

10j 162

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL
NANOPLANCTON CALCAREO
DE LA CENOBALIA DE TAMPICO, VER.

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO
PRESENTA ALFREDO RODRIGUEZ SAAVEDRA

MEXICO, D. F. 1981



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.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	pg. 5
RESUMEN	pg. 6
I. INTRODUCCION	pg. 7
I.1 Antecedentes Históricos	pg. 11
I.2 Estudios sobre Nanoplancton Calcáreo de México	pg. 16
II. GENERALIDADES SOBRE COCOLITOFORIDOS	
II.1 Descripción del Organismo	pg. 18
II.2 Producción de cocolitos	pg. 22
II.3 Morfología	pg. 25
II.4 Cristalografía	pg. 28
II.5 Composición química	pg. 32
III. OBJETIVOS	pg. 33
IV. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	
IV.1 La Cenobahía de Tampico	pg. 34
IV.2 La Formación Horcones	pg. 37
V. MATERIAL Y METODO	

V.1 Material

- A. Muestras de Sedimentos pg. 40
- B. Aparatos pg. 43
- C. Substancias químicas que se emplearon pg. 44

V.2 Métodos en el laboratorio

- A. Técnica para separar cocolitofóridos y discoastéridos del sedimento pg. 46
- B. Proceso para preparar láminas con muestras de cocolitofóridos y discoastéridos para su estudio en el Microscopio Petrográfico pg. 47
- C. Proceso para preparar láminas con muestras de cocolitofóridos y discoastéridos para su estudio en el Microscopio Electrónico de Barrido pg. 48

V.3 Observación de las láminas de cocolitos

- A. Observación al Microscopio Petrográfico pg. 49
- B. Observación al Microscopio Electrónico de Barrido (M. E. B.) pg. 51

V.4 Análisis Granulométrico

pg. 53

VI. RESULTADOS	
VI.1 Lista de Nanoplancton Calcáreo que se encontró en la Formación Horcones	
A. Clasificación que se adopta en el presente trabajo, para los cocolitofóridos, los nanolitos que presentan una relación con éstos, y los no cocolitofóridos	pg. 54
B. Especies que se encontraron y que se identificaron	pg. 59
VI.2 Análisis Granulométrico	pg. 63
VII. DISCUSION	pg. 64
VIII. CONCLUSIONES	pg. 68
IX. BIBLIOGRAFIA	
IX.1 Literatura citada	
IX.2 Literatura consultada	
LAMINAS	
1-12 Microfotografías tomadas en el Microscopio Ultraphot II	
13-29 Microfotografías tomadas en el Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM-35	

RESUMEN

Los coccolitofóridos, los nanolitos afines y los discoastéridos, forman un componente importante del nanoplancton calcáreo que se encuentra en gran abundancia en las rocas sedimentarias, principalmente en aquellas pertenecientes al Terciario.

El estudio de muestras con nanofósiles pertenecientes a un afloramiento de la Formación Horcones, de la Cenobahía de Tampico, Veracruz; ha sido con el fin de conocer la morfología de éstos, su posición sistemática y su rango bioestratigráfico; asimismo, para iniciar el estudio del nanoplancton calcáreo de México.

En este trabajo se empleó un método de decantación muy sencillo y eficiente, para separar nanofósiles del sedimento. Y se introduce un nuevo método para preparar láminas para ser observadas en el Microscopio Electrónico de Barrido que es complementario al que se utiliza para preparar láminas para el Microscopio Petrográfico.

La presencia de nanofósiles característicos del Eoceno Superior y del Oligoceno Inferior en la formación estudiada indican que este afloramiento puede representar la base de la Formación Horcones, o la parte superior de la Formación Chapapote (Eoceno Superior).

En este estudio se pudo verificar la gran diversidad de las especies, su distribución estratigráfica y su amplia distri

bución geográfica.

Se encontraron diversas especies nuevas pertenecientes a los géneros *Calcidiscus*, *Coccolithus*, *Discoaster*, *Ericsonia*, *Helicosphaera*, *Pontosphaera*, *Prinsius*, *Reticulofenestra* y *Toweius*.

I. INTRODUCCION

El nanoplancton calcáreo, nombre aplicado comúnmente a los cocolitos, discoastéridos, nanolitos y formas relacionadas, incluye muchos taxa, los cuales pertenecen en su mayoría a las algas marinas unicelulares División Chrysophyta; otras formas, especialmente aquellas ya extintas no comparables con representantes recientes, solamente pueden estar clasificadas en los Protistas según Martini (1971).

Su amplia dispersión, un resultado de su forma planctónica; su tamaño tan pequeño (de 1 a 20 micras); el hecho de que muchas especies se encuentren en abundancia y a su gran diversificación estructural, observada en el proceso evolutivo, relativamente rápido en muchos de los grupos, hacen que estas formas resulten excelentes herramientas en la subdivisión de estratos marinos entre grupos de zonas bioestratigráficas. Siempre y cuando no hayan sido redepositados y se encuentren en suficiente número. (Cohen, C.L.D. 1965).

El hecho de que se encuentren en muchas rocas en mayor abundancia que los foraminíferos, permite que pequeñas cantidades de material sean suficientes para trabajar con éstos, además de que aplicando las técnicas apropiadas resultan más fáciles de extraer y encontrar; lo que permite la determinación rápida de edades. Lo cual es de gran utilidad y especialmente fácil de manipular en pozos profundos en

donde las muestras de los costados de las paredes pueden ser tomadas a cualquier profundidad. (Cohen, C.L.D. 1965).

A pesar de que el nanoplancton calcáreo se conoce desde hace más de un siglo, el estudio intenso con fines bioestratigráficos se ha llevado a cabo en los últimos treinta años.

Aunque los cocolitos han sido encontrados en varios sedimentos del Paleozoico (Deflandre, G. 1952; Noël, D. 1961), los depósitos más antiguos de ser datados son del Jurásico Inferior marino (Liásico). Las presencias señaladas de estos organismos en el Pre-Cámbrico, el Devónico y el Pennsilvánico no han sido bien confirmadas.

Las miles de muestras del Cretácico al Reciente de diferentes partes del mundo han indicado su amplia distribución geográfica (lo cual prueba la afinidad en cuanto a la composición de agregados de nanoplancton en depósitos tan distantes) y sus rangos restrictos en el tiempo para muchas especies de estos microfósiles planctónicos. (Bramlette, M.N. 1960).

Existe un límite en el grado de refinamiento estratigráfico, el cual sólo puede alcanzarse mediante el análisis total de muestras y de una comparación directa en zonas ampliamente separadas de los océanos. Aparte, la carencia obvia de secuencias sedimentarias completas; una consecuencia de los métodos de muestreo empleados, deben

también considerarse la influencia de los factores ambientales y los procesos diagenéticos. (Ramsay, A.T.S. 1971).

Una posibilidad para eliminar algunos de estos factores, es investigar a los foraminíferos planctónicos y al nanoplancton calcáreo simultáneamente. Esta aproximación es particularmente adecuada para el análisis estratigráfico de muestras ampliamente dispersas de sedimentos calcáreos y calcáreo silíceos. Aparte de permitir un refinamiento estratigráfico de alto grado, en donde la distribución de las especies de ambos grupos pueden utilizarse en conjunción, la mayor tolerancia del nanoplancton calcáreo a la solución de carbonato de calcio y probablemente al clima, facilita la correlación entre muestras de un rango de latitud más amplio, así como de la profundidad, en donde sólo puede establecerse con los foraminíferos. (Ramsay, A.T.S. 1971).

La ausencia de secciones continuas es una desventaja para el análisis bioestratigráfico detallado, particularmente cuando más - grande es el área en donde se quiere llevar a cabo el estudio. Aunque es imposible describir en límites absolutos las zonas bioestratigráficas reconocidas, la presencia de flora y fauna idéntica en localidades ampliamente separadas es suficiente prueba de su existencia. (Ramsay, A.T.S. 1971).

En los últimos diez años se han intensificado los estudios

de sedimentos en las profundidades marinas, principalmente con el Proyecto de Perforación del Océano Profundo (Deep Sea Drilling - Project), lo que ha generado una gran cantidad de datos sobre nanofósiles, incrementando la utilidad de éstos.

Asimismo se ha reconocido la importancia del nanoplancton calcáreo como un componente mayor del sedimento pelágico.

Sin embargo, este grupo de microfósiles tiene varias desventajas debido a su tamaño tan pequeño y a su abundancia; esto es, que se desplazan con facilidad, contaminando otros estratos, dando como consecuencia la redepositación con frecuencia en estratos más jóvenes, así como el transporte hacia grandes distancias por ríos y corrientes marinas, lo que puede implicar una redistribución de estos mismos.

Por otra parte, dado su tamaño, es necesario el uso de técnicas adecuadas para la observación de muestras en microscopios lo suficientemente potentes, debido a que del análisis al microscopio, se basa en parte su posición sistemática. Los nanofósiles presentan una morfología muy particular que difícilmente se distingue con un microscopio óptico común, ya que están constituidos en su microestructura por cristales de calcita que reaccionan con luz polarizada. Lo que hace necesario para su observación el uso del microscopio petrográfico. Así como del uso complementario del Microscopio Electrónico de Transmisión y del Microscopio Electrónico de Barrido para lograr definir la estructura de su morfología externa.

I.1 Antecedentes Históricos

Los primeros estudios sobre nanoplancton calcáreo se iniciaron por el investigador alemán C.G. Ehrenberg (1836) cuando observó que en la Creta de Rügen existían unos pequeños cuerpos ovalados que describió como "cristaloides" de origen inorgánico.

Posteriormente, en su obra más importante intitulada "Mikrogeologie" (1854) describe una gran cantidad de cocolitos "morpholites" y de discoastéridos "Kalkerdige Crystalldrusen" o "Scheibensternchen", como discos de cristal calcáreo o cuerpos en forma de estrella, provenientes de margas y cretas de diversos lugares: Italia, Túnez, Grecia, etc. Dudando de su naturaleza orgánica, los coloca dentro de su grupo heterocrito de los Actiniscus, conservando sin embargo la primera denominación para ciertos de ellos que tienen claramente la figura de Discoaster.

En 1858, T. H. Huxley (en J. Dayman) da el nombre de cocolitos a unas placas pequeñas encontradas en los sedimentos dragados en el Atlántico norte, en misiones para la instalación del primer cable telegráfico transatlántico.

G. C. Wallich (1860) observa unos cocolitos unidos por los bordes sobre la superficie de esferas pequeñas y sugiere que se trata de formas larvarias de foraminíferos (Globigerinidae).

En tanto que H. C. Sorby (1861) encuentra pequeños cuerpos

calcáreos "cristaloides" en la Creta de Inglaterra ("English Chalk") al sureste de Dover, y los observa esta vez dispuestos sobre pequeñas esferas, manifestándose por la idea de que los cocolitos de la Creta no son de naturaleza inorgánica. G. C. Wallich en 1861 propone el nombre de cocosferas al agrupamiento de cocolitos en pequeñas esferas. Asimismo comunica el descubrimiento de cocosferas vivas en aguas tropicales del Océano Atlántico y del Océano Indico (1865) y establece que éstas representan testas de organismos libres y flotantes (1877).

Otros investigadores, John Murray y A. F. Renard (1891) registraron una amplia variedad de microfauna y microflora, incluyendo nanoplancton; en la publicación de su informe sobre los sedimentos en las profundidades marinas colectadas durante la famosa expedición del H.M.S. Challenger (en el primer intento de conocer la diversidad de flora y fauna en los océanos, obra que consta de treinta y cinco volúmenes). En este trabajo señalan que las radosferas (cocolitos en forma de huso) eran particulares de aguas tropicales, raras en temperaturas menores a 18.5°C y en latitudes altas, mientras que las cocosferas se encontraban a temperaturas superficiales del agua de 7.5°C

Asimismo los autores Jukes-Browne, A. J. y J. B. Harrison (1892) describen por su parte a algunos discoastéridos, representados como "cuerpos estelares" calcáreos de una formación oceánica de Barbados.

A fines del siglo pasado, se encontró la importancia del nano plancton calcáreo como eslabón primario en la cadena alimenticia marina.

Los primeros estudios sobre biología del nanoplancton vivo datan de principios de siglo y fueron realizados por el científico alemán Hans Lohmann (1902). Quien logra realizar un trabajo muy notable, principalmente del Mar Mediterráneo, en el que incluye la naturaleza y el origen de los cocolitos y de sus cocosferas, así como la sistemática. Adoptando una nomenclatura zoológica los colocó en una sola familia, los Coccolithophoridae.

Es hasta el año de 1927 cuando otro investigador, Tan Sin Hok, estudiando el terciario superior de Indonesia, crea la familia de los Discoasteridae para las formas estelares y lleva a cabo el primer trabajo de sistemática de estos nanofósiles, describiendo brevemente con figuras varias especies y variedades. En la misma época se comienzan los estudios sobre tales microfósiles: Sujkowski (1930) describe algunas formas encontradas en Polonia.

Josef Schiller (1930) presenta un recuento completo de todas las especies conocidas de cocolitofóridos extintos, así como un trabajo en donde incluye la sistemática. Es por ello que su obra persiste como una referencia importante hasta el presente.

Sin embargo, son dos investigadores (E. Kamptner, en Austria y G. Deflandre, en Francia) quienes dan el mayor impulso a los estu-

dios de Nanopaleontología. Kamptner (1928) realiza análisis descriptivos y de sistemática tanto de formas recientes como fósiles. G. Deflandre (1934) emprende el mismo camino que su colega Kamptner. Pero además, junto con Ch. Fert (1952, 1954), introduce el uso del Microscopio Electrónico de Transmisión aportando nuevas técnicas para la elaboración de microfotografías, de gran utilidad en el estudio del Nanoplancton Calcáreo.

Durante el periodo posterior a 1930, el centro de investigación sobre cocolitofóridos vivos se cambió de Europa Central a Noruega, en donde T. Braarud y sus colegas se interesan principalmente a lo referente a ciclo de vida y fisiología de los cocolitofóridos.

Otros estudios en el mismo campo son desarrollados por Mary Parke en Plymouth, Inglaterra, durante esta misma época.

La utilización del nanoplancton calcáreo como indicador bioestratigráfico empieza con los estudios llevados a cabo por M. N. Bramlette y sus colaboradores (Bramlette, M. N. y W. R. Riedel 1954; Bramlette, M. N. y F. R. Sullivan, 1961; Bramlette, M. N. y E. Martini 1964; Martini, E. y Bramlette, M. N. 1963). Los primeros trabajos, señalan la diferencia de los nanofósiles en formaciones del Mesozoico y del Terciario. Asimismo sugieren su utilidad, particularmente la de los discoastéridos, en la correlación mundial de sedimentos pelágicos. A partir de estos trabajos han surgido nuevos inves-

tigadores alrededor del mundo. Entre ellos muchos especialistas que han ampliado los conocimientos generales sobre tendencias evolutivas; composición orgánica y biología, así como nuevas aplicaciones de estos nanofósiles en estudios Paleoclimáticos y Paleoecológicos. Sin embargo, los avances más notables en lo que se refiere a bioestratigrafía con nanofósiles se ha llevado a cabo con el Proyecto de Perforación del Océano Profundo (Deep Sea Drilling Project).

I.2 Estudios sobre Nanoplancton Calcáreo de México

Los estudios de nanoplancton calcáreo de México han sido muy escasos hasta la fecha, éstos comprenden en su mayoría muestras procesadas en otros países, de algunas formaciones del Terciario y del Jurásico Superior.

En algunos trabajos sobre correlación estratigráfica con nanoplancton calcáreo, sus autores (Bramlette, M. N. y Riedel 1954; H. Stradner 1959; Hay W. W. y H. P. Molher 1967; W. W. Hay, H. P. Molher et al 1967; Bukry, D. y M. N. Bramlette, 1969) mencionan brevemente la presencia de coccolitofóridos y discoastéridos pertenecientes a la Pizarra Velasco de la Cenobahía de Tampico.

Uno de los trabajos más completos sobre discoastéridos de México fue llevado a cabo por los investigadores austríacos H. Stradner y A. Papp (1961) en su obra intitulada "Los discoastéridos del Terciario de Austria y su estratigrafía, con referencia a los discoastéridos de México, Rumania e Italia". Los autores analizan unas muestras colectadas por el Dr. H. Hüpper, pertenecientes a las formaciones siguientes: Aragón (Eoceno Medio), Guayabal (Eoceno Medio), Chapotepec (Chapapote, Eoceno Superior), Palma Real (Oligoceno), Alazán (Oligoceno), Coatzintla (Mioceno Inferior-Oligoceno Superior). Este estudio comprende la sistemática de estos nanofósiles, su relación mutua

sus características generales y las asociaciones que existen entre éstos, en cuanto a la manera en que aparecen y se extinguen sobre la estratigrafía. Los autores describen 73 especies de discoastéridos, algunos nuevos, en más de 500 dibujos y en algunas microfotografías.

En México, ha sido principalmente el Dr. Mario Trejo quien ha aportado los primeros conocimientos de estos nanofósiles. Investigador infatigable del nanoplancton calcáreo, describió un nuevo cocolifórido del Jurásico Superior de México, denominándolo Conusphaera mexicana (1969).

Un estudio más reciente sobre la estratigrafía de la región Tampico-Misantla ha sido elaborado por J. Butterlin, K. Perch-Nielsen, I. Premoli Silva y M. Toumarkine (1977). En éste, los autores analizan unas muestras colectadas por H. M. Bolli y presentan varias listas en las que incluyen macrofósiles, microfósiles y nanoplancton calcáreo de las formaciones Velasco, Aragón, Guayabal, Chapapote, Tantoyuca, Palma Real (Superior e Inferior), Alazán, Mesón, Coatzintla, Escolín y Tuxpan; y asimismo otras en donde sólo se hace mención de macrofósiles y microfósiles: Chicontepec, Cerro Viejo, Horcones y Huasteca.

II. GENERALIDADES SOBRE COCOLITOFORIDOS

II.1 Descripción del Organismo

Los cocolitos son cuerpos circulares o elípticos constituidos por dos discos desiguales conectados por un tubo. Son producidos por los cocolitofóridos, que son un grupo de algas unicelulares (clase Coccolithophyceae), el cual está incluido dentro de la división Chrysophyta.

Los cocolitos forman parte de la cubierta externa de una célula "progenitora", diversos de éstos se entrelazan alrededor de la misma formando un "casarón" o "exoesqueleto" denominado cocosfera.

Los cocolitofóridos tienen un rango de tamaño de aproximadamente 5 a más de 100 μm en dimensiones máximas. La mayoría son esféricos u ovoides y sus diámetros son menores a 25 μm . Las especies más largas son células fusiformes, las cuales parecen estar mayormente representadas en algunos organismos modernos (Calciosolenia; - Gartner, S., 1980).

A pesar de su tamaño tan pequeño, los cocolitos como la mayor parte de los nanofósiles calcáreos, presentan una gran variedad de formas; y en general todos tienen una simetría regular que puede ser mayormente radial, o una simetría radial modificada. Además, están contruidos con una disposición geométrica ordenada de sus partes.

Los agregados de nanofósiles están casi todos contruidos

primordialmente por cocolitos; éstos pueden contener algunas formas diferentes relacionadas, tales como los discoastéridos y los esfenolitos a lo largo de la mayor parte del Cenozoico, los rabdolitos, pentolitos y discolitos en el Mesozoico y Cenozoico (Gartner, S., 1980).

