaster elegans Gabb, 1859, p. 19

Macraster texanus Roemer 1888, p. 195, lám. 6

Epiaster elegans, Clark 1891, p. 77

Epiaster elegans Cragin 1893, p. 152

Epiaster elegans Hill 1901, p. 32

Epiaster aguilerae Boese 1910, p. 173, lám. 47, figs. 2-4, 6, 7; lám. 48, ps. 1, 2, 4.

Hemiaster elegans Clark 1915, p. 88, lám. 41, figs. 1a-c; lám. 42, figs. 1a-h

Epiaster aquilerae Adkins 1920, p. 109, lám. 5, fig. 5; lám. 8, fig. 7.

Hemiaster elegans Adkins y Wilson 1920, p. 53, lám. 8, figs. 3, 4.

Hemiaster elegans Winton 1925, p. 55, lám. 13, fig. 4.

Macraster texanus Lambert 1927, p. 271.

Macraster elegans Adkins 1928, lám. 14, fig. 4.

Macraster texanus Adkins 1928, lám. 10, fig. 2.

Macraster roberti ovatus Smiser, 1936, p. 472, lám. 64, figs. 11-14.

Macraster pseudoelegans, Smiser, 1936, p. 473, lám. 67, fig. 2.

### Descripción

La concha está redondeada en la parte posterior, es de perfil oval. Los ambulacros anteriores son más grandes y profundos que los posteriores; no se distinguen fasciolas apicales, mientras que la fasciola ambulacral se puede ver más o menos claramente.

La superficie está finamente granulada, el periprocto es de forma oblonga a circular, no se presenta la fasciola subanal.

### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 29	46.0	42.0
FA 30	51.1	47.0
FA 31	51.6	49.0

## Posición Estratigráfica

Sección Los Torotes, miembro E, que corresponde al Albiano inferior.

## Discusión

Hemiaster (Macraster) elegans Shumard es una especie común en el Cretácico Inferior de México y Estados Unidos (Cooke, 1946, p. 227), principalmente en los estados del sur, regiones donde al parecer presentó un proceso de especiación muy intenso; en consecuencia se tiene un gran parecido entre las especies que componen este género.

Hemiaster (M) elegans Shumard presenta una gran similitud con Hemiaster (Macraster) subobesus Adkins pero, se diferencia en que si bien la primera espina tiene la testa redondeada en la parte posterior, en H(M) subobesus se estrecha (Cooke, 1946, p. 229, lám. 33, fig. 8).

Orden	<u>Hemicaroida</u> Beurlen 1937
Familia	<u>Hemicaridae</u> Wright 1857
Género	<u>Pseudocidaris</u> Etallon 1859

### Pseudocidaris clunifera (Agassiz)

(Lám. 3, figs. 31, 23, 33)

Hemiacidaris clunifera Cotteau 1863 (1861-1867) p. 387, lám. 1089, fig. 6-16 y lám. 1090, fig. 1-18.

Pseudocidaris clunifera De Loriol 1873, p. 88, lám. 5, fig. 1-7.

Pseudocidaris clunifera De Loriol 1887-1888, p. 18, lám. 3, fig. 9-12.

Pseudocidaris clunifera Savin 1905, p. 109, lám. 2, fig. 23-23.

#### Descripción.

Solo se tienen algunos ejemplares de las radiolas, éstas son muy variables en el tamaño, pero todas comparten la forma de clava y el collarín oculto o ausente. Algunas de estas radiolas se encuentran deterioradas.

#### Dimensiones (en mm)

Ejemplar	Largo	Ancho
FA 32	35.5	28.4
FA 33	38.3	26.8
FA 34	21.9	25.8
FA 35	35.3	24.8

#### Posición Estratigráfica

Sección Los Torotes, nivel E, que corresponde al Albiano inferior.

## Discusión

El género Pseudocidaris está bien representado en México, principalmente en los estados de Oaxaca, Chiapas y en la región de Tehuacán (San Juan Raya), Puebla (Buitrón, 1970, p. 18). Sin embargo, Pseudocidaris clunifera (Agassiz) es la única especie que se distribuye en el Cretácico Inferior, ya que las otras especies del género como son P. lusitanica De Loriol (Buitrón, 1978) y P. Thurmanni (Agassiz) son propias del Jurásico superior (Buitrón 1978). Pero aun cuando se ampliara el registro estratigráfico de estas especies, es fácil diferenciarlas entre sí, ya que P. lusitanica De Loriol tiene estrías en la cima de la radiola la cual en ocasiones puede estar estrangulada en la parte media, aspecto que no se presenta en las radiolas de P. clunifera. Por otra parte, las radiolas de P. thurmanni son muy semejantes a las de P. clunifera, pero más pequeñas y menos globosas (Loriol, 1887-1888).

## IMPLICACIONES ECOLOGICAS

No obstante el tiempo transcurrido, es posible saber como eran las condiciones ambientales que imperaban durante el Aptiano-Albiano en la región de Alisitos, Baja California, con base en el estudio de la litología y del conjunto faunístico.

Uno de los factores ambientales es la temperatura, la cual se puede deducir a partir de la medición de isótopos de oxígeno en las rocas del período estudiado (Urey, 1948). Bowen (1966) señala al Albiano como un período en donde ocurre el mayor incremento de la temperatura de todo el Cretácico, calculándose (Habick 1979) que el rango normal de temperatura era de 20° a 25°C, aunque no eran raras las temperaturas de 28°C.

La fauna de Alisitos vivió en aguas tropicales y claras, probablemente con pequeños cambios en la salinidad (Kauffman, 1979). Asimismo tenemos que, en las regiones comprendidas en el mar cretácico de Tethys (al cual pertenecieron las comunidades de la Formación Alisitos) existían aguas con una gran cantidad de compuestos de calcio, lo cual posiblemente favoreció a organismos con exoesqueleto calcáreo y pudiera explicar en parte, la extensión y la importancia de los bancos de corales y de rudistas (Rangin, 1984).

El análisis detallado de la litología de las secciones de Punta China, y áreas adyacentes, evidencia una actividad volcánica intermitente, la cual condicionaba la estructura y las relaciones de esta comunidad cretácica. Es posible que la fuente de actividad volcánica no se hallara muy lejos de las secciones la Bocana y los Torotes, mientras que las secciones del Cuervito y San José se encontraran más alejadas (Fig. 7).

Es de esperarse que durante esa época, el litoral de la

costa haya presentado material volcánico, el cual servía de sustrato a los corales de las numerosas especies de los géneros Montastrea, Cyathophora y Montlivaltia que de ahí se citan (Allison, 1960).

Asociados a los corales y compitiendo con estos activamente por el espacio existían bancos de pelecípodos-rudistas, formando juntos extensos arrecifes que desaparecían bajo los escombros volcánicos, cuando se reiniciaba la actividad volcánica. En la comunidad de Alisitos, los rudistas están representados por Caprinuloidea perfecta Palmer y por Coalcoamana sp.



Figura 7

Posición de las secciones de la Formación Alisitos estudiadas aquí con respecto a la fuente volcánica. (Almazán, 1988a).

La presencia de corales indica que las aguas no eran profundas, sino que más bien eran propias de una zona nerítica de aproximadamente 30 metros de profundidad, de clima tropical o subtropical. Asimismo la presencia de corales indica que la comunidad se encontraba cerca del climax o en el climax mismo (Margaleff, 1982) hasta que perecía por los desechos volcánicos.

Al respecto Hartshore (1988, 1989) señala que en los complejos arrecifales del norte de México y del Sur de Arizona, los rudistas caprinidos desplazaron a los corales en las últimas etapas de sucesión.

El significado de estas asociaciones faunísticas es muy importante, ya que al formar bancos de hasta 30 metros de altura, conformaban un ambiente de aguas someras, propias para el desarrollo de una gran cantidad de organismos (Alencaster, 1987). Las transgresiones del Albiano, así como el incremento de la temperatura de esos períodos propició una gran dispersión (Véase la tabla No. 1) a lo largo del mar de Tethys, lo cual sugiere que trajo mayores posibilidades de radiación (Newell 1972).

Asimismo, la presencia de braquiópodos -rinconélidos de los géneros Cyclothyris y Orbirhyncha permite suponer que sólo los braquiópodos rinconélidos podían sobrevivir conjuntamente con los rudistas (los grandes filtradores de la época) gracias a su típica disposición de la comisura de las valvas, lo cual les permitía crear corrientes más fuertes y en consecuencia, podían filtrar una mayor cantidad de alimentos.

En cuanto al género Cyclothyris, se ha propuesto (Ager, 1964) que pudiera ser una variedad del género Lamelirhynchis adaptada a las aguas someras; lo cual lleva a postular que los fósiles colectados por Almazán, se encontraban en el interior del arrecife.

Debido a lo anterior, se puede señalar que las localidades de los Torotes y la Bocana conformaban el interior del complejo arrecifal, ya que las calizas biógenas y los lodos petrificados indican un sistema de baja energía, mientras que las grauvacas señalan la transición de la ladera de un banco arrecifal a una laguna arrecifal (Bebout y Loucks, ). En contraste, el poco espesor de las calizas y areniscas en la localidad del Cuervito o su total ausencia en la localidad de San José sustentan la suposición de hallarnos en la parte externa del sistema arrecifal. Lo anterior se ve reforzado por la ausencia de Cyclothyris americana Cooper y de rudistas, los cuales no podían vivir en un sistema de alta energía.

La presencia del amonita Acanthoplites, (Almazán y Buitrón,

1984) en la localidad de San José, evidencia a un organismo que vivía en sistemas con mayor movimiento de aguas, y por lo tanto, apoya esta conjetura.

Scott (1979) y Alencaster (1987) señalan que para ambientes muy similares en las zonas de Arizona y Querétaro (Formaciones Mural y El Abra, respectivamente), existía una compleja red de relaciones tróficas con una alta diversidad de bivalvos conviviendo con caracoles herbívoros.

Los equinoides irregulares tenían un papel muy importante, ya que su morfología aplanada indica que su habitat eran los sedimentos marinos y el tipo de alimentación fue a partir de la materia orgánica que se encuentra en el fango (Cheathan 19 ), consumiendo los recursos alimenticios que se iban depositando, destacándose en ese aspecto Hemiaster sp. y Macraster elegans.

La abundancia de estos equinodermos sugiere que las condiciones eran propicias para el florecimiento de los mismos (opus cit). Al respecto, cabe señalar que en la Formación Duck Creek, Texas (una formación contemporánea y relacionada con la Formación Alisitos) se encontraron ejemplares de Hemiaster elegans washita (Lambert) con signos de haber sido parasitado por un caracol (Kier, 1981) lo cual indica que este tipo de relaciones no debieron de estar ausentes en la zona.

#### PALEOBIOGEOGRAFIA

Una de las características más sobresalientes del Cretácico fue el gran movimiento de las placas tectónicas, las cuales condicionaban los cambios climáticos, incrementando con ello, las fuerzas de selección natural y la distribución de los organismos (Kauffman 1979). Entre los sucesos más importantes cabe recordar la formación de los supercontinentes Laurasia y Gondwana, separados por un mar planetario, el mar de Tethys, el cual se encontraba a lo largo de las regio-

nes tropicales.

Asimismo, se presencia la formación del Protoatlántico, debido a la actividad de la cresta del Atlántico medio el cual es un agente activo en la separación de los continentes. Este acontecimiento es muy importante, ya que por una parte unfa a la subprovincia caribeña con la provincia mediterránea (Habich 1979).

El territorio nacional, junto con la mayor parte de Centroamérica se encontraba sumergido, poniendo en contacto a la región del Pacífico con la Mediterránea, siendo el promotor principal de este intercambio la primitiva corriente del golfo (Gulf Stream) la cual es originada por la rotación de la tierra sobre su eje, aunado a lo anterior y a que la subprovincia caribeña era una zona tectónica y evolutivamente joven, daba por resultado un incremento en las fuerzas de selección, lo cual dió origen a que la subprovincia caribeña fuera un centro de endemismo, carácter que se fue acentuando a lo largo del Albia-no (Alencaster, 1978).