Aunque los cocolitofóridos generalmente se han visto como flagelados, la mayor parte de sus células carecen de flagelo, al menos en el estado de su ciclo de vida en el cual se encuentran con mayor frecuencia. Cuando los flagelos están presentes se encuentran en pares, y pueden ser iguales o desiguales en longitud. En algunos cocolitofóridos (i.e. Coccolithus pelagicus) se conoce un estado con flagelo y otro sin flagelo; la forma con flagelo se le conoce como estado móvil, y aquélla sin flagelo como el estado inmóvil. Los dos estados producen cocolitos de morfología enteramente diferente:

-En el estado móvil producen holococolitos o sea nanolitos contruidos enteramente de un tipo y tamaño de elemento, tales como rombos de calcita o prismas de calcita usualmente menores a 0.1 μm en dimensión máxima (raramente preservados).

-En el estado inmóvil producen heterococolitos o sea nanolitos - contruidos por elementos de diferentes formas y tamaños. La mayoría de los cocolitos en los sedimentos pertenecen a este grupo. (Parke, M. e I. Adams, 1960; Haq, B. U. y A. Boersma, 1979; Gartner, S., 1980).

Además de los flagelos, algunas células de cocolitofóridos pueden también estar provistas de un tercer apéndice, el haptonema, por lo que algunas veces se les distingue como miembros de las algas unicelulares clase Haptophyceae (Haq, B. U. y A. Boersma, 1979).

Sin embargo, la formación del cocolito no está asociada con las células que poseen un haptonema, pero parece estar confinado al estado inmóvil o al estado móvil sin haptonema (Parke, M., 1971; Klaveness, D., 1973; Gartner, S., 1980).

Debido a que estos organismos presentan una naturaleza tan diversa y a las afinidades desconocidas de los grupos morfológicos, varias veces se ha dudado en colocarlos entre los vegetales o entre los animales. Como la célula está provista de clorofila generalmente, esto incita a los botánicos a considerarlos como algas primitivas; en tanto que los zoólogos los relacionan al reino animal por el hecho que éstos poseen dos flagelos locomotores en ciertos estados de su vida y a que algunas especies viven a profundidades tales que debe admitirse la posibilidad de vida heterotrófica. Parke y Adams (1960) han observado la ingestión y la asimilación de partículas ajenas (fagotropía) entre los cocolitofóridos típicos, y los incluyen como un grupo dentro de los Protistas (por ello utilizan la nomenclatura zoológica). Asimismo, descubrieron en cultivos de Crystallolithus - hyalinus que la célula se reproduce por fisión y observaron que las

dos células hijas después de formarse permanecen dentro de una capa hialina externa antes de emerger como células desnudas, formando eventualmente sus propios cristalolitos. (Otros estudios: Braarud, T., 1960 y 1961; Paasche, E., 1968).

Por su dualidad entre planta y animal se ha desarrollado como consecuencia una sistemática doble. Sin embargo, la mayoría de los nopaléontólogos acepta o favorece el origen vegetal, y esencialmente por consenso se utiliza el código de Nomenclatura Botánica para la descripción de los Taxa. (Haq, B. U. y A. Boersma, 1979).

II.2 Producción de cocolitos

A pesar de la importancia de los cocolitofóridos como uno de los mayores constituyentes del fitoplancton marino y de su valor como productor primario en la cadena alimenticia, los estudios de cultivos de éstos son raros, debido a los medios tan restrictos del laboratorio. Sin embargo, dos de las pocas especies que han podido conservarse con magníficos resultados son: Emiliana huxleyi (Lohmann) Hay and Mohler y Coccolithus pelagicus. Estas son dos especies hemipelágicas que se encuentran ampliamente distribuidas en latitudes altas, tropicales, y subtropicales; y además se han observado ecofenotipos de aguas frías y cálidas.

Es importante mencionar que a ninguna de estas dos especies se le conoce una fase bentónica ya que Paasche (1968) señala que la selección de especies que han sido cultivadas y estudiadas probablemente no sea representativa debido a que los cocolitofóridos que son más fácilmente cultivables son aquéllos que viven en aguas costeras. Y por lo tanto, a varias de estas especies se les conoce un estado bentónico en su ciclo de vida, mismo que quizá no existió en el transcurso de vida de las especies oceánicas.

La formación de cocolitos ha sido observada en ambas especies por Wilbur y Watabe (1963) y por Manton y Leedale (1969). La célula de estos organismos está delimitada por dos membranas que envuelven

el protoplasma, que contienen un núcleo prominente; dos cloroplastos; cuatro mitocondrias; el dictiosoma o aparato de Golgi, y un cuerpo vacuolar llamado "cuerpo X". Los cloroplastos pueden cambiar de forma y de posición dentro de la célula en relación con la intensidad de luz.

En el estudio de cortes de varios estados de desarrollo de Emiliana huxleyi en el microscopio electrónico, Wilbur y Watabe encontraron que la mineralización del cocolito ocurre dentro del protoplasma muy cerca del cuerpo reticular o región de Golgi. Entre éste y el núcleo, una matriz de material no granular se diferencia y luego asume la forma general del cocolito.

Los heterococolitos son formados por la precipitación de mineral de calcita y cuando la calcificación está más o menos completa los cocolitos son expulsados hacia la superficie del cocolitofórido en donde se acomodan para formar una cubierta completa que a veces se entrelaza alrededor de la célula. En algunas especies más de una capa de cocolitos es distribuida alrededor de la célula. (Haq, B. U. y A. Boersma, 1979; Gartner, S., 1980).

Aunque toda la evidencia accesible indica que la calcificación de todos los heterococolitos se realiza aproximadamente de una misma manera dentro de la célula del cocolitofórido, la formación del holococolito no ha sido observada dentro de la célula; Manton y Leedale especulan que la fase móvil Coccolithus pelagicus (i.e.

Crystallolithus hyalinus) puede construir sus holococolitos calcificándose fuera de la célula.

Además de los cocolitos, los cocolitofóridos también forman placas orgánicas no calcificadas las cuales, sin embargo, no son preservables.

En las células de los cocolitofóridos se han encontrado también dos tipos de "estrias" orgánicas, éstas se forman dentro de las vesículas en el área de Golgi. Un tipo es usualmente considerado más pequeño que el otro y parece carecer de relación en la formación de cocolitos; la "estria" más larga está frecuentemente asociada con la calcificación, y puede estar adherida a la base (o lado proximal) del cocolito. (Wilbur, K. M. y N. Watabe, 1963; Manton, J. y G. F. Leedale, 1969; Gayral, P. y J. Fresnel, 1976).

Con la excepción de la relación Coccolithus pelagicus - Crystallolithus hyalinus no se conoce si otra especie de holococolitos también tenga un estado productor de heterococolito en su ciclo de vida.

Los cocolitos son muy raros en sedimentos recientes y subrecientes. La mayor parte de las especies de holococolitos son conocidos solamente de muestras de plancton en donde se encuentran siempre adheridos a una célula. La presencia de holococolitos fósiles está casi siempre asociada con sedimentos arcillosos de depósitos hemipelágicos. (Gartner, S. 1980).

II.3 Morfología

Algunos cocolitofóridos producen dos tipos de cocolitos que son morfológicamente diferentes, que presentan un dimorfismo. Otros, como diversas especies de Syracosphaera pueden presentar dos tipos morfológicos de cocolitos que se encuentran dispuestos en dos capas, una debajo de la otra. A este tipo de dimorfismo se le llama "ditecatisimo" y da como resultado la formación de cocosferas distintas. En este tipo de cocolitofóridos (ditecateca) solamente uno de los dos tipos de cocolitos, aquellos de la endoteca o cocosfera interior están preservados, ya que ninguno de los cocolitos de la exoteca (cocosfera exterior) han sido encontrados en los sedimentos (Gartner, S., 1980).

Otro tipo de dimorfismo o polimorfismo en los cocolitos es la modificación de la forma básica del cocolito. Esto se presenta por el desarrollo excesivo de una estructura particular tal como una espina central en ciertas especies (Acanthoica y Syracosphaera); o el agrandamiento no usual del borde de un discolito como en Pontosphaera; o inclusive en el crecimiento de espinas pronunciadas en uno o en ambos polos de ciertos cocolitofóridos ovoides tales como Ophiaster (Lohmann, 1913); asimismo por la presencia de un nanolito en forma de una herradura más o menos grande, que se engancha en forma de yugo alrededor del cocolitofórido. (Norris, R.E. 1965).

Gartner (1980) señala la posibilidad de que el dimorfismo fuera común también en los cocolitofóridos más antiguos del Cenozoico y del Mesozoico. Menciona principalmente aquellas especies de cocolitos del Cretácico de los tipos eiffelítidos (e.g. Eiffellithus, Vekshinella) y algunos podorabdinálidos (e.g. Prediscosphaera, Cretarabdus) en los cuales muchas de las especies están representadas por especímenes con y sin una espina prominente.

En relación a la superficie del organismo progenitor, el lado del cocolito o la parte del esqueleto dispuesta hacia éste, es usualmente cóncavo y se determina el lado proximal. La cara que da hacia la parte externa del organismo puede ser cóncava pero la mayoría de las veces es convexa y se determina como la parte distal. Como ya se mencionó antes, casi todos los nanofósiles calcáreos están contruidos en un plano radial modificado. En muy pocas veces el plano de construcción no tiene simetría radial (e.g. ceratolitos), o la derivación de un plano radial no se distingue claramente (e.g. Triguetrorhabdulus rugosus). La simetría radial es quizá más clara en un placolito circular en el cual dos discos están contruidos por láminas o placas dispuestas alrededor de un eje central. Con frecuencia puede verse también que la estructura que conecta las dos placas (denominada tubo o collar) está contruida con elementos dispuestos radialmente.

En algunos placolitos los ciclos auxiliares pueden desarrollarse también y estos tienen asimismo una simetría radial. En la mayoría de los placolitos el plano de la estructura individual de sus miembros o elementos está inclinado hacia la superficie de la placa y el arreglo morfológico que puede dominar como más apropiado es el helicoidal (Gartner, S., 1980).

II.4 Cristalografía

Los cocolitofóridos presentan una microestructura tan pequeña que las primeras determinaciones sobre la constitución básica de sus elementos han planteado diferentes hipótesis.

Deflandre, G. (1950) visualizó una división fundamental de los cocolitofóridos en dos grupos, basándose esencialmente en la estructura ultramicroscópica de los elementos calcáreos. Los dos grupos que él proponía eran: el Heliolithae, en el cual se designarían a aquellos cocolitos que presentaran una estructura con apariencia esferolítica, debida a la orientación radial de las partículas calcáreas elementales; el Ortolithae para aquellos cuyas partículas calcáreas estuvieran dirigidas en forma paralela o perpendicular y en donde sus elementos se comportaran como si estuvieran tallados dentro de un cristal único de calcita. Posteriormente, en sus primeras microfotografías al microscopio electrónico de transmisión, fue revelada la verdadera posición de la estructura elemental de los cocolitos (ver: Deflandre, G. y Ch. Fert, 1952; Deflandre, G., 1953), que lo llevó a considerar que los cocolitos están formados por elementos calcáreos de diferentes formas.

Kamptner (1954) determinó el patrón básico de la disposición de los cristales para un número diferente de tipos de cocolito, basándose en imágenes de varios de estos cocolitos con luz polarizada. El

indicó que los cristalitos (denominados por él "micelios") de los cuales los cocolitos están contruidos estaban dispuestos en un patrón helicoidal alrededor de un eje perpendicular al plano del cocolito.

Black (1963) analizó la estructura cristalográfica de los cocolitos en fotografías al microscopio electrónico y concluyó que los cocolitos presentan dos hábitos de cristal:

- Los prismas hexagonales, en los cuales el eje óptico es paralelo a los lados del prisma. Los prismas están dispuestos paralelamente uno al otro y todos tienen casi las mismas dimensiones. Este tipo de arreglo es conocido solamente entre los holococolitos, los cuales se encuentran raramente en los sedimentos.
- Los prismas romboédricos, en los cuales todas las caras se intersectan en el eje óptico. Los romboedros pueden ser todos del mismo tamaño y empaquetados o dispuestos en una forma ordenada como en ciertos holococolitos (e.g. Crystallolithus hyalinus); o, muchas veces, la forma romboédrica es modificada como en todos los heterococolitos, por lo que frecuentemente ninguna cara natural del cristal está preservada.

Los heterococolitos en las cocosferas de organismos vivos tienen casi todas caras de cristal reconocibles. Los cocolitos encontrados en el sedimento, pueden tener sin embargo, caras de cristal distintas desarrolladas en sus elementos constitutivos y esta condi-

ción se hace más relevante con la edad y el grado de alteración diagenética del sedimento. (Gartner, S. 1980).

Black (1972) ilustró por medio de fotografías al microscopio electrónico, la naturaleza y la disposición de los cristales de calcita en los discoastéridos. Estos, según el autor, pueden ser tabulares, ligeramente o demasiado biconvexos o cóncavoconvexos y están -
construidos de tres o más elementos estructurales dispuestos radialmente. Cuando se les deja asentar en una suspensión, los discoastéridos asumen generalmente una orientación tal, que el eje de simetría es perpendicular a la superficie en la cual quedan, y presentan una vista del plano. Si son vistos con nicoles cruzados en esta orientación éstos se extinguen, no son visibles con el fondo negro, o a veces casi visibles cuando son rotados en un plano normal al paso de la luz. Esto indica que el eje óptico de todos los rayos de un discoastérido son paralelos al rayo de luz y perpendiculares al plano del asterolito.

Cuando los discoastéridos han sufrido una alteración diagenética y, en el proceso, el carbonato de calcio fue depositado en continuidad cristalográfica con cada rayo del asterolito, se forman caras romboédricas en los rayos de los asterolitos. Cada rayo de estos discoastéridos tiene una protuberancia media formada por uno de los bordes del romboedro que intersecta el eje óptico.

En contraste con los discoastéridos, los placolitos y virtualmente todos los demás cocolitos no se extinguen sino que producen algún tipo de figura de interferencia con nicoles cruzados. En algunos placolitos (e.g. Cyclococcolithus leptoporus) solamente una placa contribuye a la figura de interferencia, mientras que la otra se comporta precisamente como lo hacen los discoastéridos (Gartner, 1967; Bukry, 1971). En la mayoría de los placolitos, sin embargo, ambas placas, así como el collar, contribuyen en la figura de interferencia en un grado variable.

II.5 Composición química

La calcita parece ser el mineral dominante en los cocolitos. Wilbur y Watabe (1963) encontraron en cultivos de Coccolithus huxleyi (o Emiliana huxleyi) que, en un medio normal, los cocolitos son mineralizados esencialmente como calcita con solamente algunas trazas de aragonita, y que en un medio deficiente de nitrógeno la mineralización ocurre en las tres fases del cristal de calcio: calcita, aragonita y vaterita.

En casi todos los análisis de cocolitos que se han llevado a cabo, se señala que están constituidos de mineral de calcita primordialmente (Lowenstam, H. A., 1981).

Los esqueletos de organismos marinos de carbonato de calcio pueden tomar las formas de cristal de aragonita o calcita; la última es más común en el sedimento, probablemente debido a que la aragonita se disuelve con mayor facilidad (Berner, R. A. y S. Honjo, 1981).

Además, es importante hacer notar que la aragonita no se ha encontrado en los fangos de nanofósiles y foraminíferos recogidos en el Proyecto de Perforación del Océano Profundo (Deep Sea Drilling Project), ni aun en profundidades someras, excepto en casos en los cuales la aragonita está asociada con constituyentes no pelágicos que fueron depositados por corrientes turbias (Zemmels, I., Cook, H. E. y J. C. Matti, 1975).

III. OBJETIVOS

La utilización del nanoplancton calcáreo con fines bioestratigráficos se ha desarrollado de una forma muy intensa en los últimos treinta años. El estudio de estos organismos es relevante, debido a su aplicación inmediata en el análisis de muestras de sedimentos en la prospección de hidrocarburos en México.

El presente estudio se realiza tomando en cuenta las limitaciones que se tienen al iniciar un trabajo preliminar, del cual se hará otro más intensivo y más amplio cuando se tengan los conocimientos básicos de estos nanofósiles en México, lo cual pretende ser una contribución importante en el estudio del nanoplancton calcáreo, del que hasta la fecha no se conoce casi nada en nuestro país.

Los propósitos planteados para este estudio son:

- 1) Determinar la presencia del nanoplancton calcáreo en la Formación Horcones de la Cenobahía de Tampico.
- 2) Conocer su morfología, su posición sistemática y su rango bioestratigráfico.
- 3) Iniciar el conocimiento del nanoplancton calcáreo en México.

IV. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

IV.1 La Cenobahía de Tampico

La Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla está situada sobre la costa oriental de México; ocupa una parte del territorio del Estado de Tamaulipas, la parte norte del Estado de Veracruz y porciones más pequeñas de los Estados de San Luis Potosí, Puebla e Hidalgo (fig. 1). También se le conoce con el nombre de Cenobahía de Tampico (Tampico Embayment), o Cuenca Tampico-Tuxpan.

Sus límites geográficos son los siguientes: por el norte parte del curso del río Soto la Marina y el río San Rafael; por el oriente el Golfo de México; por el sur el río Misantla y por el poniente la Sierra Madre Oriental. El área comprendida dentro de estos límites es de aproximadamente 62 000 km². (Benavides, L. 1956).

Geológicamente la Cenobahía de Tampico está limitada por el extremo sur de la Cuenca de Burgos y la Sierra de San Carlos; por el oriente la línea de costa; por el sur el Macizo Granítico de Teziutlán, y por el poniente los pliegues del Geosinclinal Mexicano, que constituyen el frente de la Sierra Madre Oriental.

La Cenobahía de Tampico forma parte de lo que morfológicamente se denomina como Planicie Costera del Golfo de México e incluye parte de las cadenas frontales de la Sierra Madre Oriental.

Los sedimentos más antiguos que afloran dentro de esta Cenobahía, son calizas de edad Albiano-Cenomaniano, y en algunos lugares se encuentran sedimentos del Jurásico. Sin embargo, la edad de la mayor parte de las rocas que afloran en la región de Tampico varía del Paleoceno al Mioceno (Benavides, L. 1956).

Los eventos de la evolución geológica de la Cenobahía de Tampico aún no se conocen con precisión, dada la gran variedad de sus sedimentos, que presentan una marcada variación lateral y vertical. Así como la carencia de datos más detallados sobre su estratigrafía. (Barker, R.W. y W.A. Berggren, 1977).

Se ha considerado que la Cenobahía se formó como consecuencia de los fuertes movimientos orogénicos de la Revolución Laramídica que levantaron y plegaron los sedimentos mesozoicos del Geosinclinal Mexicano dando lugar a la formación de la Sierra Madre Oriental. Al mismo tiempo, una antefosa, que se desarrolló a lo largo del borde oriental de las montañas recibió grandes espesores de depósitos eocénicos de tipo "flysch" (Formación Chicontepec). Más adentro se depositaron en la misma Cenobahía sedimentos de tipo "molasse" (Formación Tantoyuca) durante el Eoceno Superior, correspondiendo con la época de máxima orogénesis en la Sierra Madre Oriental.

El Cenozoico de la Cenobahía de Tampico está representado casi totalmente por sedimentos marinos. Los depósitos terciarios, in-

cluyendo los de cenizas volcánicas que se encuentran en el extremo sur, fueron depositados en una cuenca terciaria, que se originó a fines del Cretácico, al iniciarse la formación de los primeros pliegues de la Sierra Madre Oriental como consecuencia del avance del traspais sobre la plataforma de Tamaulipas. Estos sedimentos marinos cenozoicos, cubren una superficie de 25 000 km² aproximadamente. (Benavides, L. 1956).