Las especies que pueden ilustrar lo anterior son: Capri-nuloidea perfecta Palmer y Coalcoamana sp (rudistas). En contraste, las especies de pelecípodos Neithea (Neitheops) y Lima (Lima) sp. se reportan como cosmopolitas, mientras que Callucina (Callucinopsis) sp. están señaladas como perteneciente a la región Indo-Americana (Kauffman, 1973).

En lo que respecta a la zona, cabe notar que existe una confluencia de las placas de Farallon con la placa Norteamericana, originando con ello una zona de subducción (Longoria 1987; Nilson y Piali, 1978) durante el Mesozoico Medio y Superior, conformando un arco de islas volcánicas.

Esta región insular se hallaba comprendida entre las paleolatitudes 30° u 40° latitud norte (Habick, 1979). Entre estos paralelos se encontraban los mayores sistemas arrecifales del Cretácico, mismos que se localizaban en los actuales

estados sureños de E.U.A. (Nelson 1973) norte de México (Bonneau 1971), Antillas (Kauffman, 1973), la zona mediterránea (Mase, 1981) Egipto y Palestina (Henson 1950), Iran, Irak, China y el sureste asiático (Habick, 1979).

Asimismo, las intensas transgresiones del Cretácico Inferior y Medio (esto es, los avances del mar sobre la tierra) pusieron en contacto más estrecho la zona del Pacífico, con la Golfo-Antilleana a través de Texas, Nuevo México, Arizona (E.U.A.), Sonora, Chihuahua y Sinaloa (México). Dichas transgresiones son muy importantes ya que implicaban incrementos en la temperatura (Fisher y Arthur, 1977), lo cual significó condiciones más favorables para la dispersión y radiación de los rudistas (Kauffman y Sohl, 1973).

En consecuencia, como señala Allison (1971) conocer la fauna de Alisitos es tener la clave de la fauna de invertebrados marinos del Cretácico Inferior. La distribución de los géneros y de las especies de la Formación Alisitos se muestra en la tabla anexa (Tabla 1).

## Conclusiones.

La paleofauna de la Formación Alisitos, en el estado de Baja California Norte, pertenece al Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano) y tiene una edad aproximada de 110 millones de años.

La composición faunística está integrada por bivalvos como Lima (Mantellum) blancensis Staton, Callusina sp. y Neithea (Neitheops) subalpina Boese, Caprinuloidea perfecta Palmer, Coalcoamana sp, gasterópodos como Cossmanea (Eunerinea) pauli (Coquand), Nerinea (Plesioptygmatis) tomasensis Allison, Peruviella gerthi Olsson, Peruviella dolium Roemer, equinoides como Hemiaster sp, Pseudocidaris clunifera (Agassiz), Macraster elegans Adkins y los braquiópodos Orbirhinchia sp. y Cyclothyris americana Cooper.

Dichos organismos conformaron una comunidad bentónica de mar abierto y aguas cálidas, con un rango de temperatura aproximado de 23° - 30°, en la que la presencia de corales muestra que la profundidad no podía ser mayor a los 30 metros.

La especie del braquiópodo Cyclothyris americana Cooper parece indicar que la fauna se hallaba en el interior del sistema arrecifal. Asimismo, los corales sugieren que la comunidad se encontraba en su clímax o cerca de él, prevaleciendo por su mayor ocurrencia, los bancos de rudistas y los arrecifes coralinos, mientras que el resto de la fauna se componía de organismos detritívoros y filtradores.

La intermitente actividad volcánica cubría periódicamente de escombros la zona, sepultando a los organismos. En consecuencia, la estratigrafía de las secciones estudiadas muestra una alternancia de capas de rocas de origen volcánico y sedimentario. La posterior actividad tectónica alteró los estratos y en algunos casos, deformó a los fósiles.

La distribución paleobiogeográfica muestra una amplia

dispersión de los géneros con valor estratigráfico, en la Cuenca Mediterránea hasta el Pacífico. Se señala la presencia de los rudistas que junto con los corales, eran los elementos conformadores de las comunidades bentónicas marinas del Cretácico Inferior.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADKINS, W. S. 1920. The Weno Pawpaw formation of the Texas Comanche; Texas Univ: Bull 1856 p. 1-27, lám. 1-11.
- ADKINS, W. S. 1928. Handboock of Texas Cretaceous Fossils. Univ. of Texas, Bull N° 2838, USA.
- ADKINS, W. S. y WINTON, W. M. 1920. Paleontological correlations of the Frederichburg and Washita formations in North Texas; Texas univ. Bull 1945, p. 128 lám. 21.
- AGER, D. V. 1964. Further new rinchonelloids brachiopod from the Texas Cretaceous. Jour. Paleont. Vol. 38 N°1 p. 109-112, Text fig.
- AGER, D.V., RICHARD, E.G., D.J. MacLAREN y SCHMIDT H. 1965. Rinchonellidae in: Treatise on invertebrate paleontology. R.C. Moore (edit.). The Univ. of Kansas Press and the Geological Society of America.
- ALENCASTER, GLORIA, 1956. Pelecípodos y gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. Univ. Nal. Aut. de Méx. Inst. de Geol. Paleontología Mexicana 2, 47 p., 7 lám.
- - - -, 1978. Distribución de la Fauna Marina del sur de México y del Norte de América Central durante el Cretácico in: Conexiones entre Norte y Sudamérica. V. I. Ferrusquía (edit.) Simposio internacional sobre Paleontología y Paleogeografía Mesoamericana. Instituto de Geología. Bol. 101, p. 47-65, lám. 1, text. fig.
- - - -, 1987. Moluscos bentónicos de la mitad meridional de México durante el Cretácico. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología Vol. 1 N° 1, p. 1-23.
- - - -, 1987. Fauna arrecifal del Albiano tardío de la región de Jalpan Querétaro. Actas de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Simposio internacional (24-26 Nov.). El Cretácico de México y América Central. J. M. Burbarin, C. H. J. Gursky, Merburd P. (edits.). Linares, N.L., México, p. 11-119.