Los sedimentos conglomeráticos, arcillo-arenosos de las formaciones más jóvenes de la Cenobahía de Tampico (Aragón, Tempoal, Chapapote, Tantoyuca, Horcones, Palma Real y Coatzintla) se presentan en sucesión vertical y muestran una granulometría más fina hacia arriba y son el resultado del acarreo pos-orogénico de terrígenos. Su distribución espacial es sensiblemente paralela a la facies de depósitos de tipo flysch y constituyen una facies molasa en la cuenca. (Gamper, M. A. 1977).

IV.2 La Formación Horcones

El nombre de Formación Horcones fue propuesto por Grimsdale en 1933, en un informe privado para la Compañía Mexicana de Petróleo "El Aguila". Sin embargo, fue en años posteriores que Salas (1949) publicó formalmente la ubicación, litología; espesor y una descripción de las especies de foraminíferos que habían sido identificados en esta formación. De acuerdo a su publicación, la localidad tipo se encuentra sobre el arroyo que atraviesa el camino entre Potrero del Llano y Tlacolula, Veracruz, como a 2.2 km al oeste del río Buenavista. El afloramiento está a 3 km aproximadamente del poblado de Horcones a 400 metros del camino.

En la localidad tipo las capas están formadas por margas que varían de un tono gris claro a gris azul oscuro que intemperizan en color café a gris crema. Pero en la región de Poza Rica la Formación varía desde lutitas grises pálidas hasta areniscas cuarcíferas y puede asimismo comportar capas de conglomerados. La secuencia litológica es irregular, la inclinación de las capas cambia rápidamente: en el espacio de 400 a 500 m pasa de horizontal a vertical. Hay frecuentemente intercalaciones de niveles arenosos de grano fino y raramente cenizas volcánicas. (Barker, R. W. y W. H. Blow, 1976).

El espesor de la formación es muy variable. En la región de Poza Rica puede alcanzar 465 m (Butterlin, J. et al., 1977).

Su distribución geográfica no es muy amplia. Aflora en

pequeñas áreas al poniente y al suroeste de Tampico, Tamps.; al poniente y al sur de Cerro Azul, Ver.; al poniente de Poza Rica, Ver. y al norte de Misantla, Ver.

En el subsuelo se le conoce al oriente y al poniente de la Faja de Oro y en el campo de Poza Rica, extendiéndose hasta unos 20 km al sur de éste. (Benavides, L. 1956).

Es en la región de Poza Rica en donde se encuentra su desarrollo máximo. Su ausencia en ciertas localidades puede explicarse por la erosión, o por una fauna muy reducida lo que impide su identificación. (Butterlin, J. et al., 1977).

Las faunas de foraminíferos poseen afinidades considerables con aquellas de la Formación Palma Real Inferior, pero difieren típicamente de aquellas que se encuentran en la Formación Chapapote subyacente por la ausencia de Hantkennina sp., Globorotalia (Turborotalia) Cerroazulensis, y otras especies características del Eoceno tardío. (Barker, R. W. y W. H. Blow, 1976).

La localidad tipo está caracterizada por la zona Eoceno Superior-Oligoceno. Pero como la Formación Horcones reposa en discordancia sobre la Formación Chapapote cuya cima se encuentra datada como la parte superior del Eoceno Superior, no puede ser de una edad más antigua. Barker (1976) indica que si la determinación de Lepidocyclina (Eulepidina) favosa es correcta, y se inclina a pensarlo, las capas de la Formación Horcones alcanzarían entonces

la zona del Oligoceno; ya que según él, esta especie no se ha encontrado anteriormente en niveles más antiguos.

Por otra parte, se sabe que la Formación Horcones está recubierta de un hiatus ligero por la Formación Palma Real Inferior, de la cual su base pertenece a la zona del Oligoceno, por lo que no puede ser esa misma, más joven que esta zona.

La edad de la Formación Horcones revela una vez más el problema del límite Eoceno-Oligoceno. Ya que si su cima es aseverada como ser del Oligoceno Inferior, el problema se plantea para su base. (Butterlin, J. et al., 1977).

V. MATERIAL Y METODO

V.1 Material

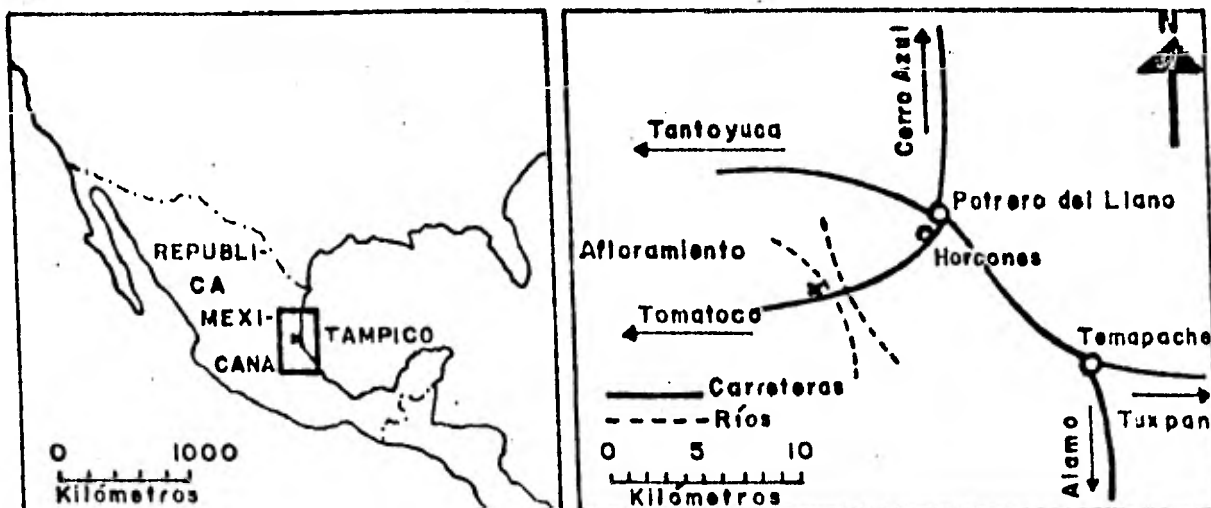
A. Muestras de sedimentos.

Las muestras fueron colectadas por el autor, en compañía del Dr. Luis Rafael Segura V. y el Ing. Víctor M. Díaz (el mes de marzo de 1980); cuando se hacía una prospección en una zona descrita para la localidad tipo de la Formación Horcones. Este afloramiento que presentaba las características litológicas y la ubicación geográfica señaladas por López-Ramos (Excursión C-16, 1956). Se encuentra a 7 km aproximadamente del poblado de Horcones; siguiendo el camino que va de Potrero del Llano hacia Tomatoco, a 1 km del Río Horcones (o Buenavista), a 400 m del camino en el cauce de un arroyo (fig. 2), a 15 m de un arroyo sin nombre.

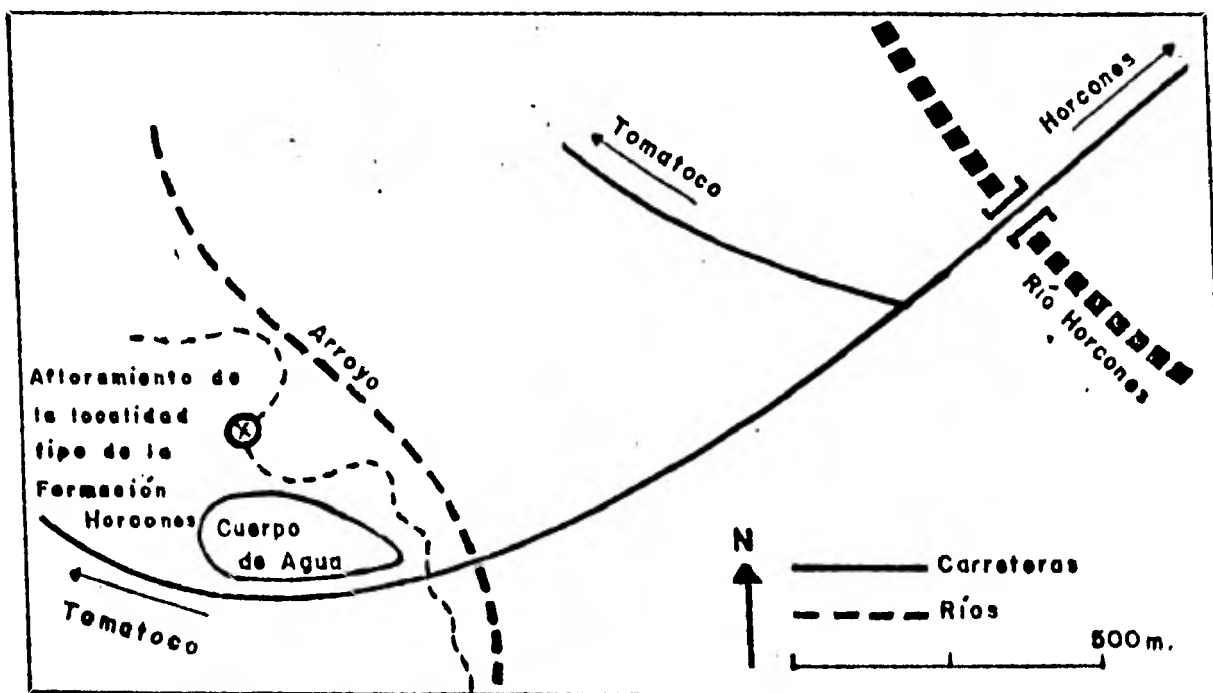
En el perfil del arroyo (fotos 1 y 2) se midió el espesor de la Formación (0.79 m). La orientación de las capas fue la siguiente: un rumbo N40-45W y un echado de 10° al NE. En el campo se realizó la identificación megascópica de su litología y se determinó la presencia de 3 horizontes los cuales fueron designados de la base a la cima con la clave 1h, 2h y 3h (Formación Horcones, los miembros 1, 2 y 3 de esta Formación aparecen referidos en la fig. 3).

El material se colectó con mucho cuidado, limpiando la pala, con el fin de evitar la contaminación de cada muestra y fue guardado en bolsas de plástico.

Figura 2



LOCALIZACION DE LA FORMACION HORCONES.



ESQUEMA DE LA LOCALIZACION DEL AFLORAMIENTO TIPO DE LA FORMACION HORCONES.

AFLORAMIENTO DE LA FORMACION HORCONES

Foto 1



- 3 areniscas
- lutitas
- areniscas
- ... 1 ...
- lutitas

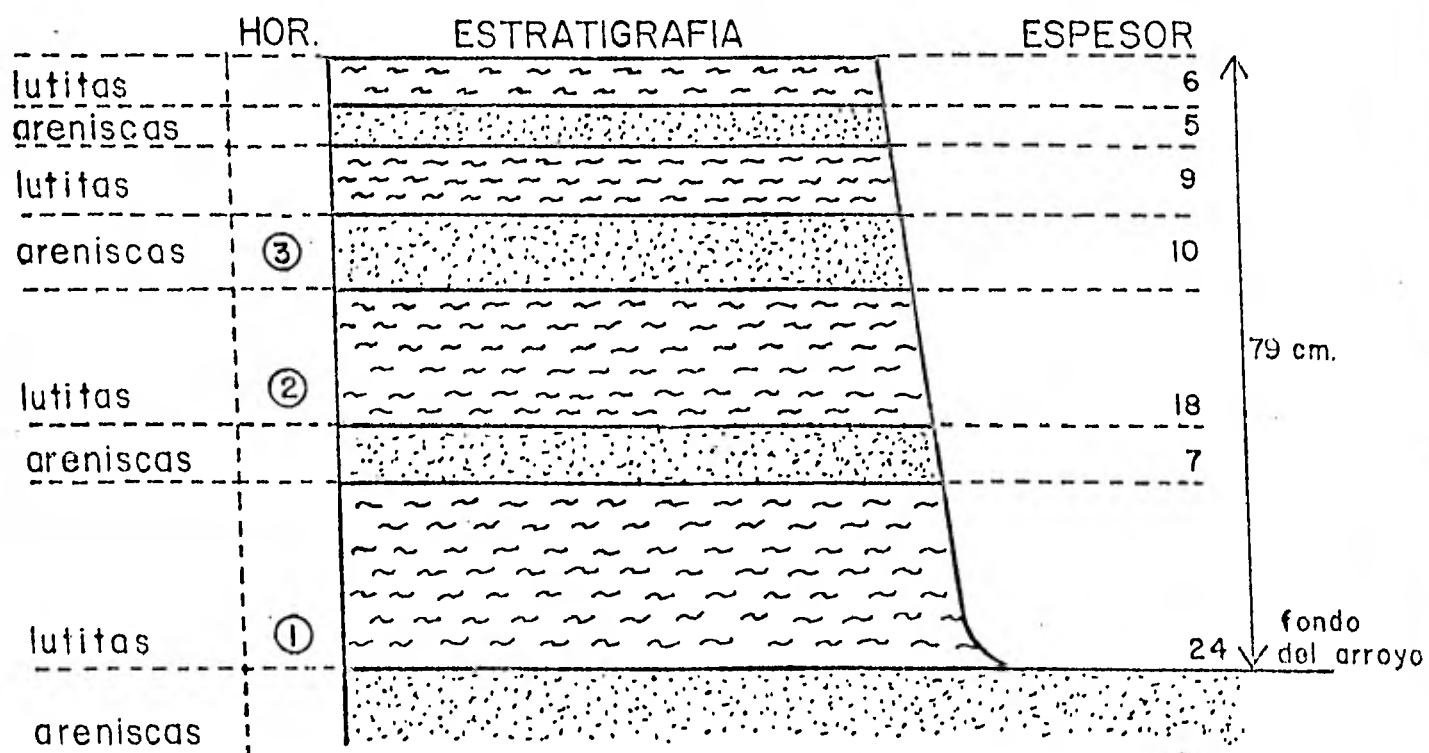
Afloramiento de la Formación Horcones en el cauce del arroyo.

Foto 2



Vista lateral del afloramiento de la Formación Horcones en otro sitio del cauce del arroyo.

Figura 3



SECCION ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION HORCONES

Posteriormente, en el laboratorio, los sedimentos fueron distribuidos de la siguiente manera: 100 grs de cada muestra para el nanoplancton calcáreo y 25 grs de cada una para el análisis granulométrico.

El resto de las muestras de sedimento se guardó en bolsas de plástico, y se registró con los números 66, 67, 70 y 73 (Formación Horcones, 20/III/80) en la libreta de colectas del Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (I. C. M. y L.).

B. Aparatos.

a) Para disgregar el sedimento se utilizó un Vibrador Ultrasónico (marca Bransonic modelo 32) en el Laboratorio de Micropaleontología del Instituto de Geología (U. N. A. M.).

b) Se utilizó una balanza Mettler P-163 del Laboratorio de Geología Marina del I. C. M. y L.

c) Para secar las muestras se utilizó una parrilla (Thermolyne modelo HP-A1915B); y para la deshidratación de éstas, fijadas con un medio de inclusión, se empleó un horno (marca Curtin, modelo C-255182, con termostato, marca Robertshaw); pertenecientes al Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología del I. C. M. y L.

d) Para observar y fotografiar el nanoplancton calcáreo

con luz natural y luz polarizada, se utilizó un Microscopio Petrográfico (marca Zeiss, modelo Ultraphot II) con cabezal para película de 35 mm y con la combinación de un OPTOVAR de 1.25, facilitado por el Instituto Mexicano del Petróleo.

La película que se seleccionó para fotografiar el nanoplancton calcáreo fue la Panatomic X Kodak ASA 32. Los tipos de papel para impresión que se emplearon fueron: el Kodabromide F-2, el Kodabromide F-3 y el Contactone 2 de Agfa.

e) Para la observación de la microestructura del nanoplancton calcáreo se empleó un Microscopio Electrónico de Barrido (marca JEOL, modelo JSM-35). El recubrimiento de las muestras con oro paladio, se llevó a cabo en una Cubridora Fina. Para fotografiar con el microscopio se utilizó un portaplacas de 4 x 5 pulgadas, y una película KODAK TRI-X-PAN profesional, ASA 320, 26 DIN. Este equipo fue facilitado por el I. C. M. y L.

C. Substancias químicas que se emplearon.

a) Todo el material (de cristalería o de plástico) que se utilizó fue previamente lavado con agua y jabón, y enjuagado con HCL al 10%.

b) El material antes descrito fue sometido a un tercer lavado con agua bi-destilada (preparada en el Laboratorio de Química del I. C. M. y L.).

c) Las muestras de sedimento fueron disgregadas en agua bi-destilada comercial (marca bi-Sigma).

d) En la preparación de las láminas de nanoplancton calcáreo se utilizó como "agente filmico" el "Alcohol Polivinil" (hidrolizado en un 99-100%, con una viscosidad en 4% de solución acuosa a 20° C de 4-6 cp, marca Baker).

e) Como medio de inclusión en la preparación de láminas de nanoplancton calcáreo, se utilizó uno preparado para contraste de fases (marca Zeiss, modelo L 15) con un pH neutro y un índice de refracción de N_D - 1.515.

f) Para el objetivo de 100X del Microscopio Petrográfico, se empleó un aceite de inmersión con un índice de refracción de N_D -1.515 (marca Zeiss).

g) Para observar y fotografiar las muestras de cocolito-fóridos y discoastéridos en el Microscopio Electrónico de Barrido (M. E. B.), los cubreobjetos de cristal se fijaron al portaobjetos con Plata Coloidal.

V.2 Métodos en el laboratorio

A. Técnica para separar coccolitofóridos y discoastéridos del sedimento.

Para la separación de coccolitofóridos y discoastéridos del sedimento, se emplearon dos métodos. El primero, que fue por centrífuga de mano, quedó eliminado debido a los malos resultados. El segundo es el método de decantación descrito por Stefan Gartner (1980, comunicación personal). Este método resultó ser más sencillo y eficaz que el anterior, por eso fue el que se empleó en el presente trabajo. Y consiste en lo siguiente:

a) Se disgrega un fragmento del sedimento que se va a procesar (se hace dentro de una bolsa de plástico) y se selecciona un pedazo pequeño de aproximadamente 20 gramos.

b) Esta muestra se coloca en un frasco (con tapa) y se le agrega agua (se utilizaron 180 ml de agua bi-destilada para cada muestra) y se cierra.

c) El frasco se introduce al Vibrador Ultrasónico durante 5 min para que se disuelva la muestra de sedimento.

d) Se saca del Vibrador Ultrasónico, se agita ligeramente y se deja precipitar durante 1 hr.

e) Se quita el sobrenadante (en este caso fue de aproximadamente 50 ml).

f) Se le agrega la misma cantidad de agua (bi-destilada)

que se quitó (50 ml), y se vuelve a agitar. Esta vez se deja reposar durante 2 min solamente.

g) El sobrenadante que queda se pasa a un vaso de precipitado (en este caso se utilizó uno de 250 ml).

h) De esta solución se toman 2 o 3 gotas que se vacían en otro vaso de precipitado (de preferencia uno más pequeño, de 50 ml), y se le agregan 5 ml de agua (bi-destilada).

i) Posteriormente se le agregan unas trazas de Alcohol Polivinil. Este puede hervir en las dos o tres gotas de la muestra con el fin de hacer una solución.