- - - - y PANTOJA ALOR, J. 1986. Coalcoamana ramosa (Boehm) (Bivalvia-Hipuritacea) del Albiano temprano del Cerro de Tuxpan, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 42, N° 1, p. 33-46.
- ALLISON, E. C. 1955. Middle Cretaceous gastropod from Punta China, Baja California Norte, México. Journal of Paleontology. Vol. 29 p. 400-430, lám. 43, figs. 10-12.
- - - - - 1960. Geological history in: Symposium: The Biogeography of Baja California and adjacent areas. Durham, J. W., Gastill, C. D., Allison, E.C. (edits.). Sist. Zool. Vol. 9, N° 2, p. 6-208. Text. figs.
- - - - - 1974. The type Alisitos Formation (Cretaceous) of Baja California and its bivalve faune In: Peninsula of Baja California, San Diego California. Amer. Assoc. Petrol. Geol. San Diego California. Meeting Guidebook, p. 20-55.
- ALMAZAN-VELAZQUEZ, E. 1988a. Marco paleontológico y geodinámico de la Formación Alisitos en la Península de Baja California Norte. Instituto de Geología, Revista 7(1) p. 32-40.
- - - - - 1988b. Geoquímica de las rocas volcánicas de la Formación Alisitos del arroyo La Bocana, en el Estado de Baja California Norte, México. UNAM. Instituto de Geología, Revista 7(1) p. 41-55.
- ALMAZAN V. E. y BUITRON, B. E. 1984. Bioestratigrafía del Cretácico Inferior de Baja California Norte, México. Memorias del II Congreso Internacional de Paleontología p. 378-387.
- AUBOIN, JEAN, 1981. Tratado de Geología, Vol. 2. Editorial Omega. Barcelona, España. 586 p.
- BEAL, R. D. 1948. Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, México: Geol. Soc. Am. Mem. 31, X, 138 p. illust. index geol. map.
- DEBOUT, D. G., LOUCK, R. G. 1982. Lower Cretaceous reef, south Texas. In: Carbonate depositional environmental. Schoelle, P. A., Bebout, D.G. (edits.). Amer. Assoc. Petrol. Soc. Memoir 33, p. 441-444.

- BEEGS, J. M. 1984. Volcaniclastic rocks of the Alisitos group, Baja California Norte. In: Frazel, V.A. (edit.) Geology of the Baja California Peninsula, Soc. Econ. Paleont. Miner. I, Vol. 4 p. 307-524.
- BOESE, E. 1910. Paleontología del cerro Muleros. Instituto Geológico. México. Parergones. Vol. I. 193 p, Vol. II 58 lám.
- BOESE, E. y WITTICH, E. 1913. Informe relacionado a la exploración de la región norte de la costa occidental de la Baja California. Instituto Geológico de México. Parergones. Vol. 4, p. 307-529.
- BÓNNEAU, M. 1972. Données nouvelles sur le series cretacees de la cote Pacifique du México. Bull. Soc. Geol. FR., (7), 14, p. 55-65.
- BOWEN, C. A. 1966. Geology of Central Dominican Republic (a case history of part case island) in: Caribbean Geology Investigation. H. Hess (edit.) The Geological Soc. of Amer. Memoir 98, p. 11-83.
- BOWEN, E. D. 1966. Paleotemperature analysis. Elsewer Scientific Publication. Co. London, p. 169.
- BUITRON, B. E. 1970. Equinoides del Cretácico superior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla. Paleontología Mexicana. N° 30, p. 1-45, lám. 9.
- BUITRON, B. E. 1971. Equinoides del Cretácico Inferior de México. Paleontología Mexicana N° 31. Instituto de Geología, UNAM, p. 1-72, 12 lám.
- - - -, 1974. Algunos aspectos evolutivos de los equinoides de San Juan Raya. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. N° 35, p. 277-284.
- - - -, 1978. Hemicicaroideos (Echinodermata-echinoidea) del Jurásico Superior de Oaxaca y Chiapas. Revista del Instituto de Geología. Vol. 2, N° 1, p. 65-68.
- - - -, 1981. Gasterópodos del Cretácico Inferior de México Occidental y sus implicaciones paleobiogeográficas. Ann. II Cong. Latinoamericano de Paleontología. I. p. 343-357. Porto Alegre, Brasil.

- - - -, 1986. Gasterópodos del Cretácico (Aptiano-Albiano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo 48, N° 1, p. 17-32.
- BUITRON, B.E. y BARCELO, D. J., 1980. Nerineos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya, Puebla, UNAM.
- BUITRON, B. E. y RIVERA, C. E., 1986. Nerineidos (Gastrópoda-Nerineida) Cretaceos de la región de Huetamo, Michoacán, Bol. Soc. Geol. Mex. Tomo 48, N° 2 p. 65-84.
- CALZADA, B. S., 1975. Braquiópodos Infracretácicos del levante español. Trabajos del Museo Geológico del Seminario de Barcelona (Sección de Bioestratigrafía). Vol. 14, Publicación N° 149, p. 9-69.
- CHEATHAM, T. L. 1963. Paleoenvironments of the Upper Albian stage (Cretaceous) of the eastern Traspecos Texas. Master Tesis. Univ. Texas. 342 p.
- CHOFFAT, PAUL, 1888. Mollusques in: Choffat, Paul et De Loriol, Perceval. Materiaux pour l'etude stratigraphique et paleontologique de la province d'Angola. Soc. Phisique et Histoire Natural. Geneve Mem. V.30 N°2, 116 p., 4 lám.
- CHOFFAT, P., DORTEVILLE, J. y BREVION, H. J. 1947. Actaenoella anchietai. Num. Royal Congo Belga Ann. Sci. Geol. V. 15, p. 95.
- CLARK, W. B. 1891. A revisional of the Cretaceous echinoidea of the North America; John Hopkins Univ. Circ. Vol. 10 N° 87, p. 75-77.
- - - -, 1915. The Mesozoic Echinodermata. U.S. Geol. Surv. Bull. 97, 207 pp. 50 lam.
- CLARK, W. B. y WITCHELL, S. L. 1906. Mesozoic and Cenozoic echinoderms of the United States, U.S. Geol. Surv. prof. papers 54, 227 p.
- COOGAN, A. H. 1973. Nuevos Rudistas del Albiano y del Cenomaniano de México y del Sur de Texas. Instituto Mexicano del Petróleo, N° 56, p. 51-83.
- COOKE, C. V. 1946. Comanche echinids. Jour. Paleon. Vol. 20, N° 3, p. 193-237.

- - - -, 1953. Comanche echinoids. U. S. Geol. Surv. profesional papers 254, 33 p.
- COOPER, G. A. 1955, News Cretaceous Brachiopods from Arizona. Smithsonian Misc. Coll., Vol. 131, N° 4, p.
- COQUAND, E. F. 1862. Geologie et paleontologie de la province de Constantine. Atlas. Marsella 1862, 35 lam.
- COTTEAU E. P. 1862-1867. Paleontologic Fracaise. Terrain Cretácee, I Paris. 489 p.
- COTTEAU, E. P. et TRIGER, S.P., 1861. Echinodes du Department de la Sarthe, consideres point de une zoologique et stratigraphique. Paris 72-B. 456 p. avec. plates.
- CRAGIN, F. W. 1893. A contribution to the invertebrate paleontologie of the Texas Cretaceous; Texas Geol. Survey Ann. Rept. 4 pt. 9, p. 139-294, lám. 24-46.
- - - -, 1894. Description of invertebrate fossils from the Comanche series in Texas, Kansas and Indiana Territory; Colorado College Studies Vol. 5 p. 49-68.
- DARTON, N. H. 1921. Geological reconnaissance in Baja California, Mexico. Journ. of Geol. Vol. 29, p. 720-748.
- DELPEY, T. R. 1939. Notes et memoires. Soc. d'etudes Geol. Haut. Comm. Rep. Francaise en Syrie et au Liban. Vol. 3 (1940) p. 178-179, lám. 5, fig. 1-2.
- DESOR, D. in: Agassiz et Desor, 1847. Catalogue raisonnees des schinoderms Ann. Sci. Nat. (Zool) 3d. ser, vol. 6 p. 305-374.
- DONSELLEY, W. T. 1966. Geology of the St. Tomas and St. John U.S. Virgin Island in: Caribbean Geological investigation by H. Hess (edit.) The Geological Society of America. Memoir 98, p. 88-174.
- DURHAM, W. J. 1959. The late Mesozoic of Central California. Division of mines and Geological Bull. 181, p. 31-38.

- EMMONS, S. F., MERRILL, G. P. 1894. Geological sketch of Lower California, Bull. of the Geol. Soc. of Amer., Vol. 5, p. 498-514.
- FIFE, S. M. 1983. Geology of the Bahia Sta. Rosalfa Quadrangle Baja California, México. Master Thesis, San Diego State University, 342 pp.
- FISHER, E. D., ARTHUR, G. W. 1972. Secular variation in the pelagic realm. Soc. Econm. Paleon. Miner. Special papers N° 25 p. 352-387.
- GABB, W. M. 1859. Lower California. Report of J. Res. Brownson. The mineral resources of the States and Territories west of the Rocky mountains. Washington Government. Print Officer 1868, p. 630-639.
- GASTILL, E. F., ALLISON, E. C. 1975. Reconossaince of the State of Baja California Geological Society of America. Memoir 140, 496 p. (Incluyen 3 mapas).
- GONZALEZ, C. L., JACQUES, A., ALMAZAN V., E., RODRIGUEZ, C. 1987. Paleogeografía del Cretácico Inferior de Sonora. Simposio Internacional (24-26 nov.) El Cretácico de México y América Central. Resúmenes. J. M. Bubarin, C. H. J. Gursky, P. Merburd (Edits.) Linares, Nuevo León. México, p. 111-119.
- HABICH, J. K. A. 1979. Paleoclimate, paleomagnetism and continental drift. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Studies in Geology N° 9, p. 26-89.
- HARRIS, G. D., HODSON, F. 1922. The rudist of Trinidad. Paleont. Amer. Vol. 1, N° 3, p. 119-162, lam. 18-28, text. figs.
- HARTSHORNE, P. M. 1988. Paleocology of a coral rudist bioherms Lower Cretaceous Upper Mural Limestone, Southeastern Arizona. Geological Society of America. 20(3) 84 th Annual Meeting Cordilleran Section Abstracts with programs, p. 16-17.
- - - -, 1989. Facies Architecture of a Lower Cretaceous Coral Limestone rudist pacht re Arizona. Cretaceous Research. Vol. 10, N° 4, p. 12-26.
- HAYES, T. P. 1970. Cretaceous paleogeography of southeastern Arizona and adjacent areas. Geol. Surv. prof. pap. Washington, p. 3-92.