B. Proceso para preparar láminas con muestras de cocolitofóridos y discoastéridos para su estudio en el Microscopio Petrográfico.

a) Se toma un portaobjetos (previamente lavado tres veces) y se le agrega una pequeña gota de agua, encima de ésta se coloca un cubreobjetos que queda adherido. Sobre el cubreobjetos se extiende una gota de la muestra preparada hasta el paso i mencionado anteriormente, cuidando que la solución no se desborde.

b) La muestra se coloca sobre una parrilla (que no deberá depasar de 75°C a 80°C; en el presente estudio la temperatura fue de 35°C a 40°C con muy buenos resultados) con el fin de que ésta se seque.

c) Una vez que la muestra sobre el cubreobjetos se ha seca-

do, se le agrega el medio de inclusión; se voltea cuidadosamente el cubreobjetos sobre el portaobjetos y se vuelve a colocar sobre la parrilla para que el medio se extienda.

d) Una vez que se han preparado las láminas de las muestras necesarias, se introducen dentro de una estufa para que se deshidraten (en el presente trabajo la temperatura de la estufa fue de 60°C, y las muestras se secaron en 12 hrs).

C. Proceso para preparar láminas con muestras de cocolitofóridos y discoastéridos para su estudio en el Microscopio Electrónico de Barrido.

a) Se utiliza la misma técnica de decantación descrita anteriormente (A), hasta el paso h solamente; y es esta la solución muestra.

b) Las láminas se preparan de la misma manera que aquellas para su estudio en Microscopio Petrográfico mencionadas anteriormente (B), sólo que se modifica el paso c. Es decir, que una vez que la muestra sobre el cubreobjetos se ha secado, se despega del portaobjetos al cual está adherido sólo con una gota de agua. Y se fija a un portaobjetos del M.E.B. con una gota de Plata Coloidal.

c) La muestra se deja secar bajo una lámpara (1 hr 30 min), y posteriormente se recubre con oro paladio (el tiempo varía según el espesor de la moneda que se utilice durante la ionización. En

este caso el rango fue de 5 min a 20 min, verificándose mejores resultados en este último).

V.3 Observación de las láminas de cocolitos

En el estudio de los cocolitofóridos se encuentran diversas limitaciones debido fundamentalmente a la extrema pequeñez de éstos. Una de las mayores dificultades se presenta al tratar de distinguir su morfología y los elementos que la constituyen (formados por microcristales de calcita del orden de 1/10 de micra), en la descripción y en la clasificación de éstos. Es por ello que en la observación de estos organismos existe un límite en las posibilidades que ofrece el Microscopio Optico. Para rebasar esas limitaciones se hace necesario el empleo del Microscopio Electrónico que aporta una imagen más objetiva de los cocolitofóridos.

Otro obstáculo que se presenta al estudiar a estos nanofósiles, es cuando se pretenden hacer paratipos u holotipos; ya que debido a su tamaño no es posible aislar un solo espécimen. Es por ello que las fotografías son consideradas como los holotipos. (Black, M. y B. Barnes, 1959; Gartner, S. 1980, comunicación personal).

A. Observación al Microscopio Petrográfico.

Para la observación con luz natural y con nicols cruzados se utilizó un Microscopio Petrográfico (descrito anteriormente) con

la luz de mercurio. El objetivo que se empleó, fue el de inmersión de 100X (exclusivamente para fotografiar). El aumento con la combinación del OPTOVAR de 1.25 fue de 400X. Se hizo uso del filtro de interferencia para aumentar el contraste y evitar el cansancio visual. En algunos casos se utilizó la cuña de cuarzo Y 1-3.

Se prepararon 10 láminas por estrato y se seleccionaron las mejores. En cada lámina se anotó el número del estrato correspondiente designado con la clave: M-lh; y en seguida, entre paréntesis, el orden de la preparación: M-lh (1).

Se llevó a cabo un registro de datos fotográficos para cada rollo de película (fueron 33 rollos de 25 a 29 fotos cada uno), en el que se anotaron los siguientes datos:

DATOS FOTOGRAFICOS

ULTRAPHOT II

Película _____ ASA _____ Fecha _____

Rollo No. _____ Selector _____ Filtro _____

ORDEN DE EXP.	NUM. EXP. ROLLO	NUM. DE LAMINA	TIEMPO	OBJ.	OPT.	OBSERVACIONES	MEDIDA MICRAS	COORDENADAS

Asimismo, se anotaron en una hoja complementaria, los datos correspondientes al orden de exposición en el rollo para cada muestra, y se pegaron los contactos de acuerdo a esta numeración.

El tiempo de exposición varió de 30 seg con luz natural,

a 3 o 4 min con nicoles cruzados.

Las muestras se analizaron, siguiendo cada uno de los transectos de las coordenadas del carro del microscopio (N° 4259851). En cada caso se anotó la posición del espécimen con referencia a las coordenadas de los ejes del carro del microscopio. Aquellas especies que se vieron más de 5 veces fueron fotografiadas de las láminas M-2h (1) y M-2h (5). Posteriormente, se anotaron sobre ég_{tas} los números de los rollos de película que correspondían para cada lámina: M-2h (1), rollos 1 al 11; M-2h (5) rollos 12 al 33.

Para hacer un análisis somero de la abundancia relativa de las especies, se observaron las láminas: M-1h (1), M-1h (4) y M-3h (9).

En cada transecto (de 14 micras de ancho) se vieron de 200 a 300 cocolitos.

B. Observación al Microscopio Electrónico de Barrido (M. E. B.).

Para la observación al Microscopio Electrónico (M. E. B. descrito anteriormente), se prepararon 7 muestras de un solo estrato, que fueron designadas con el número de este mismo (2H) seguido de un índice que indica el número de muestra (2H₁). Se llevaron a cabo 3 recubrimientos de oro paladio a las 7 muestras. El primero fue de 5 min, el segundo de 10 min y el tercero de 5 min. Esto se debió a que después de cada recubrimiento algunas de las muestras

se observaron al M.E.B. y se verificó que el tiempo de ionización era insuficiente. De ello se puede constatar que las muestras $2H_1$ y $2H_2$ dieron mejores resultados luego del tercer recubrimiento. Mientras que las muestras $2H_4$, $2H_6$ y $2H_7$ lo mostraron desde el segundo recubrimiento, la muestra $2H_3$ se descartó porque presentó mucha humedad y como consecuencia, cargas en la pantalla del M.E.B.

Para la observación en el M. E. B. también se llevó un registro de datos fotográficos con las siguientes anotaciones:

número de foto

número consecutivo en el negativo

número de muestra

inclinación

tiempo de ionización

especimen

vista

observaciones

El número de aumentos fue diferente para cada fotografía, aunque se trató de que todas las fotos se amplificaran dentro de un rango homogéneo (10 000X). Los Kv, los aumentos y un número consecutivo aparecen en el negativo.

En algunos casos se redujo el haz de electrones al enfocar el cocolito antes de fotografiarse y se obtuvieron muy buenos resultados.

Se tomaron 233 fotografías, de las cuales sólo 138 se seleccionaron.

V.4 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico se realizó en el Laboratorio de Ecología de Foraminíferos y Micropaleontología; y en el Laboratorio de Geología Marina del I.C.M. y L. Se empleó el método descrito por Folk (1969), y se utilizaron las siguientes fórmulas:

Parámetros estadísticos y fórmulas:

Tamaño gráfico promedio

$$Mz = (\phi 16 + \phi 50 + \phi 84) / 3$$

$$Nd\phi = \phi 50$$

Desviación Estandar Gráfica Inclusiva

$$\sigma = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

Grado de Asimetría Gráfica Inclusiva

$$sk1 = \frac{\phi 16 + \phi 84 - 2\phi 50}{2 (\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 5 + \phi 95 - 2\phi 50}{2 (\phi 95 - \phi 5)}$$

Curtosis

$$K_G = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2.44 (\phi 75 - \phi 25)}$$

VI. RESULTADOS

VI.1 Lista de nanoplancton calcáreo que se encontró en la Formación Horcones.

A. Clasificación que se adopta en el presente trabajo, para los cocolitofóridos, los nanolitos que presentan una relación con éstos; y los no cocolitofóridos.

Reino VEGETAL

División CHRYSOPHYTA Pascher 1917

Clase COCCOLITHOPHYCEAE Rothmaler 1951

Orden HELIOLITHAE Deflandre 1952

a) Cocolitofóridos y nanolitos que presentan una relación con éstos.

Familia ARKHANGELSKIELLACEAE Bukry 1969

Arkhangelskiella

Broinsonia

Familia COCCOLITHACEAE Kamptner 1928

Calcidiscus

Chiasmolithus

Clausicoccus

Coccolithus

Cruciplacolithus

Cyclococcolithus

Cyclolithella

Ericsonia

Markalius

Sollasites

Watznaueria

Familia EIFFELITHACEAE Reinhardt 1965

Chiastozygus

Eiffelithus

Familia HELICOSPHAERACEAE Black 1965

Helicosphaera (= *Helicopontosphaera*)

Familia PODORHABDACEAE Noël 1965

Cretarhabdus

Cribrosphaera

Podorhabdus

Familia PONTOSPHAERACEAE Lemmerman 1908

Lophodolithus

Pontosphaera

Transversopontis

Familia PRINSIACEAE Hay and Mohler 1967

Dictyococcites

Prinsius

Reticulofenestra

Towelus

Familia RHABDOSPHAERACEAE Lemmerman 1908

Blackites

Rhabdolithus

Rhabdosphaera

Familia STEPHANOLITHIONACEAE Black 1965

Corollithion

Stephanolithion

Familia SYRACOSPHAERACEAE Lemmerman 1908

Syracosphaera

Familia ZYGODISCACEAE Hay and Mohler 1967

Heliorthus

Neococcolithes

Zygodiscus

b) No coccolitofóridos

Familia BRAARUDOSPHAERACEAE Deflandre 1947

Braarudosphaera

Micrantolithus

Pemma

Familia CALYPTROSPHERACEAE Boudreaux and Hay 1969

Clathrolithus

Holodiscolithus

Lanternithus

Orthozygus

Peritrachelina

Polycladolithus

Quinquerhabdus

Trochoaster

Zygrhablithus

Familia CERATOLITHACEAE Norris 1965

Amaurolithus

Ceratolithus

Familia DISCOASTERACEAE Vekshina 1959

Discoaster

Discoasteroides

Tribrachiatus

Familia FASCICULITHACEAE Hay and Mohler 1967

Fasciculithus

Familia GONIOLITHACEAE Deflandre 1957

Ethmorhabdus

Rhabdolithina

Familia HELIOLITHACEAE Hay and Mohler 1967

Heliolithus

Familia LITHOSTROMATIONACEAE Haq 1967

Lithostromation

Familia SPHENOLITHACEAE Deflandre 1952

Sphenolithus

c) Género *Incertae sedis*

Istmolithus

B) Especies que se encontraron y que se identificaron:

- Amaurolithus* sp.
Blackites spinosus
Braarudosphaera discula
" *imbricata*
" *turbinea*
" sp.
Broinsonia sp.
Calcidiscus leptoporus
" *formosus*
Campylosphaera dela
Ceratolithus sp.
Clausicoccus pauciperforatus
" sp.
Coccolithus cavus
" *dupouyi*
" *iugus*
" *marismontium*
" *muiri*
" *pelagicus*
" *primalis*
" *pseudogammation*
" *sarsiae*
" *stavensis*
" *tenuistriatus*
Coccosphaera sp.
Corollithion sp.
Cretarhabdus sp.
Cribozentrum coenurum
Criboosphaera ehrenbergi
" sp.

Cruciplacolithus tenuiforatus
Cyclococcolithus dictyodus
" *protoannulus*
" *sp.*
Cyclolithella inflexa
" *pactilis*
" *sp.*
Chiasmolithus oamaruensis
" *titus*
" *sp.*
Chiastozygus protocuneatus
Dictyococcites hesslandi
" *scrippsae*
Discoaster aster
" *aulakos*
" *barbadiensis*
" *binodosus*
" *deflandrei*
" *distinctus*
" *divarticatus*
" *extensus*
" *heptaradiatus*
" *lenticularis*
" *nephados*
" *obtusus*
" *rufus*
" *stellulus*
" *subbarbadiensis*
" *surculus*
" *tani*
" *tani nodifer*
" *trinidadensis*
" *trinus*
" *variabilis*
" *sp.*

- Discolithina cribaria*
" *wechesensis*
Discolithus distinctoides
" *distinctus*
" *macroporus*
" *oamaruensis*
" *sparsiforatus*
" *solidus*
Discoasteroides sp.
Eiffelithus regularis
Ericsonia quadriperforata
Etmorhabdus sp.
Fasciculithus sp.
Hayesites sp.
Helicopontosphaera compacta
" *intermedia*
" *reticulata*
Helicosphaera bramlettei
" *lophota*
" *parallela*
" *wilcoxonii*
" sp.
Heliolithus megastypus
Heliorthus sp.
Holodiscolithus sp.
Istmolithus recurvus
Lanternithus sp.
Lithostromation sp.
Lophodolithus sp.
Markalius sp.
Micrantolithus flos
" *vesper*
Neococcolithes sp.
Pemma rotundum
Peritrachelina ornata

Polycladolithus

- Pontosphaera confosa*
" *formosa*
" *obliquipons*
" *plana*
" *pulcheroides*
" *pulchra*
" *rothi*
" *vigintiforata*
" *vadosa*

Prinsius sp.

Pseudozygrhablithus latus

Pyrocyclus hermosus

Quinquerhabdus colossicus

Reticulofenestra alabamensis

" *scissura*

" sp.

Rhabdolithus costatus

" *pinguis*

" *vitreus*

Rhabdosphaera tenuis

" sp.

Sphenolithus ciperoensis

" *distentus*

" *moriformis*

" *predistentus*

Staurolithites

Syracosphaera bisecta

" *labrosa*

" sp.

Toweius sp.

Transversopontis sp.

Zygodiscus sisyphus

Zygodolithus bijugatus

" *stenopous*

Zygosphaera aurea

VI.2 Análisis Granulométrico

Parámetros estadísticos:

Mz- tamaño gráfico promedio

σ - Desviación Estandar, gráfica inclusiva

Ski-Grado de Asimetría, gráfica inclusiva

K_G - Curtosis

Datos obtenidos:

	Mz	σ	Ski	K_G
Muestra 1h	5.36	2.46	0.35	0.78
Muestra 2h	5.96	2.33	-0.11	0.50
Muestra 3h	5.76	2.85	0.08	0.64

VII. DISCUSION

De acuerdo al estudio realizado y a los datos obtenidos, se confirmó la presencia de nanoplancton calcáreo, en un afloramiento de la Formación Horcones.

Los especímenes que se encontraron son en su mayoría característicos del Eoceno Superior y del Oligoceno Inferior. Se observaron asimismo, en menor número, algunos representantes de géneros más antiguos (probablemente del Cretácico), los cuales pueden haber sido redepositados.

Los nanofósiles se identificaron a nivel de familia, género y algunos hasta especie. Para ello se adoptaron las reglas de la nomenclatura botánica. El grado de preservación de las especies fue variable, algunas estaban bien preservadas y otras mal preservadas. Algunos coccolitofóridos y discoastéridos presentaron un cierto grado de recristalización.

A pesar de que la abundancia relativa no se cuantificó, la presencia de nanoplancton terciario en los tres horizontes fue muy notoria.

Algunas de las especies más comunes fueron las siguientes:

Clausicoccus pauciperforatus

Coccolithus cavus

" *dupouyi*

" *marismontium*

" *sarsiae*

Chiasmolithus oamaruensis
Discoaster deflandrei
Discolithus sparsiforatus
Ericsonia sp.
Helicopontosphaera compacta
" *reticulata*
Helicosphaera bramlettei
" *wilcoxonii*
Pontosphaera plana
" *vadosa*
" *vigintiforata*
Reticulofenestra scissura

Así como otras especies nuevas aún no descritas, clasificadas a nivel de género en el presente trabajo.

Es importante señalar que antes de establecer las características de una unidad taxonómica, se deben observar un gran número de especímenes. Principalmente en el caso particular de los colitofóridos, debido a que éstos presentan un diformismo o un polimorfismo; lo cual representa un obstáculo para una clasificación filogenética.

Según varios autores, la zonación estratigráfica actual con nanofósiles se basa en el concepto de intervalo, es decir, aquella zona que representa un intervalo entre dos marcadores estratigráficos; mismo que puede estar representado por la presencia más alta o por la presencia más baja, denominada comúnmente nivel de datación. En las compañías petroleras se utilizan las ocurrencias más altas debido a que siempre existe el peligro continuo de una contaminación hacia abajo debida al taladro cuando se hacen perforaciones profundas. Y es por ello que las primeras apariciones

(ocurrencias inferiores) sean descartadas generalmente. Sin embargo son consideradas solamente cuando las muestras son tomadas de los costados o de muestras perforadas convencionalmente. (Gartner, S. 1980).

Algunas veces se emplean diferentes zonaciones para un mismo intervalo, que pueden estar basados en la primera aparición, en la última, o a veces se utilizan ambas. Esto depende de la calidad del material y de la muestra.

Sin embargo, antes de que los rangos estratigráficos sean establecidos razonablemente, es necesario que se analicen un gran número de muestras, con el fin de establecer un promedio de la primera aparición y / o la desaparición de los nanofósiles estudiados.

Debido al tamaño tan pequeño de estos nanofósiles se pudo constatar la importancia que significa el empleo del Microscopio Petrográfico, así como la utilización complementaria del M. E. B. para la observación morfológica y estructural de éstos.

El método que se empleó para separar el nanoplancton del sedimento, dió magníficos resultados; ya que permitió la separación de especímenes de dimensiones muy aceptables para su estudio (de 2 a 26 micras). Asimismo, se logró una dispersión de los coccolitofóridos y discoastéridos en las láminas, lo que facilitó su observación y la toma de microfotografías con ambos microscopios. Es importante hacer notar que los negativos de las fotografías representan el holotipo de la especie estudiada. Por lo tanto es necesario que se apliquen las técnicas fotográficas adecuadas para obtener los mejores resultados.

En la preparación de las láminas con nanofósiles se tomaron en cuenta dos cosas:

- se seleccionó un medio neutro con índice de refracción menor al de la calcita; con el fin de evitar la disolución del nanoplancton y con el fin de evitar los efectos de inversión de relieve (lo que incrementaría el contraste a un punto que no se podría obtener una buena fotografía).
- el empleo del alcohol polivinil, lo que permitió que los nanofósiles quedaran en un solo plano, facilitando la observación de éstos.

En la preparación de láminas con nanofósiles para su observación al M. E. B. se empleó un nuevo método que resultó muy efectivo y se complementa con el método de decantación, y de preparación de láminas para el microscopio de luz natural descritos por Gartner.

En el presente estudio se llevó a cabo el análisis granulométrico y se verificó el tipo de sedimento equivalente, el cual estaba constituido de limo medio muy mal clasificado. Estos datos nos sirven para hacer comparaciones posteriores en relación al estado de preservación de los nanofósiles y a su abundancia en diferentes tipos de sedimentos. Aún no se puede inferir, en lo referente al ambiente de depósito, debido a que para ello se necesita un estudio más amplio, y no el de un solo afloramiento.

VIII. CONCLUSIONES

La presencia de nanofósiles característicos del Eoceno Superior y del Oligoceno Inferior en la formación estudiada indican que este afloramiento puede representar la base de la Formación Horcones, o la parte superior de la Formación Chapapote (Eoceno Superior).

Las especies que se encontraron muestran una gran semejanza con aquellas señaladas por diferentes autores, de formaciones del Eoceno Superior y del Oligoceno de Alemania, Estados Unidos, Nueva Zelanda y Siria.

Es importante recordar que la Formación Horcones se encuentra en discordancia sobre la Formación Chapapote; y que la cima de la Formación Horcones es aseverada como del Oligoceno Inferior. Lo que plantea una vez más, el problema del límite Eoceno Superior-Oligoceno.

En el presente trabajo no se pretenden dar conclusiones de finitivas acerca del análisis efectuado, sino más bien contribuir al inicio de los estudios del nanoplancton calcáreo de México.

En este estudio se pudo verificar la gran diversidad de las especies, su distribución estratigráfica y su amplia distribución geográfica.

Se encontraron diversas especies nuevas pertenecientes a los géneros *Calcidiscus*, *Coccolithus*, *Discoaster*, *Ericsonia*, *Helicosphaera*, *Pontosphaera*, *Prinsius*, *Reticulofenestra* y *Toweius*.

IX. BIBLIOGRAFIA

IX.1 Literatura citada

- BARKER, R. W. and BERGGREN, W. A., 1977. Paleocene and early Eocene of the Rio Grande and Tampico Embayment: foraminiferal biostratigraphy and paleoecology. - Mar. Micropaleontol., v.2, pp. 67-103.
- BARKER, R. W. and BLOW, H. W., 1976. Biostratigraphy of some Tertiary formations in the Tampico-Misantla Embayment, México. - Jour. Foram. Research, v. 6, no. 1, pp. 39-58.
- BENAVIDES, G. L., 1956. Notas sobre la Geología Petrolera de México. Simposium sobre yacimientos de Petróleo y Gas. - XX Congr. Geol. Intern. México, v. 3, pp. 460-478.
- BERNER, R. A. and HONJO, S., 1981. Pelagic Sedimentation of Aragonite: Its Geochemical Significance. - Science, v. 211, no. 4485, pp. 940-942.
- BLACK, M., 1963. The fine structure of the mineral parts of Coccolithophoridae. - Proc. Linn. Soc. Lond., v. 174, pp. 41-46.
- BLACK, M., 1972. Crystal development in Discoasteraceae and Braarudosphaeraceae (planktonic algae). - Paleontol., v. 15, pp. 476-489, 3 láms.
- BRAARUD, T. and FAGERLAND, E., 1946. A coccolithophorid in laboratory culture, Syracosphaera carterae. - n. sp. 2 Avhandl. Norske vid. Akad. Oslo, Mat. Nat. Kl., v. 1, no. 2, pp. 3-10.
- BRAARUD, T. and GAARDER, K. R., MARKALI, J. and NORDLI, E., 1953. Coccolithophorids studied in the Electron Microscope. Observations on Coccolithus huxleyi and Syracosphaera carterae. - Nytt Mag. f. Botanik, Oslo, v. 1, pp. 129-134.

- BRAARUD, T., 1961. Cultivation of marine organisms as a means of understanding environmental influences on populations. - In M. Sears (ed.), Oceanography. Washington D.C., Amer. Assoc. Advanc. Sc. Publ., v. 67, pp. 271-298.
- BRAMLETTE, M. N., 1960. Age relations in early Tertiary of Europe and America as indicated by Coccolithophorids and related microfossils. - Abstract, Bull. of Geol. Soc. of America, v. 17, no. 12, 2da parte, pp. 1832.
- BRAMLETTE, M. and RIEDEL, W., 1954. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. - J. Paleontol., v. 28, no. 4, pp. 385-403.
- BRAMLETTE, M. N. and SULLIVAN, F. R., 1961. Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. - Micropaleontol., v. 7, no. 2, pp. 129-188.
- BRAMLETTE, M. N. and MARTINI, E., 1964. The great change in calcareous nannoplankton fossils between Maastrichtian and Danian. - Micropaleontol., v. 10, pp. 291-322.
- BUKRY, D. and BRAMLETTE, M. N., 1969. Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic. - Tulane Stud. Geol., v. 7, pp. 131-142.
- BUKRY, D., 1971. Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean. - San Diego Soc. Nat. Hist. Trans., v. 16, no. 14, pp. 303-328.
- BUTTERLIN, J., PERCH-NIELSEN, K., PREMOLI-SILVA, I., et TOUMARKINE, M., 1977. International Union of Geological Sciences. Field Conference (sur le Paleogène au Mexique, Région de Tampico-Misantla). 1-6 nov. 1977, 59 pp., 7 tablas.
- COHEN, C. L. D., 1965. Coccoliths and discoasters: some aspects of their geologic use. - Geol. en Mijnbouw, 44 ste, Jaargang nr. 10, 44e, pp. 337-344.
- CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL, MEXICO, 1956. 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.- XX Congr. Geol. Intern. México. Excursión C-16. 94 pp., 18 figs.

- DEFLANDRE, G., 1934. Les Discoastéridés, microfossiles calcaires incertae sedis. - Bull. Soc. franc. Microsc., v. 3, pp. 59-67, 31 figs.
- DEFLANDRE, G., 1950. Observations sur les Coccolithophoridés, a propos d'un nouveau type de Braarudosphaeridé, Micrantholithus, a éléments clastiques. - C.R. Acad. Sc., v. 231, pp. 1156-1158, 11 figs.
- DEFLANDRE, G., 1952. Classe des Coccolithophoridés. - In P. P. Grassé, Traité de Zoologie, v. 1, fasc. 1, pp.439-470, figs. 339-364 bis.
- DEFLANDRE, G. and FERT, C., 1952. Sur la structure fine de quelques coccolithes fossiles observés au microscope électronique. Signification morphogénétique et application a la systématique. - C.R. Acad. Sc., v. 234, pp. 2100-2102.
- DEFLANDRE, G., 1953. Hétérogénéité intrinsèque et pluralité des éléments dans les coccolithes actuels et fossiles. - C. R. Acad. Sc., Paris, v. 237, pp. 1785-1787.
- DEFLANDRE, G. and FERT, C., 1954. Observations sur les coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. - Annales de Paléontol., v. 40, pp. 115-176, 15 pl, 127 figs.
- EHRENBERG, C. G., 1836. Bemerkungen über feste mikroskopische, anorganische Formen in den erdigen und derben Mineralien. - Ber. Dtsch. Ak. Wiss., Jg. 1836, s. 84-85.
- EHRENBERG, C. G., 1854. Mikrogeologie; Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. - Leipzig, Leopold Voss, 374 pp.
- FOLK, R. L., 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias. - Inst. Geol. U. N. A. M., 405 pp.
- GAMPER, M. A. 1977. Bioestratigrafía del Paleoceno y Eoceno de la Cuenca Tampico-Misantla basada en los foraminíferos planctónicos. - Univ. Nal. Autón. México. Inst. Geol. Revista, v. 1, no. 2, pp. 117-128.
- GARTNER, S., 1967. Nannofossil species related to Cyclococcolithus leptoporus (Murray and Blackman). - Univ. of Kansas, Paleontol. Contributions, v. 28, 7 pp.
- GARTNER, S., 1980. Calcareous Nannofossils in Marine Sediments. - The Sea, v. 7, (ed. C. Emiliani), pp. 1-49.

GAYRAL, P. and FRESNEL, J., 1976. Nouvelles observations sur deux Coccolithophoracées marines: Cricosphaera roscoffensis (P. Dangeard) comb. nov. et Hymenomonas globosa (F. Magne) comb. nov. - Phycologia, v. 15, pp. 339-355.

HAQ, B. U. and BOERSMA, A., 1979. (eds.), Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier, New York, pp. 79-107.

HAY, W. W. and MOHLER, H. P., 1967. Calcareous nannoplankton from Early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Early Eocene correlations. - J. Paleontol., v. 41, pp. 1505-1541.

HAY, W. W., MOHLER, H. P., ROTH, P. H., SCHMIDT, R. R. and BOUDREAUX, J. E., 1967. Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean Antillean area and transoceanic correlation. - Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., v. 17, pp. 428-480.

HUXLEY, T. H., 1858. -In J. Dayman. Deep-sea soundings in the North Atlantic Ocean between Ireland and Newfoundland, made in H.M.S. Cyclops. London, Eire and Spottiswoode. 73 pp., 4 pls.

JUKES-BROWNE, A. J. and HARRISON, J. B., 1892. The geology of Barbados. Part II, The Oceanic Deposits. - Quart. Jour. Geol. Soc., Lond., v. 48, pp. 170-226.

KAMPTNER, E., 1928. Über das System und die Phylogenie des Kalkflagellaten. - Arch. Protistenk, v. 64, pp. 19-43.

KAMPTNER, E., 1928. Über eine Coccolithophoride aus der "Alten Donau" bei Wien, nebst einigen systematischen Bemerkungen. - Arch. Protistenk, v. 61, pp. 38-44, 2 figs.

KAMPTNER, E., 1954. Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. - Arch. Protistenk, v. 100, pp. 1-90, 50 figs.

KLAVENESS, D., 1973. The microanatomy of Calyptosphaera sphaeroidea, with some supplementary observations on the mobile stage of Coccolithus pelagicus. - Norw. J. Bot., v. 20, pp. 151-152.

LOHMANN, H., 1902. Die Coccolithophoridae. Eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Bei-

trag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. - Arch. f. Prot., v. 1, pp. 89-165. pls. 4-6.

LOHMANN, H., 1913. Uber Coccolithophoriden. - Verh. Deutsch Zool. Ges., v. 23, pp. 143-164.

LOWENSTAM, H. A., 1981. Minerals formed by Organisms. - Science, v. 211, no. 4487, pp. 1126-1131.

MANTON, J. and LEEDALE, G. F., 1969. Observations on the microanatomy of Coccolithus pelagicus and Cricosphaera carteri, with special reference to the origin and nature of coccoliths and scales. - J. Marine Biol. Assoc., v. 49, pp. 1-16.

MARTINI, E., 1971. The occurrence of Pre-Quaternary calcareous nannoplankton in the oceans. -In Funnell, B. M., and Riedel, W. R. (eds.), -The micropaleontology of the oceans. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 535-544.

MARTINI, E. and BRAMLETTE, M. N., 1963. Calcareous nannoplankton from the experimental MOHOLE drilling. - Jour. Paleontol., v. 37, no. 4, pp. 845-856, 4 pls, 2 figs.

MURRAY, J. and RENARD, A. F., 1891. Report on deep-sea deposits, based on specimens collected during the voyage of H.M.S. Challenger. 525 pp.

NOEL, D., 1961. Sur la présence de Coccolithophoridés dans les terrains primaires. -C. R. Acad. Sc. Paris, v. 252, pp. 3625-3627.

NORRIS, R. E., 1965. Living cells of Ceratolithus cristatus (Coccolithophorineae). - Arch. Protistenk, v. 108, pp. 19-24.

PAASCHE, E., 1968. Biology and physiology of coccolithophorids. - Ann. Rev. Microbiol., v.22, pp. 71-86.

PARKE, M., 1961. Some remarks concerning the class Chrysophyceae. - Brit. Phyc. Bull., v. 2, no. 2, pp. 47-55.

PARKE, M. 1961. Electron microscope observations on scale-bearing Chrysophyceae. -Recent Advances in Botany, Toronto. Sect. 3, pp. 226-229.

- PARKE, M., 1971. The production of calcareous elements by benthic algae belonging to the class Haptophyceae (Chrysophyta). -In Farinacci, A., (ed.), II Planktonic Conference, Proc., Roma, 1970. pp. 929-937.
- PARKE, M. and ADAMS, I., 1960. The motile (Crystallolithus hyalinus Gaarder and Markali) and non-motile phases in the life history of Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller. - J. Mar. Biol. Assoc. U.K., v. 39, pp.263-274, pls. 1-4.
- RAMSAY, A. T. S., 1971. The investigation of lower Tertiary sediments from the North Atlantic. - 2nd Planktonic Conf. Proc., v. 2, pp. 1039-1055.
- SALAS, G. P., 1949. Geology and development of Poza Rica oil fields, Veracruz, México. - Am. Assoc. Pet. Geol. Bull., v. 33, no. 8, pp. 1385-1409, 15 figs., 2 pls.
- SCHILLER, J., 1930. Coccolithineae. -In Dr. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Akademische Verlagsgesellschaft, 10 Bd, 2 Abt., Leipzig. pp. 89-267.
- SORBY, H. C., 1861. On the organic origin of the so-called "crystalloids" of the chalk. - Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 3, v. 8, pp. 193-200.
- STRADNER, H., 1959. First Report on the Discoasters of the Tertiary of Austria and their Stratigraphic Use. -In 5th. World Petroleum Congress, New York, Sect I, Paper 60, pp. 1081-1095, 30 figs.
- STRADNER, H. and PAPP, A., 1961. Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und deren stratigraphische Bedeutung mit Hinweisen auf Mexico, Rumänien und Italien. - Jb. Geol. Bundesanst, Wien, Sonderband 7, pp. 1-160, pls. 1-42.
- SUJKOWSKI, Zb., 1931. Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kreda niektórych innych obszarów Polski. - Bull. Serv. Geol. Pologne, v. 6, pp. 485-614, (resumen en francés) pp. 615-628.
- TAN SIN HOK, 1926. On a young-Tertiary limestone of the isle of Rotti with coccoliths, calci-and manganese-peroxide-spherulites. - Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet. Amsterdam, v. 29, pp. 1095-1105.

TAN SIN HOK, 1927. Discoasteridae incertae sedis. - Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet. Amsterdam, v. 30, no. 3, pp. 411-419, 14 figs.

TREJO, M., 1969. Conusphaera mexicana, un nuevo coccolito-fórido del Jurásico Superior de México. - Rev. Inst. Mexicano del Petróleo, v. 1, pp. 5-15.

WALLICH, G. C., 1860. Results of sounding in the North Atlantic. - Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 3, v. 6, pp. 457-458.

WALLICH, G. C., 1865. On the structure and affinities of the Polycystina. - Trans. Micr. Soc. London, ser. 2, Bd. 13, pp. 57-84.

WALLICH, G. C., 1877. Observations of the Coccospheres. - Ann. Mag. Nat. Hist., ser. 4, v. 19, pp. 342-349.

WILBUR, K. M. and WATABE, N., 1963. Experimental studies in calcification in molluscs and the alga Coccolithus huxleyi. - N. Y. Acad. Sc. Ann., v. 109, pp. 82-112.

ZEMMELS, I., COOK, H. E. and MATTI, J. C., 1975. X-ray mineralogy data: Tasman Sea and far Western Pacific, leg 30, Deep Sea Drilling Project. -In Andrews, J. E., Packham, G., et al, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington (U.S. Government Printing Office), v. 30, pp. 603-616.

IX.2 Literatura consultada

- ACHUTAN, M. V. and STRADNER, H., 1969. Calcareous nannoplankton from the Wemmelian Stratotype. - In Brönniman and H.H. Renz (eds.), Proc. First Int. Conf. on Planktonic Microfossils, v. 1, pp. 1-13.
- BERSIER, A., 1939. Discoastéridés et Coccolithophoridés des marnes oligocènes vaudoises. - Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., Lausanne. v. 60, no. 248, pp. 229-248.
- BILGUTAY, U., JAFAR, S.A., STRADNER, H. and SZOTS, E., 1967. Calcareous nannoplankton from the Eocene of Biarritz, France. - In Brönniman and H.H. Renz (eds.), Proc. First Int. Conf. on Planktonic Microfossils, v. 1, pp. 167-178.
- BLACK, M., 1967. New names for some coccolith taxa. - Proc. Geol. Soc. Lond., no. 1640, pp. 139-145.
- _____, 1971. The systematics of coccoliths in relation to the paleontological record. - In Funnell, B.M. and Riedel, W.R. (eds.), The micropaleontology of the oceans: Cambridge, (Cambridge University Press), pp. 611-624.
- BLACK, M. and BARNES, B., 1959. The structures of coccoliths from the English Chalk: Geol. Mag., v. 96, no. 5, pp. 321-328.
- BOUCHE, P. M., 1962. Nannofossiles calcaires du Lutétien du bassin de Paris. - Rev. Micropaléontol., v. 5, no. 1, pp. 75-103, incl. 4 pls., 32 text-figs. A-C.
- BRAMLETTE, M. N., 1958. Significance of coccolithophorids in calcium carbonate deposition. - Geol. Soc. Amer. Bull., v. 69, no. 1, pp. 121-126.
- _____, 1965. Massive extinctions in biota at the end of Mesozoic time. - Science, v. 148, no. 3678, pp. 1696-1699.
- _____, 1965. Mass extinction of Mesozoic biota. - Science, v. 150, no. 3701, pp. 1240.

- BRAMLETTE, M. N. and WILCOXON, J. A., 1967. Discoaster druggi nom. nov. pro Discoaster extensus. - Tulane Studies in Geology, v. 5, no. 4, 220 pp.
- _____, 1967. Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad, W.I. - Tulane Studies Geol., v. 5, no. 3, pp. 93-130.
- BUKRY, D., 1973. Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. - In Edgar, N. T., Saunders, J. B. et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U.S. Government Printing Office), v. 15, pp. 685-703.
- _____, 1976. Coccolith stratigraphy of the Manihiki Plateau, Central Pacific, Deep Sea Drilling Project, Site 317. - In Jackson, E. D., Schlanger, S., et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U.S. Government Printing Office), v. 33, pp. 493-501.
- CARO, Y., LUTERBRACHER, H., PERCH-NIELSEN, K., et al., 1975. Zonations a l'aide de microfossiles pélagiques de Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. - B.S.G.F. (7), v. 17, no. 2, pp. 126-147.
- CLARK, D. F., 1973. Improved light microscopy techniques for viewing nanofossils. - Micropaleontol., v. 19, no. 4, pp. 481-484.
- CLOCCHIATTI, M., 1969. Contribution a l'étude de Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner (Coccolithophoridae). - Rev. Micropaléontol., v. 12, no. 2, pp. 75-83.
- COHEN, C. L. D., 1965. Coccoliths and Discoasters from adriatic bottom sediment. - Leidse Geol. Mededelingen, v. 35, no. 7, pp. 1-44.
- DANGEARD, L., 1931. Sur la présence de lits a Coccolithes et Cocospheres dans la série oligocène laguno-lacustre de la Limagne. - C.R. Ac. Sc., Paris, v. 192, pp. 1745.
- _____, 1932. Les craies et les calcaires a Coccolithes de la Limagne. Bull. Soc. geol. Fr., Paris, ser. 5, v. 2, pp. 67-82.

DEFLANDRE, G., 1936. Les flagelles fossiles. Aperçu biologique et paléontologique. Rôle géologique. - Actual. Scient. Int. Hermann, Paris, no. 335, pp. 1-96.

_____, 1942. Sur la conservation de microfossiles calcaires notamment de Coccolithophoridées dans le silex sahelien d'Oranie. - C.R. Ac. Sc., Paris, v. 214, pp. 804-805.

_____, 1947. Braarudosphaera nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridés actuels a éléments composites. - C.R. Ac. Sc., Paris, v. 225, pp. 439-441.

DEFLANDRE, G. and DURRIEU, L., 1957. Application de la technique d'empreintes de carbone a la systématique des coccolithophoridés fossiles. - C. R. Ac. Sc., Paris, v. 244, pp.2884-2951, 2 figs.

DEFLANDRE, G. and FERT, Ch., 1953. Etude des Coccolithophoridés des vases actuelles au microscope électronique. Orientation des particules élémentaires de calcaire par rapport avec les notions de Heliolithae et d'Ortholithae. - C.R. Ac. Sc., Paris, v. 236, pp. 328-330.

_____, 1953. Application du microscope électronique a l'étude des Coccolithophoridés. - Bull. Soc. Hist. Natur., Toulouse, v. 88, fasc. 1 et 2, pp. 301-313.

EDWARDS, A. R., 1963. A preparation technique for calcareous nanoplankton. - Micropaleontol., v. 9, no. 1, pp. 103-104.

FARINACCI, A., (ed.), 1969-1981. Catalogue of Calcareous Nannofossils. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vols. 1 al 9.

FISCHER, J. C., 1962. Laboratory reagents as possible source of microfossil contamination. - Micropaleontol., v. 8, no. 4, pp. 508.

GARTNER, S. and BUKRY, D., 1969. Tertiary Holococcoliths. - J. Paleontol., v. 43, pp. 1213-1221.