- HENDRICK, L., WILLIAMS, F. W. Introduction In: Comanchean (lower Cretaceous) Stratigraphy and Paleontological of Texas. L. Hendrick (edit.). The Permian Basin Section and the Soc. Econ. Paleont. Miner. p. 1-39.
- HENSON, F. R. S. 1950. Cretaceous and Tertiary reef Formation and association sediments in middle east. Bull. of the Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 34 N° 2, p. 215-238.
- HILL, B. F. Contribution to the Geology of part of Sonora, México. Science N° 12, 447 (1900); N. Y. Ac. Sci. Ann. 13: 492 (1901), p. 24-52.
- IMLAY, W. R. 1944. Correlations of the Cretaceous Formation of the Centroamérica and México. E. U. The Geol. Soc. Bull. of Amer. V. 55, p. 1005-1045.
- JONES, T. S. 1938. Geology of Sierra de la Peña and Paleontology of the Indidura Fomnation. Coahuila, México. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 49, N° 1, p. 69-149. 14 lam.
- KAUFFAMAN, E.G. 1973. Cretaceous Bivalvia In: Atlas of paleogeography. H. Hallman (edit.) Elsevier Scientific Publishing Co. N.Y., p. 349-360.
- - - - -, 1979. Cretaceous In: Treatise on invertebrate paleontology. R. C. Moore (edit.) Part A. Introduction. University Press and the Geological Society of America Inc. 705 p.
- KAUFFMANN E. G. y SHOL, N. R. 1973. Structure and evolution of Antillean Cretaceous rudist framework. Jour. Paleont. Vol. 50 supl. 2, lám. 4, abst.
- KEW, W. S. 1920. Cretaceous and Cenozoic echinoids of the Pacific Coast of North America Calif. Univ. Publis. Dep. Geo. Vol. 8 p. 39.
- KIER, P. M. 1981. A bored Cretaceous echinoderm. Jour. of Paleon. Vol. 55 N° 3 p. 656-659, figs. 1a, 1b y 1c.
- KILMER, F. H. 1963. Cretaceous and Cenozoic Stratigraphy and paleoenvironmental El Rosario, B. C. P. H. Thesis. Univ. Texas, USA. 582 p.

- MASSE, J. P. 1981. Cretaceous coral rudist buildups of France. Soc. Econ. Petrol. and Miner. Special public. 30, p. 399-426.
- MAURY, C. J. 1936. O Cretaceo de Sergipe, Brazil Servicio Geologique Miner., Vol. II 283 p. 28 lam.
- MINCH, J. A. 1969. A depositional contact between the probatholitic Jurassic and Cretaceous rocks in Baja California, México (abstr.) Geol. Soc. Amer. Abstracts with programs. Pt. 3. Cordilleran Section, p. 42-43.
- MOORE, R. C. 1953-1979. Treatise on invertebrate paleontology. The Geologic Society of America and the Kansas University. Kansas University Press.
- MORALES, SOTO, S. 1987. Nerinacea (Mollusca-Gastropoda) el Cretácico Inferior de la parte norte del estado de Guerrero. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología. Vol. 1, N° 1, p. 204-218. lám. 1, figs. 1-4 12.
- NEWELL, N. D. 1972. The evolution of reefs. Scientific American. Vol. 226 N° 6, p. 54-65.
- OLSSON, A. A. 1934. Contribution to the paleontology of northern Peru- The Cretaceous of The Amotape region: Bull. Am. Paleont. Vol. 20 N° 69, 102 p. 10 lam.
- OLSSON, A.A. 1944. Contribution to the paleontology of north Perú, pt. 7 The Cretaceous of the Paita region: Bull. Am. Paleont. vol. 28, N° 111, 147 p, 17 lám.
- OWEN, E. F. 1962. The brachiopod genus Cyclothyris. British Museum (Nat. Hist.) Bull. Vol. II, p. 39-63, figs. text.
- - - - 1976. Some Lower Cretaceous Brachiopods from East Greenland. Meddloster on Greenland Kommission for videnskabelig undersogelse. 171, N° 3, p. 5-15.
- PALMOR, J. E. 1928. The rudist of Southern Mexico. Calif. Acad. Scien. occasional papers. Vol. 14, 137 p. text figs.

- PETTITT, N. E. 1950-1955. A monograph of some Rhynchonellidae of the British Chalk. Paleont. Soc. Pt. 1-2, p. 1-52. 1ám. 1-3.
- RANGIN, C. 1978. Speculative model of Mesozoic geodinamics, Central Baja California to northeastern Sonora (México). Mesozoic symposium. Vol. 2, p. 2-8. Soc. Econ. Palcon. Miner. Howell and Mc Cauge1 (edits.).
- - - - - 1982. Contributions a l'etude Geologique de systems cordillerans du nord-ouest du México. Memoire des Sciences de la terre. Univ. Pierre et Marie Curie. These de Doctoral.
- - - - - 1984. Aspectos geodinámicos de la región noroccidental de México. Revista del Instituto de Geología. Vol. 5, N°2, p. 186-192.
- REED, R. G. 1967. Stratigraphic and structure of the Alisitos formation near the Rosario. Univ. San Diego. Master Thesis, p. 118-123.
- REY, J. F. 1972. Recherches geologiques sur le Cretáceo inferieur de l'Extremadura, Portugal. Tesis de Doctorado. 529 p.
- ROEMER, F. A. 1836. Die Versteinerunge des norddeustehse ooliten gebirgen. Hannover, 218 p. 1am. 16.
- - - - - 1849. Texas: Honn, Adolf Marcus, 464 p.
- - - - - 1852. Die Kreidebildungess von Texas ihre ovgahischen. Einschlusse Bonn. Adolf Marcus, 100 p. 11 lam.
- - - - - 1888. Macraster, eine neu Spantangoideo Gattung aus der Kreide von Texas: Neus. Jahrb., Jahg 1888, Band 1, p. 191-199, lam. 6.
- ROMO DE LA ROSA E. y BUITRON, B.E. 1987. Gasterópodos de la región limítrofe en los Estados de Michoacán y Guerrero y sus implicaciones paleobiogeográficas.
- SANTILLAN, M., BARRERA, T. 1930. Las posibilidades petrolíferas de la costa occidental de Baja California, entre los paralelos 30° y 32° de latitud norte. Anales, 5, p. 1-37.