HALLDAL, P., 1954. Comparative observations on Coccolithophorides in light and electron microscope and their taxonomical significances. - VIII Congr. Int. Bot., Paris, Rapp. et Comm., sect. 17, pp. 122-124.

HAQ, B. U., 1966. Electron Microscope studies on some upper Eocene calcareous Nannoplankton from Syria. - Stockholm Contr. Geol., v. 15, no. 3, pp. 23-37, 6 pls.

_____, 1968. Studies on Up. Eocene calcareous nannoplankton from N. W. Germany. - Ibid., v. 18, no. 2, pp. 13-14, 11 pls.

_____, 1971. Paleogene calcareous nannoflora. Part one: the Paleocene of West Central Persia and the Upper Paleocene-Eocene of West Pakistan. - Ibid., no. 1, pp. 1-56, pls. 1-16.

_____, 1971. Paleogene calcareous nannoflora. Part two: Oligocene of West Germany. - Ibid., v. 25, no. 2, pp. 57-97, pls. 1-18.

_____, 1971. Paleogene calcareous nannoflora. Part three: Oligocene of Syria. - Ibid., v. 25, no. 3, pp. 99-127, pls. 1-25.

_____, 1971. Paleogene calcareous nannoflora. Part four: Paleogene nannoplankton biostratigraphy and evolutionary rates in Cenozoic calcareous nannoplankton. - Ibid., v. 25, pp. 129-158, pls. 1-15.

HAQ, B. U. and LOHMANN, G. P., 1976. Early Cenozoic calcareous nannoplankton biogeography of the Atlantic Ocean. - Mar. Micropaleontol., v. 1, pp. 119-194.

HAY, W. W., 1961. Note on the preparation of samples for Discoasterids. - Rep. from Journal of Paleontol., v. 35, no. 4.

_____, 1965. Calcareous nannofossils. - In B. Kummel and D. Raup (eds.), Handbook of Paleontological Techniques, W. H. Freeman, San Francisco, pp. 3-6.

HAY, W. W. et al, 1967. Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation. - Gulf Coast Assoc. of Geol. Soc. Transactions, v. 17, pp. 428-480.

HAY, W. W. and MOHLER, H. P., 1967. Paleocene-Eocene calcareous nannoplankton and high-resolution biostratigraphy. - In Brönniman, P. and H. H. Renz (eds.), Proc. First Int. Conf. on Planktonic Microfossils, v. 2, pp. 250-253.

HAY, W. W., MOHLER, H. and WADE, M. E., 1966. Calcareous nannofossils from Nal'chik (Northwest Caucasus). - *Eclogae Geol. Helv.*, v. 59, pp. 379-400.

HAY, W. W. and TOWE, K., 1962. Electron-microscope studies of Braarudosphaera bigelowi and some related Coccolithophorids. - *Science*, v. 137, no. 3528, pp. 426-428, figs 1-6.

INTERNATIONAL NANNOPLANKTON ASSOCIATION, 1979. - *INA Newsl.* v. 1, no. 1, pp. 1-N7.

_____, 1979. - *Ibid.*, v. 1, no. 2, pp. 1-N8.

_____, 1980. - *Ibid.*, v. 2, no. 1, 38 pp.

_____, 1980. - *Ibid.*, v. 2, no. 2, 83 pp.

_____, 1981. - *Ibid.*, v. 3, no. 1, 44 pp.

JUNG, D. and LEVIN, H. L., 1964. Chalk Crayons and Microfossil contamination. - *Micropaleontol.*, v. 10, no. 1, pp. 80.

MARTINI, E., 1965. Mid-Tertiary calcareous nannoplankton from Pacific deep-sea cores. - *In* Whittard, W. F. and Bradshaw, R.B. (eds.) *Submarine geology & geophysics. Proc. 17 th. Syp. Colston Res. Soc.*, London Butterworths, pp. 393-411, pls. 33-37, text-figs. 153.

MULLER, C., 1974. Calcareous nannoplankton, Leg 25 (Western Indian Ocean). - *In* Simpson, E.S.W., Schlich, R., *et al.*, 1974. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 25, Washington (U. S. Government Printing Office) pp. 579-633.

PROTO DECIMA, F., MEDIZZA, F., and TODESCO, L. 1978. Southeastern Atlantic Leg 40 Calcareous Nannofossils. - *In* Bolli, H.M., Ryan, W.B.F., *et al.*, 1978. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 40, Washington (U.S. Government Printing Office), pp. 571-634.

RAMSAY, A. T. S., 1970. The study of Lower Tertiary calcareous nannoplankton from the North Atlantic Ocean by means of Scanning Electron Microscopy. - *In* Heywood, V.H., 1971. *Scanning Electron Microscopy. Systematic and Evolutionary Applications. Reading, England. sp. v. 4*, pp. 179-209.

ROTH, P.H., 1974. Calcareous nannofossils from the northwestern Indian Ocean, Leg 24, Deep Sea Drilling Project.- In Fisher, R.L., Bunce, E. T., et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, v. 24, Washington (U. S. Government Printing Office), pp. 969-994.

SANDBERG, A. P. and HAY, W. W., 1967. Study of Microfossils by means of the Scanning Electron Microscope. - J. Paleontol., v. 41, pp. 999-1001, 2 pls.

STRADNER, H., 1967. Upper Eocene Calcareous Nannoplankton from Austria and problems of interhemispherical correlation. - In Brönniman, P. and Renz, H. (eds.) Proc. First Int. Conf. on Planktonic Microfossils, v. 2, pp. 664-669.

STRADNER, H. and EDWARDS, A. R., 1968. Electron microscopic studies on Upper Eocene coccoliths from the Oamaru diatomite, New Zealand. -Jb. Geol. Bundesanst., Wien. v. 7, pp. 1-60.

L A M I N A S

LAMINAS 1-12 : Microfotografías tomadas en el Microscopio Ultraphot II.

Abreviaciones utilizadas:

l.n. : luz natural

l.n. d. f. : luz natural con diferente foco

l.p. : luz polarizada (con nicoles cruzados)

l.p. d. f. : luz polarizada con diferente foco

l.p. c. c. : luz polarizada con cuña de cuarzo / 1-3

l.p. d. p. : luz polarizada en diferente posición

LAMINAS 13-29: Microfotografías tomadas en el Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM-35.

Abreviaciones utilizadas:

JSM x : indica los aumentos del negativo en el M.E.B

LAMINA 1

Fotos 1,2 Blackites spinosus (DEFLANDRE & FERT) HAY & TOWE,
vista lateral, l.n., l.p., x 1650.

Fotos 3,4 Braarudosphaera discula BRAMLETTE & RIEDEL, l.n., l.p.,
x 2080.

Fotos 7,8 Braarudosphaera cf. B. turbinea STRADNER, l.n., l.p.,
x 930.

Fotos 9,10 Braarudosphaera sp., l.n, l.p., x 2110.

Fotos 11,12 Ericsonia eopelagica (BRAMLETTE & RIEDEL) ROMEIN,
vista distal, l.n., l.p., x 2340.

Fotos 13,14 Toweius craticulus HAY & MOHLER, vista distal, l.n.,
l.p., x 2000.

Fotos 15-17 Coccolithus cavus HAY & MOHLER, vista distal, l.n.,
l.n. d.f., l.p., x 2700.

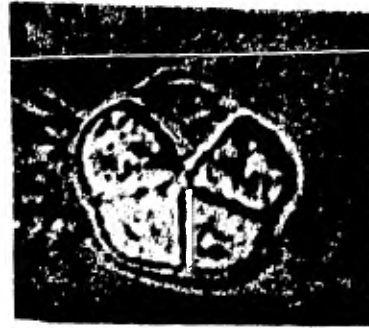
Fotos 18,19 Coccolithus primalis ROTH, vista proximal, l.n.,
l.p., x 2000.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



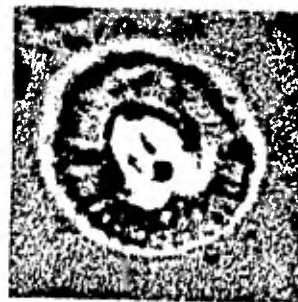
13



14



15



16



17



18



19

LAMINA 2

- Fotos 1-3 Coccolithus marismontium BLACK, vista proximal, l.n.,
l.p., l.n. d.f., x 3200.
- Fotos 4-8 Coccolithus pelagicus (WALLICH) SCHILLER, vista distal
(4,5) l.n. y l.p., x 2300; vista lateral (6,7,8) l.n.,
l.p., l.p. c.c., x 2080.
- Fotos 9,10 Coccolithus pseudogammation BOUCHE, vista distal, l.n.,
l.p., x 2400.
- Fotos 11,12 Coccolithus sarsiae BLACK, vista distal, l.n., l.p.,
x 2530.
- Fotos 13,14 Coccolithus stavensis LEVIN & JOERGER, vista distal,
l.n., l.p., x 2320.
- Fotos 15,16 Coccolithus cf. C.tenuistriatus KAMPTNER, vista distal,
l.n., l.p., x 2000.
- Fotos 17-19 Reticulofenestra umbilica (LEVIN) MARTINI & RITZKOWSKI,
MARTINI, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 1900.

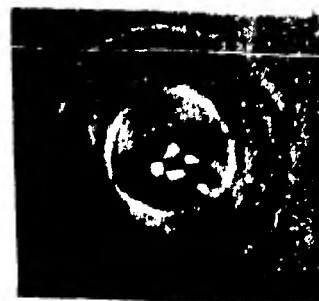
LAMINA 2



1



2



3



4



5



6



7



8



9



11



13



14



10



12



15



16



17



18

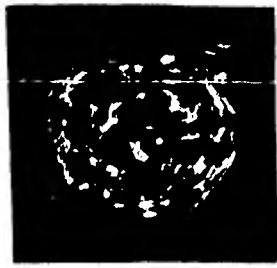


19

LAMINA 3

- Fotos 1-4 Cocosfera completa de Coccolithus pelagicus (WALLICH) SCHILLER, l.n., l.p., l.n. d.f., l.p. d.f., x 1270.
- Fotos 5-8 Coccosphaera sp., l.n., l.p., l.n. d.f., l.p. d.f., x 930.
- Fotos 9-12 Coccosphaera sp., l.n., l.p., l.n. d.f., l.p. d.f., x 1030.
- Fotos 13-17 Cribrosphaera ehrenbergi (ARKHANGELSKY) BUKRY, vista distal (13,14) l.n., l.p.; vista proximal (15,16,17) l.n., l.p., l.p. c.c., x 2000.
- Fotos 18,19 Cribrosphaera sp., vista proximal, l.n., l.p., x 2800.
- Fotos 20-22 Cyclococcolithus protoannulus (GARTNER) HAQ & LOHMANN, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2400.
- Fotos 23,24 Cyclococcolithus sp., vista proximal, l.n., l.p., x 1730.

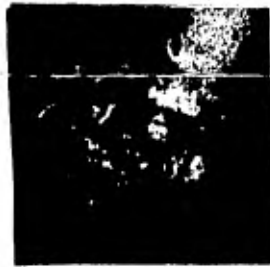
LAMINA 3



1



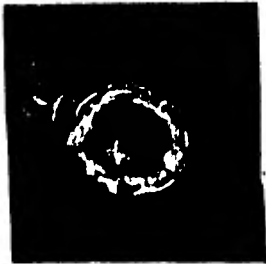
2



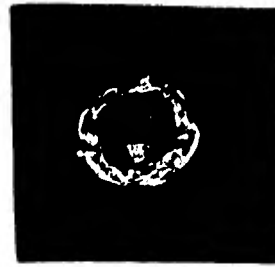
3



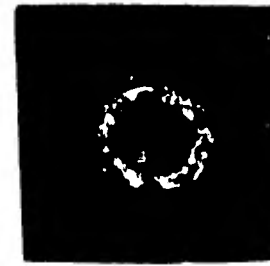
4



5



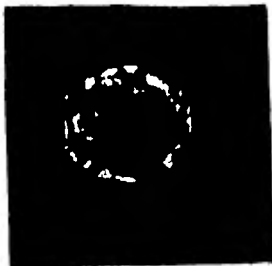
6



7



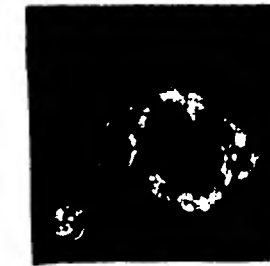
8



9



10



11



12



13



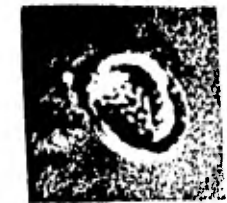
14



15



16



17



18



19



20



21



22



23

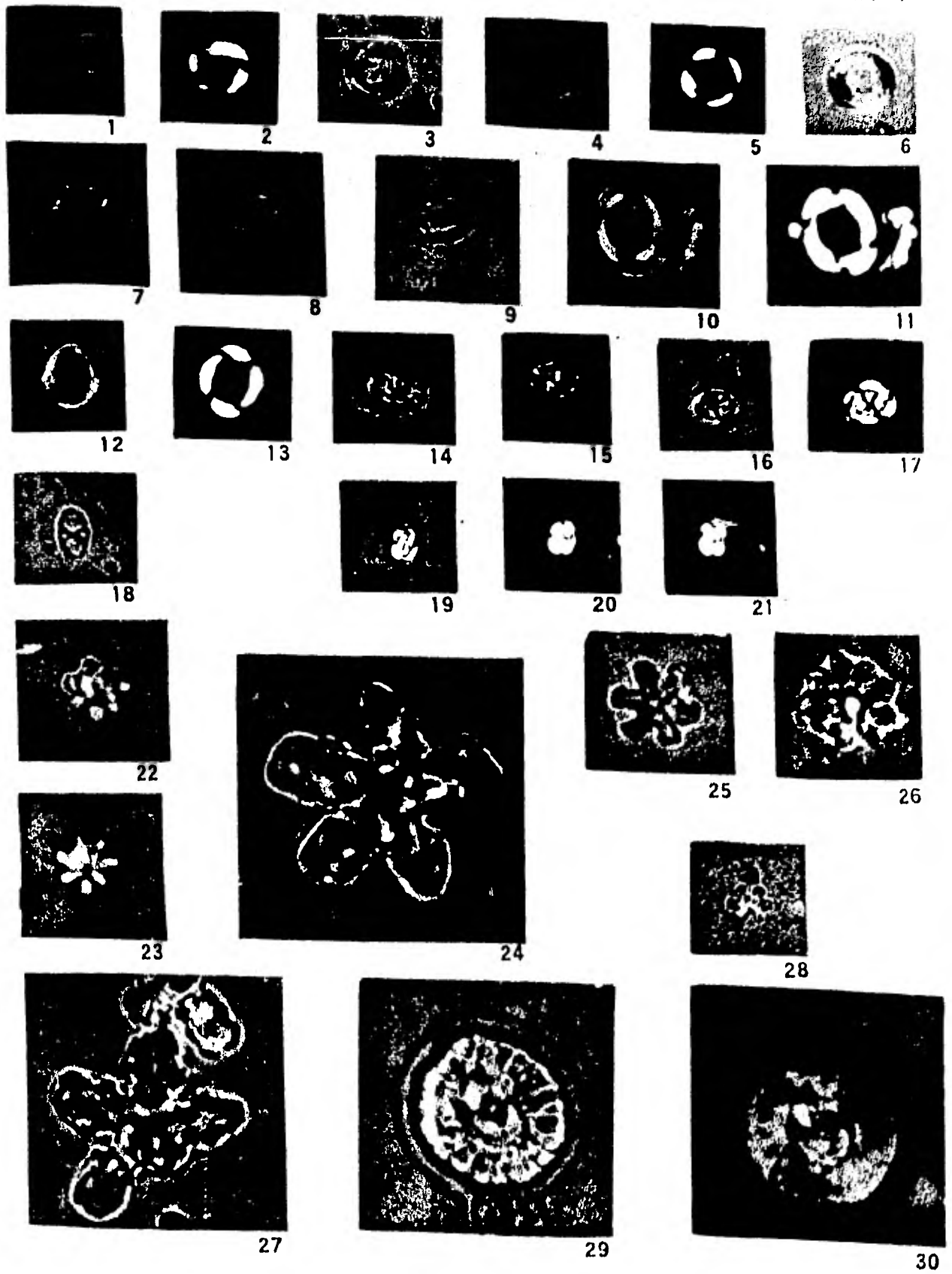


24

LAMINA 4

- Fotos 1-6 Cyclococcolithus dictyodus (DEFLANDRE & FERT) HAY & TOWE, vista proximal (1,2,3) l.n., l.p., l.p. d.f.; vista distal (4,5,6) l.n., l.p., l.p. c.c., x 2400.
- Fotos 7-9 Cyclolithella sp. LOEBLICH & TAPPAN, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2200.
- Fotos 10,11 Cyclolithella inflexa (KAMPTNER) LOEBLICH & TAPPAN, l.n., l.p., x 2260.
- Fotos 12,13 Cyclolithella pactilis BUKRY & PERCIVAL, vista proximal, l.n., l.p., x 1730.
- Fotos 14,15 Chiasmolithus cf. C. titus GARTNER, vista distal, l.n., l.p., x 1730.
- Fotos 16,17 Chiasmolithus cf. C. oamaruensis (DEFLANDRE) HAY, MOHLER & WADE, MARTINI, vista proximal, l.n., l.p., x 2200.
- Foto 18 Chiastozygus cf. C. protocuneatus WORSLEY, vista distal, l.n., x 3600.
- Fotos 19-21 Dictyococcites scrippsae BUKRY & PERCIVAL, vista distal, l.n., l.p., l.p.d.f., x 800.
- Fotos 22,23 Discoaster sp., l.n., l.n. d.f., x 4400.
- Foto 24 Discoaster aster BRAMLETTE & RIEDEL, l.n., x 2230.
- Foto 25 Discoaster aulakos GARTNER, l.n., x 2000.
- Foto 26 Discoaster barbadiensis (TAN SIN HOK) HAQ, l.n., x 1900.
- Foto 27 Discoaster binodosus MARTINI, LOCKER, l.n., x 1830.
- Foto 28 Discoaster sp., l.n., x 1070.
- Fotos 29,30 Heliolithus sp., l.n., l.p., x 2160.

LAMINA 4



LAMINA 5

- Foto 1 Discoaster sp. (grupo deflandrei), l.n., x 2320.
- Foto 2 Discoaster deflandrei BRAMLETTE & RIEDEL, BRAMLETTE & WILCOXON, l.n., x 1930.
- Fotos 3,4 Discoaster distinctus MARTINI, l.n., l.n. d.f., x 1000.
- Fotos 5,6 Discoaster cf. D. extensus BRAMLETTE & WILCOXON, l.n., l.n. d.f., x 2130.
- Fotos 7,8 Discoaster cf. D. heptaradius KLUMPP, l.n., l.n. d.f., x 960.
- Fotos 9,10 Discoaster sp., l.n., l.n. d.f., x 2500.
- Fotos 11,12 Discoaster sp., l.n., l.n. d.f., x 2530.
- Foto 13 Discoaster sp., l.n., x 2000.
- Foto 14 Discoaster cf. D. nephados HAY, l.n., x 1840.
- Foto 15 Discoaster obtusus GARTNER, l.n., x 2200.
- Fotos 16,17 Discoaster trinidadensis HAY, l.n., l.n. d.f., x 2500.