- SCHERICHER, J. 1988. Lower Cretaceous coral-algal rudist patch reef in Southern Arizona In: Geological diversity of Arizona. Special papers State Arizona. Bureau of Geology and Mineral Technology 5, p. 280-292.
- SCOTT, R. W. 1979. Depositional model of Early Cretaceous coral-algal rudist reef in Arizona. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bulletin, Vol. 63, N° 7, p. 1108-1127.
- SHUMARD, B. F. 1853. Description of the species of Carboniferous and Cretaceous fossil collected. Marcy's Natural History of the Red river of Louisiana. Appendix E. p. 197-211.
- SILVER, L. T., STOIL, F. G. y ALLEN, C. R. 1963. Lower Cretaceous pre-batholithic rocks of Northern Baja California, México. Amer. Assoc. Petrol. Geol. San Diego Meeting guidebook, p. 20-55.
- SMISER, J. S. 1936. Cretaceous echinoids Transpecos, Texas. Jour. Paleon. Vol. 7, N° 2, p. 123-163.
- SOWERBY, A. 1928. Luid. Geol. Meue. Vol. 1928, pt. 2, afl. 4, p. 95. (III records in Africa).
- STATON, T. W. 1947. Studies of Some Comanche Pelecypods and Gastropods. Geol. Surv. Professional papers. 211-250 p.
- TARDIN-CASSAB, RITA DE CASSIA. 1982. Sobre a ocorrência de Peruviella dolium Olsson 1944 no Cretácico do Brazil (Mollusca-Gastropoda). Ann. Acad. Brazil. Cien. 4-3: 575-577.
- TARDY, D. S. 1977. Reconstrucción tentativa de la evolución paleogeográfica y estructural de la parte septentrional de México durante el Mesozoico y el Cenozoico. Congreso Latinoamericano de Geología, Resúmenes, p. 138.
- VALDEZ GOMEZ, M. R. 1980. Gasterópodos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de Cocuaro, Michoacan. Tesis profesional UNAM. 325 p.

- WILLIAMS, A., ROWELL, A. J., MUIR-WOOD, H. M., PITRAT, CH. W., SCHMIDT, H., STEHL, F. G., AGER, D. V., WHIRGT, A. D., ELLIOT, G. F. AMSDEN, T. W., RUDWICH, M. J. S., HATAI, H. 1957. Treatise on invertebrate paleontology. Part H. Brachiopoda. The Geo. Soc. Amer. and the Kansas University. The Kansas University Press. 873 p.
- WINTON, W. M. 1925. The geology of Denton County. Univ. Texas Bull. 2544. 21 lam.
- WHITES, C. A., 1885. On Mesozoic fossil, U.S. Geol. Surv. Bull. 4, 58 p.
- WOODFORD, A. C. y HARRIS, T. F. 1936. Geological reconnaissance across Sierra San Pedro Martir, Baja California Norte, México. Geo. Soc. Bull.

## LAMINA 1

Figuras 1 y 2. Cyclothyris americana Cooper

1. Vista anterior de la valva peduncular (X2).
2. Porción ventral del fósil, donde se aprecia la valva braquial (X2).

Figuras 3, 4 y 5. Orbirrinchia sp.

3. Vista anterior de la valva peduncular (X3).
4. Vista del fósil en posición ventral (X3).
5. Vista posterior de la valva peduncular, en donde se aprecia el umbón corto (X3) y fuerte.

Figuras 6, 7 y 8. Caprinuloidea perfecta Palmer

6. Vista dorsoventral de la valva inferior (X1).
7. Valva superior. En ambos casos se aprecian con claridad las estrias longitudinales (X1).
8. Corte transversal de la valva inferior. En la cavidad del manto se aprecian con claridad los espacios accesorios (X1).

Figuras 9, 10 y 11. Coalcoamana sp.

9. Corte transversal de la valva superior (X1).
10. Corte transversal de la valva inferior, donde las cavidades principales y accesorias se denotan con claridad, al igual que los mióforos (X1).
11. Valva superior en posición ventrolateral. Las estrias son claras y bien marcadas (X2).

Figura 12. Neithea (Neitheops) subalpina Boese  
Fragmentos de la valva superior (X1).



1



2



3



4



5



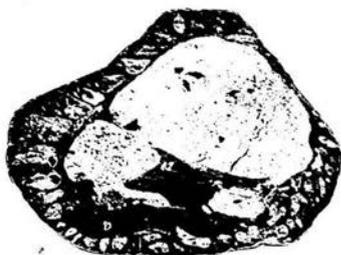
6



7



8



9



10



11



12



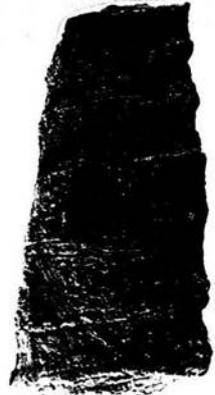
13



14



15



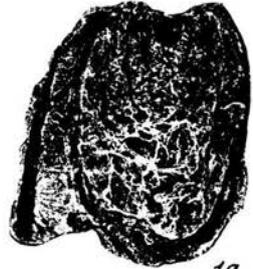
16



17



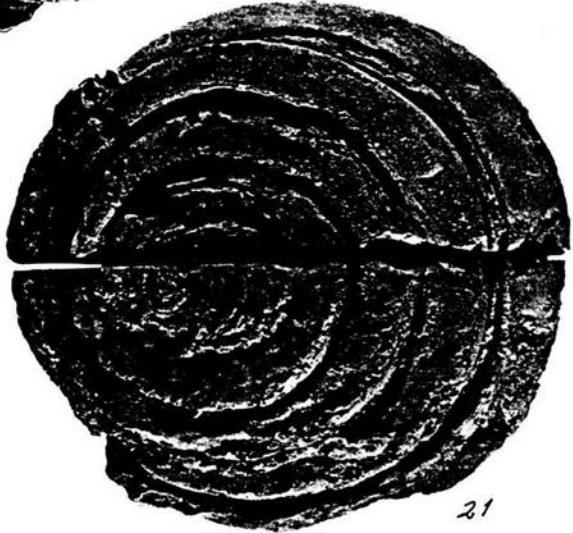
18



19



20



21

## LAMINA 2

Figura 13. Lima (Lima) blancensis Staton

Fragmentos de la valva superior. No se conservaron las aurículas (X1).

Figuras 14, 15, 16 y 17. Nerinea (Plesioptygmatis) tonasensis Allison.

14. Fragmento donde se aprecian los cordones espirales (X1).

15. Corte Longitudinal e impresión en película de acetato, donde se notan claramente los pliegues internos de la concha (X1).

16. En este ejemplar se aprecia la forma turriculada de la concha y el perfil cóncavo (X1).

17. Película de acetato mostrando el corte longitudinal del mismo ejemplar. Los pliegues aquí se muestran mas claramente (X1).

Figuras 18, 19 y 20. Peruviella gerthi Olson

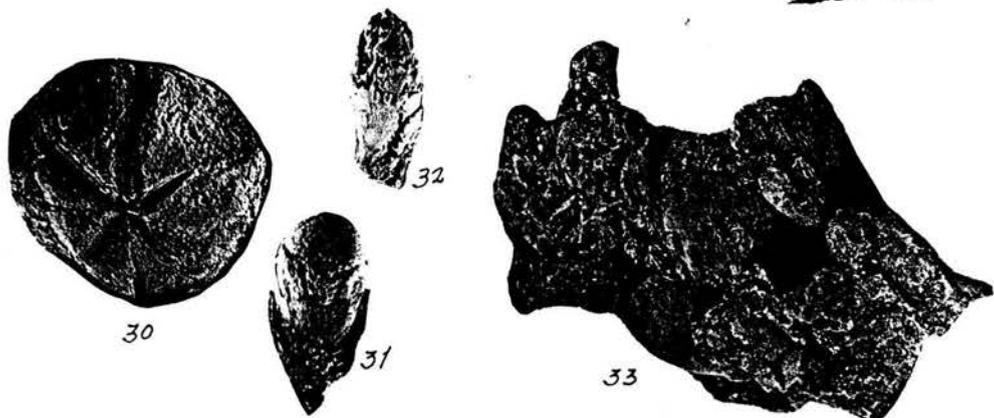
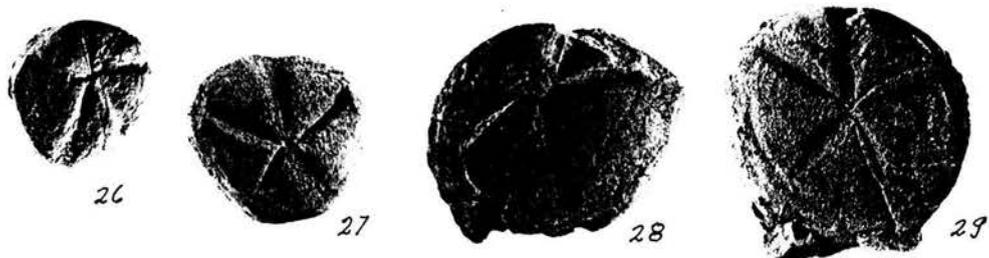
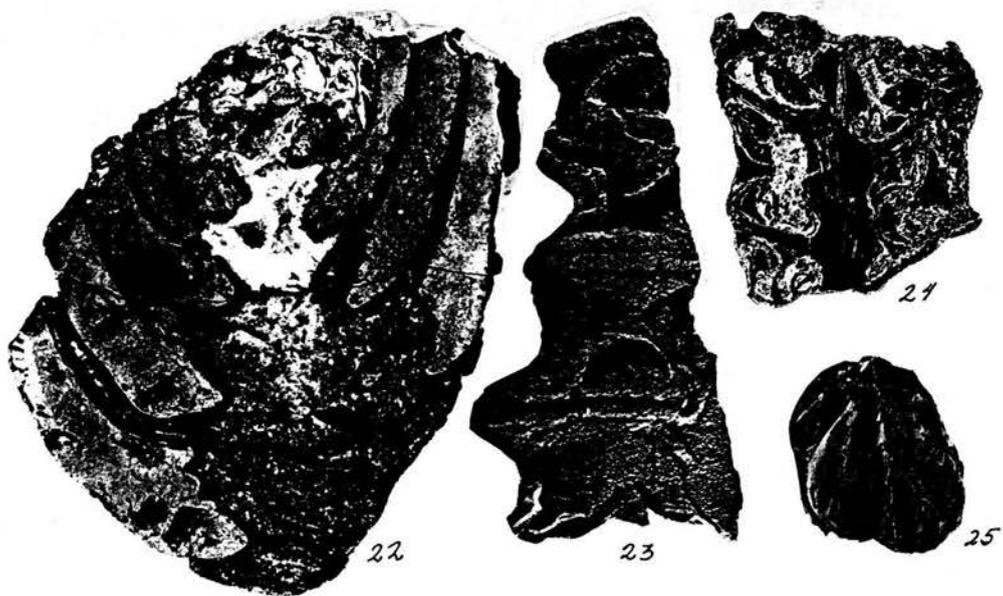
18. Corte longitudinal de la concha (X1).

19. Corte longitudinal de la concha donde se observan los pliegues (X1).

20. Corte longitudinal de la concha (X1).

Figura 21. Peruviella dolium Roemer

21. Vista de la espira (X1).



LAMINA 3

Peruviella dolium Roemer

22. Ejemplar deformado pero que aún muestra los pliegues característicos de la especie (X1).

Figuras 23 y 24. Cossmannea (Eunerinea) pauli Allison

23. Corte longitudinal del ejemplar, mostrando su perfil muy cóncavo, así como las suturas de la concha (X1).

24. Fragmento de la concha que muestra los pliegues internos (X1).

Figuras 25, 26, 27 y 28 Hemiaster sp.

25. Vista anterior del ejemplar. Nótese la morfología del ambulacro (X1).

26. Ejemplar donde aparecen con claridad los ambulacros (X1).

27. Vista superior, que muestra la morfología de los ambulacros e interambulacros (X1).

28. Ejemplar deformado e incompleto (X1).

Figuras 29, 30 Hemiaster (Macraster) elegans Shumard

29. Ejemplar donde se aprecian de manera clara los ambulacros largos y profundos, que son característicos de esta especie (X1).

30. Vista dorsal del fósil donde se encuentra el aparato apical (X1).

Figuras 31, 32 y 33. Pseudocidaris clunifera (Agassiz)

31. Radiola en forma de clava, con el collarín oculto por la roca (X1).

32. Radiola incompleta (X1).

33. Radiolas incluidas en la roca donde se observan también corales (X1).