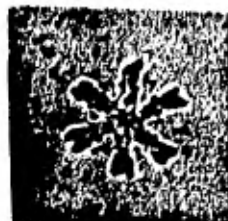
1



2



3



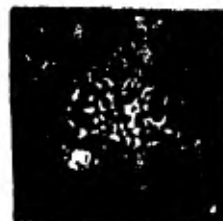
4



5



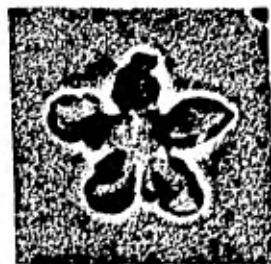
6



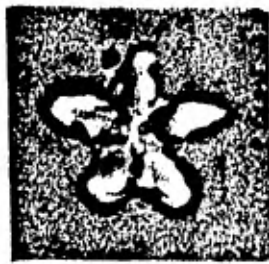
7



8



9



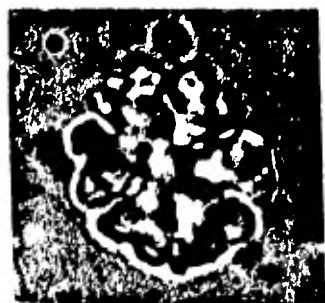
10



11



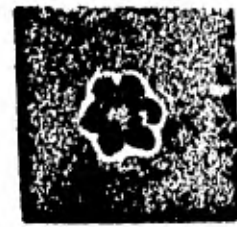
12



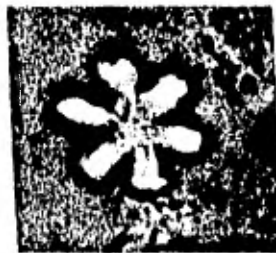
13



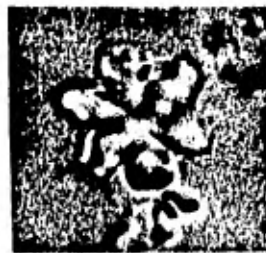
14



15



16



17

LAMINA 6

Fotos 1,2 Discoaster sp., l.n., x 2400, l.n., x 1060.

Fotos 3,4 Discoaster stellulus GARTNER, l.n., l.n. d.f., x 2600.

Fotos 5,6 Discoaster sp., l.n., l.n. d.f., x 2400.

Foto 7 Discoaster subbarbadiensis HAQ, l.n., x 1920.

Foto 8 Discoaster sp., l.n., x 1000.

Foto 9 Discoaster sp., l.n., x 2000.

Foto 10 Discoaster tani BRAMLETTE & RIEDEL, l.n., x 2200.

Foto 11 Discoaster tani nodifer BRAMLETTE & RIEDEL, l.n., x 2000.

Foto 12 Discoaster sp., l.n., x 1900.

Foto 13 Discoaster trinus STRADNER, l.n., x 2500.

Foto 14 Discoaster cf. D. aulakos GARTNER, l.n., x 2270.

Foto 15 Discoaster sp. (grupo deflandrei), l.n., x 2400.

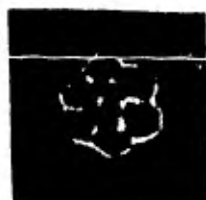
Fotos 16,17 Discoaster variabilis MARTINI & BRAMLETTE, l.n.,
l.n. d.f., x 1100.

Fotos 18,19 Discoaster sp. (grupo variabilis), l.n., l.n. d.f.,
x 880.

Foto 20 Discoaster sp., l.n., x 2300.



1



3



5



2



4



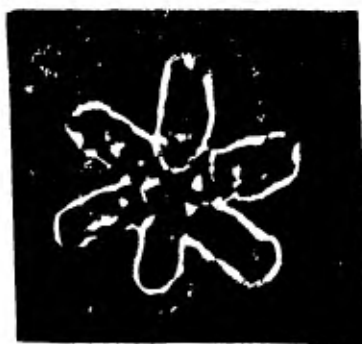
6



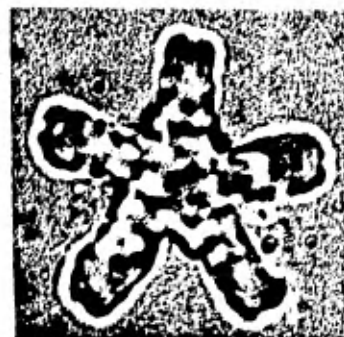
7



8



9



10



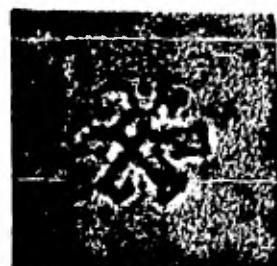
11



12



13



14



15



16



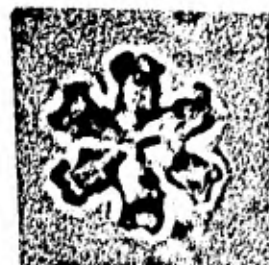
17



18



19



20

LAMINA 7

- Fotos 1,2 Discoaster divarticatus HAY, l.n., l.n. d.f., x 2900.
- Foto 3 Discoaster sp. (grupo deflandrei), l.n., x 800.
- Fotos 4,5 Discoaster surculus MARTINI & BRAMLETTE, l.n., l.n. d.f., x 900.
- Fotos 6,7 Discolithina cf. D. cribaria PERCH-NIELSEN, vista distal, l.n., l.p., x 1200.
- Fotos 8,10 Discolithus distinctoides REINHARDT, vista distal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 1070.
- Fotos 11,13 Discolithus distinctus BRAMLETTE & SULLIVAN, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2130.
- Foto 14, Discolithus macroporus DEFLANDRE, vista distal, l.n., x 3600.
- Fotos 15,17 Discolithus aff. D. oamaruensis DEFLANDRE, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2560.
- Fotos 18-22 Discolithus cf. D. sparsiforatus KAMPTNER, vista proximal, l.n., l.n. d.f., l.p., l.p. d.p., l.p. c.c., x 2000.
- Fotos 23,24 Transversopontis pulchriporus (REINHARDT) SHERWOOD, l.n., l.p., x 1900.
- Fotos 25,26 Discolithus solidus DEFLANDRE, vista proximal, l.n., l.n. d.f., x 1200.



1



2



3



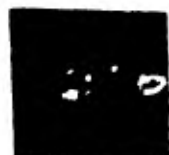
4



5



6



7



8



9



10



11



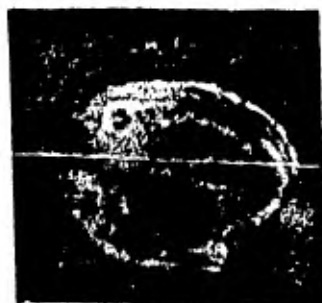
12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25

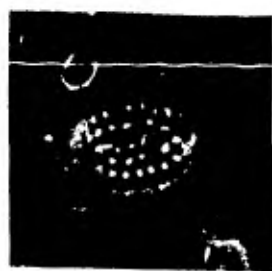


26

LAMINA 8

- Fotos 1-4 Pontosphaera cf. P. vigintiforata (KAMPTNER) PROTO-DECIMA, MEDIZZA & TODESCO, l.n., l.p., l.p. c.c., l.p. d.p., x 1700.
- Fotos 5,6 Calcidiscus formosus (KAMPTNER) LOEBLICH & TAPPAN, l.n., l.p., x 2900.
- Fotos 7,9 Clausicoccus pauciperforatus (ROTH) PRINS, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2600.
- Fotos 10-12 Ericsonia quadriperforata ROTH, vista proximal, l.n., l.n. d.f., l.p., x 2600.
- Fotos 13,14 Sphenolithus moriformis (BRONNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON, vista proximal, l.n., l.p., x 2000.
- Fotos 15,16 Sphenolithus cf. S. radians DEFLANDRE, COHEN, vista proximal, l.n., l.p., x 2000.
- Fotos 17,18 Fasciculithus sp., l.n., l.p., x 1730.
- Fotos 19-22 Helicosphaera bramlettei (MULLER) JAFAR & MARTINI, vista proximal, l.n., l.n. d.p., l.p., l.p. d.p., x 2260.
- Fotos 23-25 Helicopontosphaera reticulata (BRAMLETTE & WILCOXON) GARTNER, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2240.

LAMINA 8



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



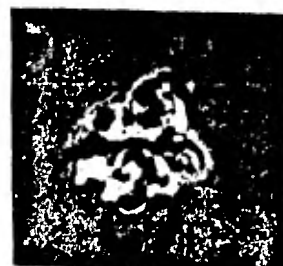
12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25

LAMINA 9

- Fotos 1-3 Helicosphaera wilcoxonii (GARTNER) JAFAR & MARTINI, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2600.
- Fotos 4-8 Helicopontosphaera compacta (BRAMLETTE & WILCOXON), vista distal (4,5) l.n., l.p., x 2320; vista proximal (6,7,8) l.n., l.p., l.p. d.p., x 2240.
- Fotos 9-11 Helicosphaera paralela BRAMLETTE & WILCOXON, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2000.
- Fotos 12,13 Helicosphaera reticulata (BRAMLETTE & WILCOXON) GARTNER, vista proximal, l.n., l.p., x 2100.
- Fotos 14,16 Helicosphaera lophota (BRAMLETTE & SULLIVAN) JAFAR & MARTINI, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2400.
- Fotos 17,18 Peritrachelina cf. P. ornata DEFLANDRE, vista lateral, l.n., l.p., x 1000.
- Fotos 19-21 Pontosphaera aff. P. plana (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAQ, vista distal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2400.
- Fotos 22-24 Pontosphaera rothi HAQ, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2000.
- Fotos 25-27 Pontosphaera vadosa HAY, MOHLER & WADE, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2400.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



14



15



16



13



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



27

LAMINA 10

- Fotos 1-5 Pseudozygrhablithus latus HAQ, vista lateral anterior, (1,2,3) l.n., l.p., l.p. c.c., x 2100; vista lateral posterior (4,5) l.n. l.p., x 2100.
- Fotos 6-8 Pyrocyclus hermosus ROTH & HAY, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 1600.
- Fotos 9-11 Quinquerhabdus colossicus BUKRY & BRAMLETTE, vista lateral, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2000.
- Fotos 12-13 Reticulofenestra sp., vista proximal. l.n., l.p. x 2200.
- Fotos 14-16 Reticulofenestra cf. R. Scissura HAY, MOHLER & WADE, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c. x 2200.
- Fotos 17-19 Cyclococcolithus cf. C. dictyodus (DEFLANDRE & FERT) HAY & TOWE, vista distal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2300.
- Fotos 20-23 Discolithus costatus DEFLANDRE, vista lateral, l.n., l.n. d.f., l.p., l.p. c.c., x 2600.
- Fotos 24,25 Rabdolithus pinguis DEFLANDRE, vista lateral, l.n., l.p., x 2300.
- Fotos 26,27 Blackites spinosus (DEFLANDRE) HAY & TOWE, vista lateral, l.n., l.p., x 2300.
- Fotos 28,29 Rabdolithus vitreus DEFLANDRE, vista lateral, l.n., l.p., x 2600.
- Fotos 30,31 Sphenolithus ciperensis BRAMLETTE & WILCOXON, vista lateral, l.n., l.p., x 1000.
- Fotos 32,33 Sphenolithus predistentus BRAMLETTE & WILCOXON, vista lateral, l.n., l.p., x 3000.

LAMINA 10



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



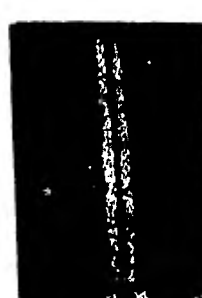
24



25



26



27



22



23



28



29



30



31



32



33

LAMINA 11

- Fotos 1,2 Rhabdosphaera sp., vista lateral, l.n., l.p., x 2100.
- Fotos 3-5 Rhabdosphaera tenuis BRAMLETTE & WILCOXON, vista lateral, l.n., l.p., l.p. c.c., x 1900.
- Fotos 6-8 Sphenolithus cf. S. moriformis (BRONNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2800.
- Fotos 9,10 Syracosphaera sp., vista distal, l.n., l.p., x 2700.
- Fotos 11,13 Pontosphaera formosa (BUKRY & BRAMLETTE) ROMEIN, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 2200.
- Fotos 14-16 Syracosphaera cf. S. labrosa BUKRY & BRAMLETTE, vista lateral, l.n., l.p., l.p. c.c., x 1700.
- Fotos 17-20 Syracosphaera labrosa BUKRY & BRAMLETTE, vista distal, l.n., l.p., l.p. c.c., l.p. c.c. en diferente posición, x 2050.

LAMINA 11



1



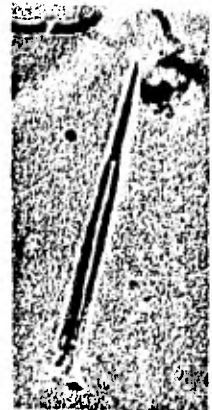
2



3



4



5



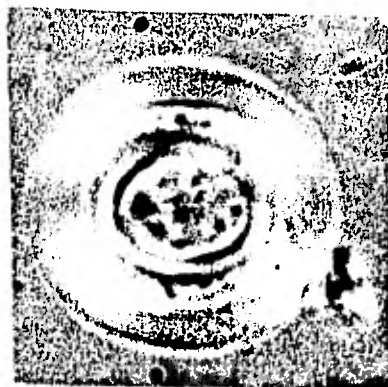
6



7



8



9



10



11



12



17



14



15



16



13



18



19



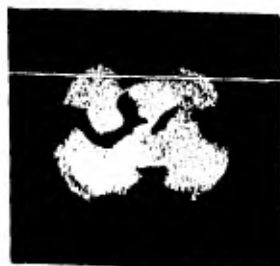
20

LAMINA 12

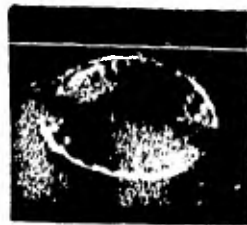
- Fotos 1,2 Syracosphaera bisecta HAY, MOHLER & WADE, vista distal, l.n., l.p., x 3600.
- Fotos 3,4 Discolithina wechesensis (BUKRY & PERCIVAL) BYBELL, vista proximal, l.n., l.p., x 2300.
- Fotos 5,6 Toweius sp., vista distal, l.n., l.p., x 2000.
- Fotos 7-9 Pontosphaera pulchra (DEFLANDRE) ROMEIN, vista proximal, l.n., l.p., l.p. d.p., x 2500.
- Fotos 10-11 Pontosphaera pulcheroides (SULLIVAN) ROMEIN, vista proximal, l.n., l.p., x 2200.
- Fotos 12,13 Pontosphaera obliquipons (DEFLANDRE) ROMEIN, vista proximal, l.p. c. c., l.p., x 2200.
- Fotos 14,15 Micrantolithus flos DEFLANDRE, l.n., l.p., x 2000.
- Fotos 16-18 Zycolithus bijugatus DEFLANDRE, vista proximal, l.n., l.p., l.p. c.c., x 1000.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18

LAMINA 13

- Foto 1 Calcidiscus formosus (KAMPTNER) LOEBLICH & TAPPAN,
vista distal, JSM x 6600.
- Foto 2 Coccolithus muiri BLACK, vista distal, JSM x 7200.
- Foto 3 Prinsius cf. P. hesslandi HAQ, vista distal, JSM x 7200.
- Foto 4 Calcidiscus formosus (KAMPTNER) LOEBLICH & TAPPAN,
vista proximal, JSM x 10 000.



1



2



3



4

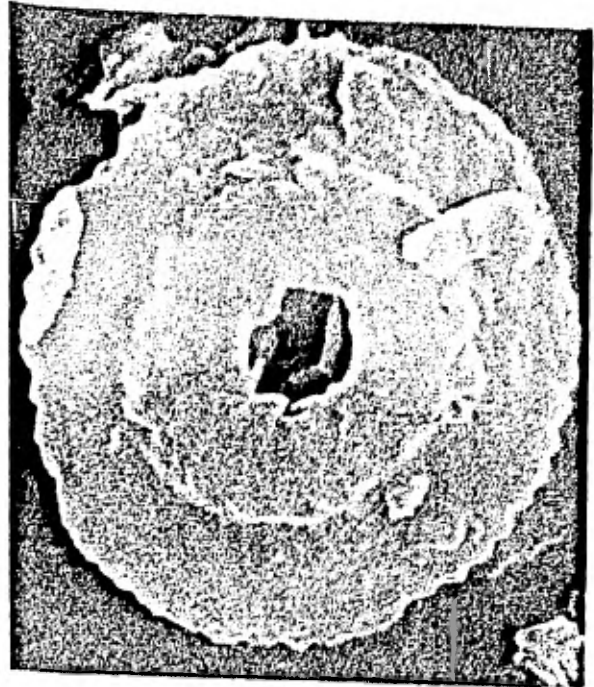
LAMINA 14

Fotos 1, 2 Coccolithus marismontium BLACK, vista distal, JSM
x 11 000; vista proximal, JSM x 8600.

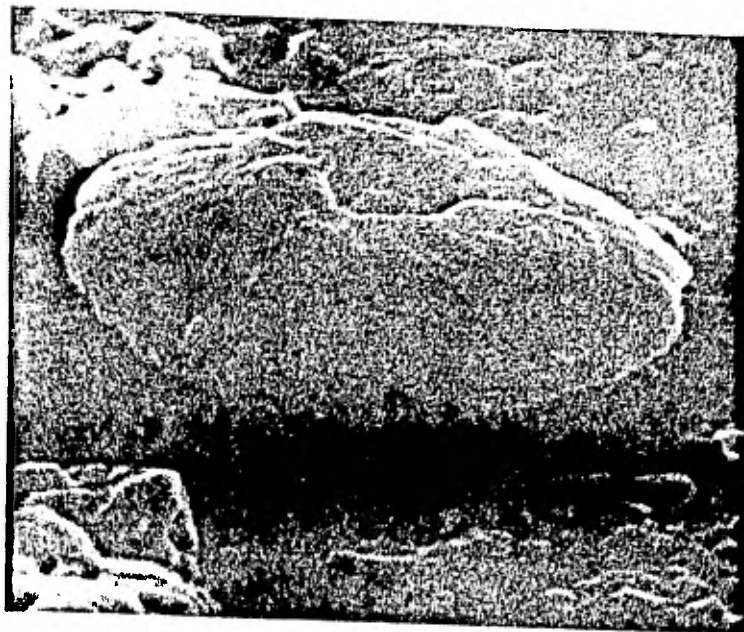
Foto 3 Calcidiscus leptoporus (MURRAY & BLACKMANN) LOEBLICH &
TAPPAN, vista distal, JSM x 10 000.



1



2



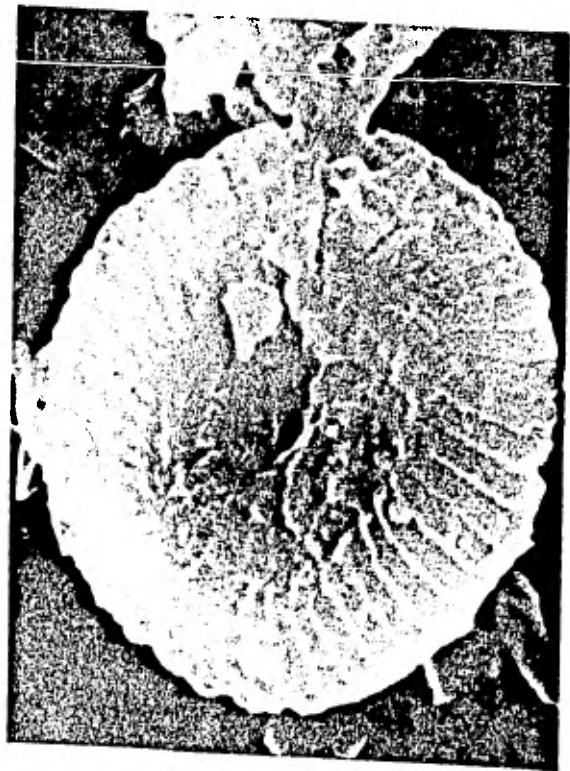
3

LAMINA 15

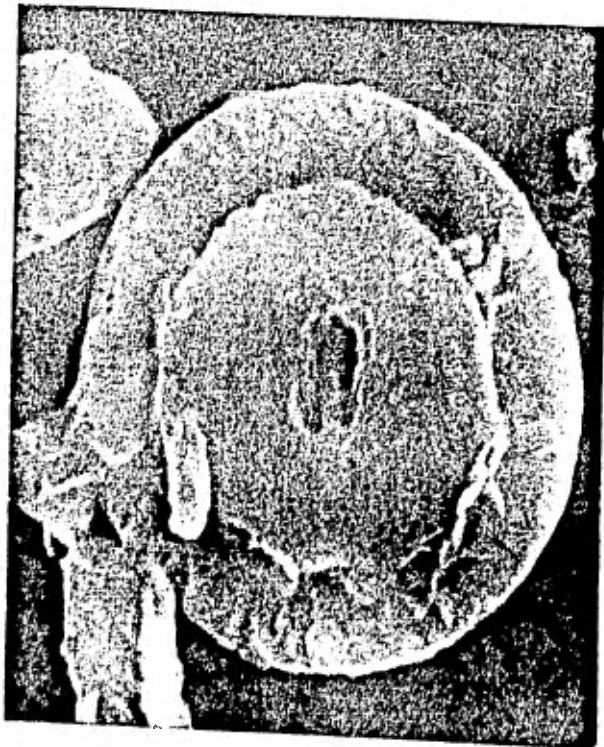
- Foto 1 Calcidiscus formosus (KAMPTNER) LOEBLICH & TAPPAN,
vista distal, JSM x 7200.
- Fotos 2,3 Coccolithus pelagicus (WALLICH) SCHILLER,
vista distal, vista proximal, JSM x 6000.
- Foto 4 Prinsius sp., vista distal, JSM x 7200.



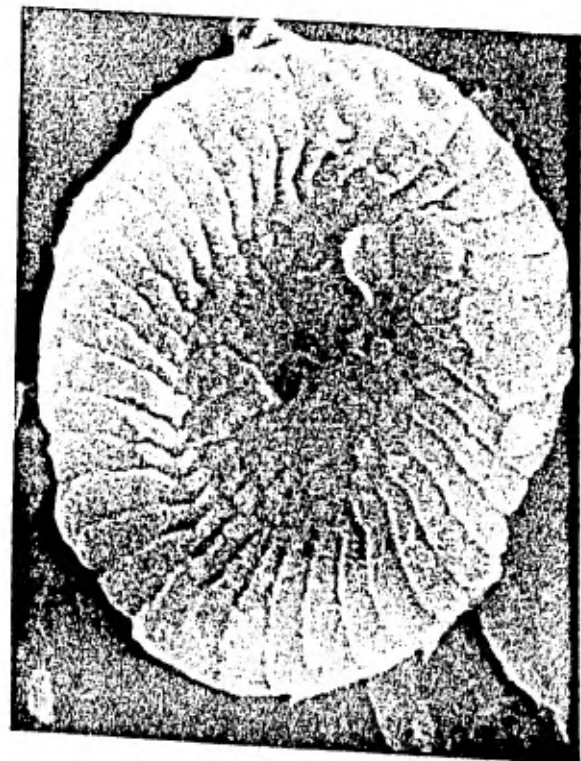
1



2



3



4

LAMINA 16

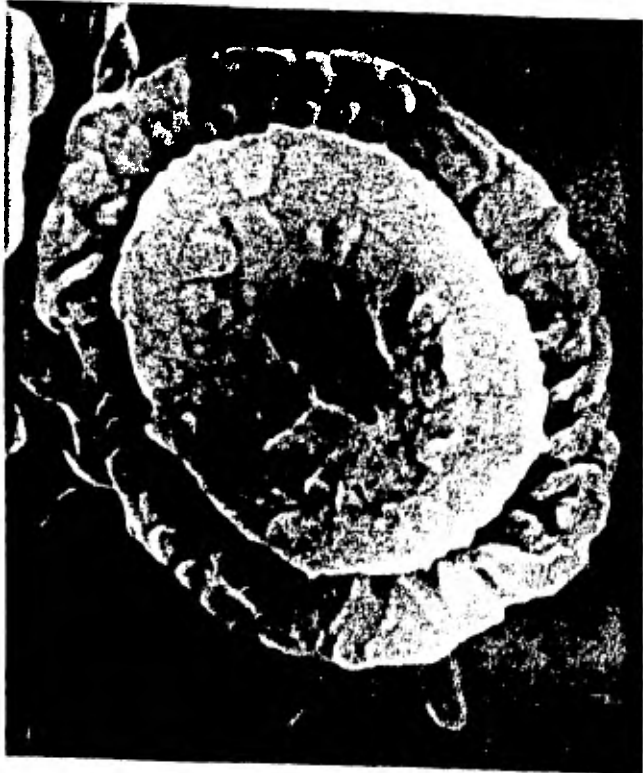
- Foto 1 Campylosphaera dela (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER,
vista distal, JSM x 10 000.
- Fotos 2,3 Cruciplacolithus tenuiforatus CLOCCHIATTI & JERKOVIC,
vista proximal, JSM x 6000, JSM x 10 000.
- Foto 4 Cyclolithella sp., vista distal, JSM x 13 000.



1



2



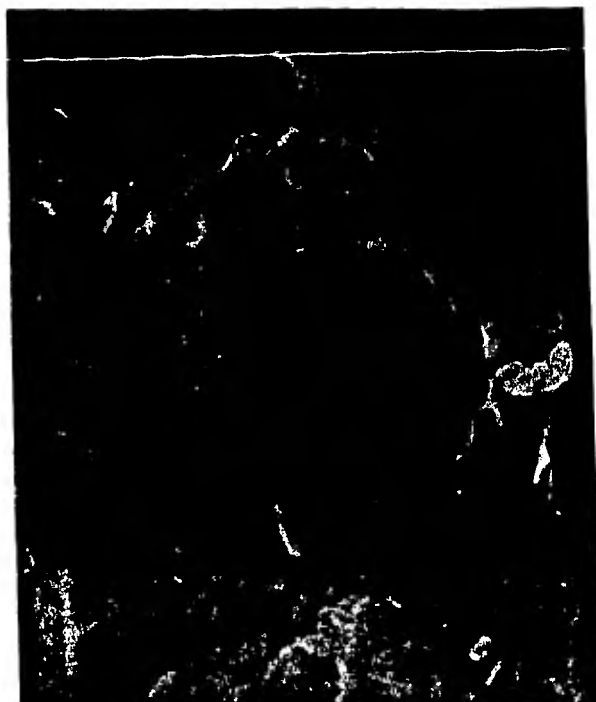
3



4

LAMINA 17

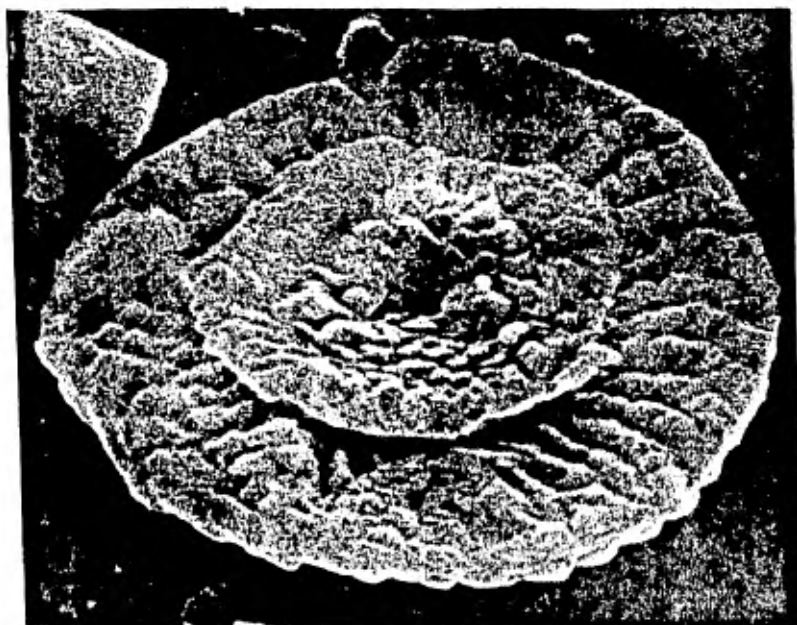
- Foto 1 Cyclococcolithus protoannulus (GARTNER) HAQ & LOHMANN,
vista distal, JSM x 5400.
- Foto 2 Pontosphaera cf. P. formosa (BUKRY & BRAMLETTE) ROMEIN,
vista proximal, JSM x 10 000.
- Foto 3 Cruciplacolithus tenuiforatus CLOCCHIATTI & JERKOVIC,
vista proximal, JSM x 7200.



1



2



3

LAMINA 18

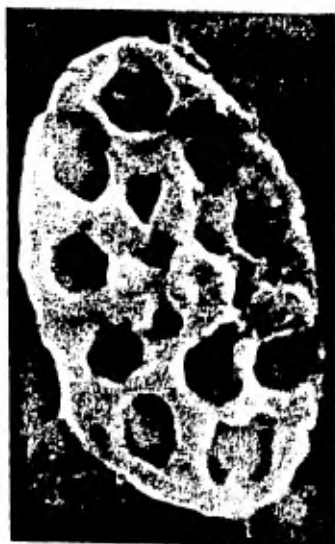
- Foto 1 Pontosphaera vigintiforata (KAMPTNER) PROTO-DECIMA,
MEDIZZA & TODESCO, vista distal, JSM x 7800.
- Foto 2 Discolithus solidus DEFLANDRE, vista distal, JSM x 10 000.
- Foto 3 Discolithus cf. D. macroporus DEFLANDRE, vista distal,
JSM x 10 000.
- Foto 4 Cribrocentrum coenurum (REINHARDT) PERCH-NIELSEN, vista
proximal, JSM x 7800.



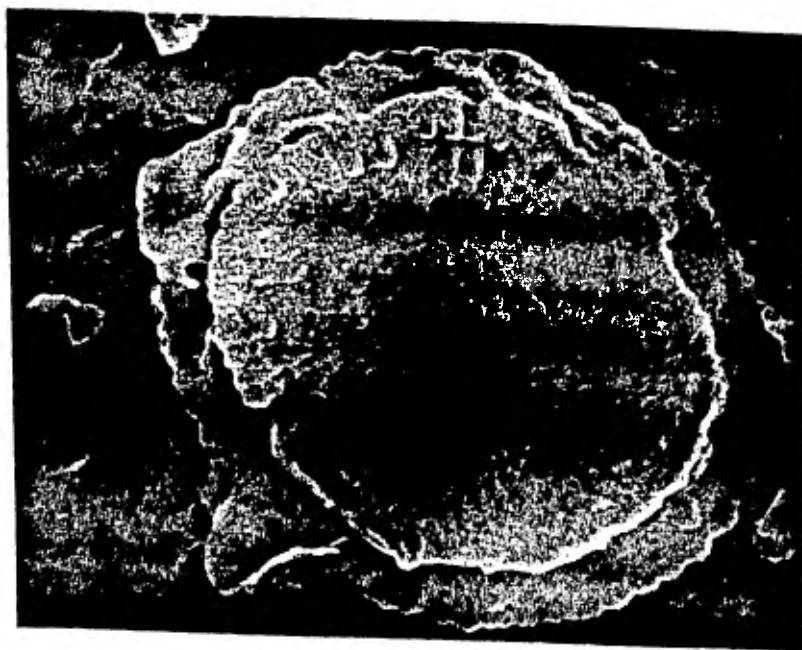
1



2



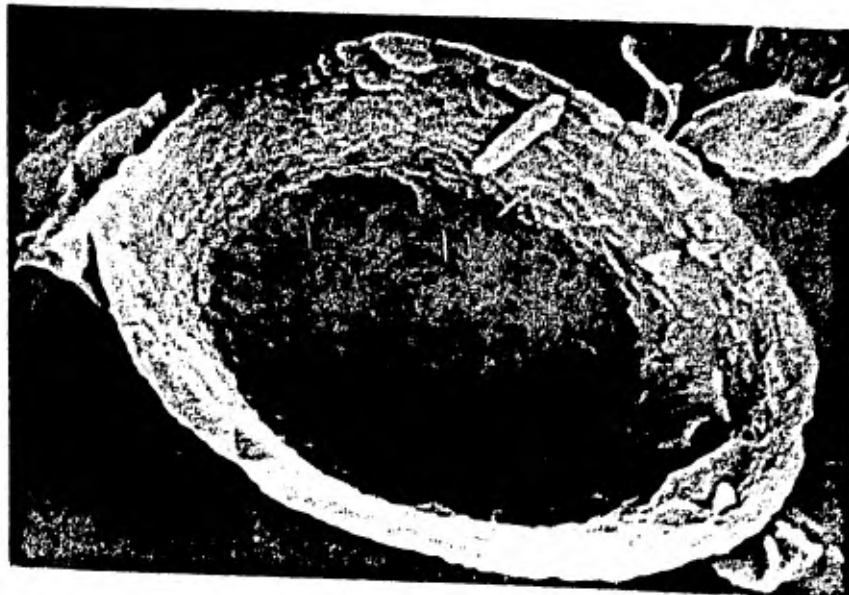
3



4

LAMINA 19

Fotos 1,2 Discolithus cf. D. sparsiforatus KAMPTNER, vista proximal, JSM x 6000, JSM x 12 000.



1

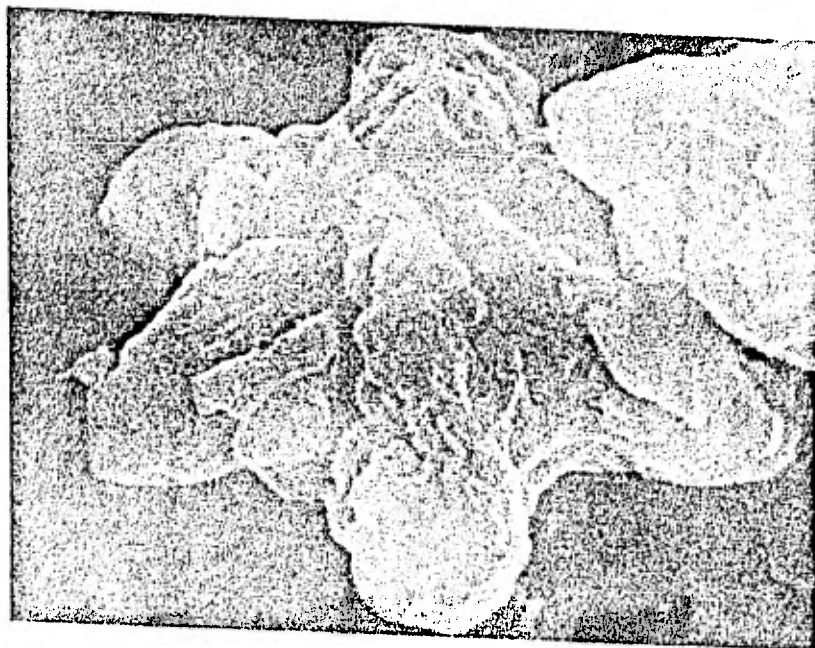


2

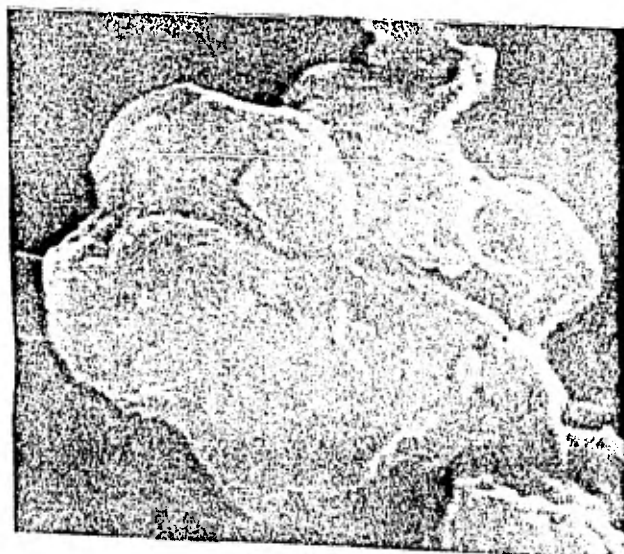
LAMINA 20

Foto 1 Discoaster stellulus GARTNER, JSM x 8600.

Foto 2 Discoaster obtusus GARTNER, JSM x 10 000.



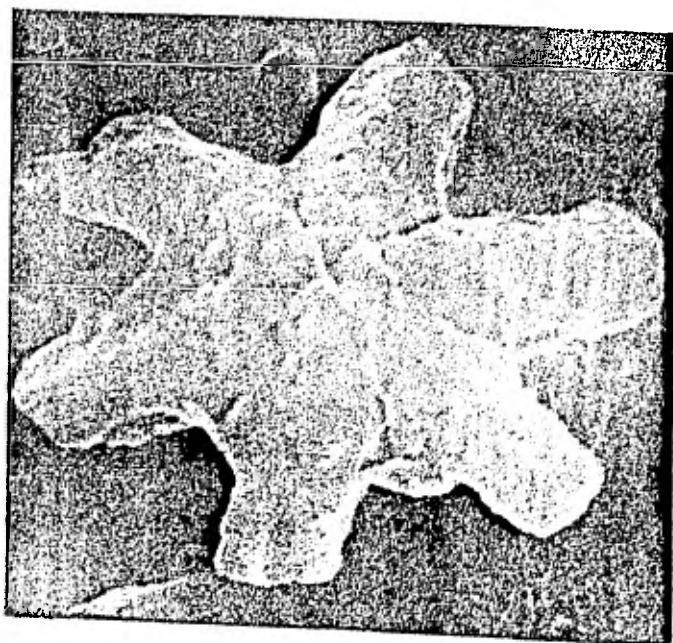
1



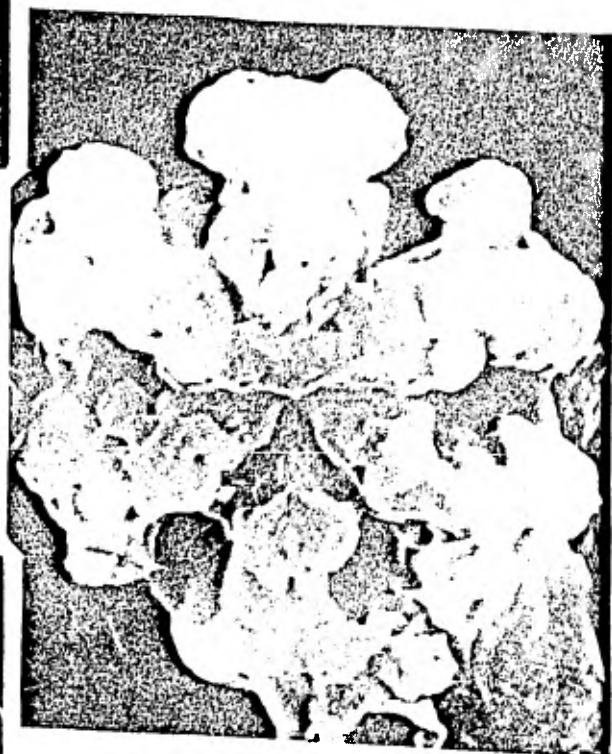
2

LAMINA 21

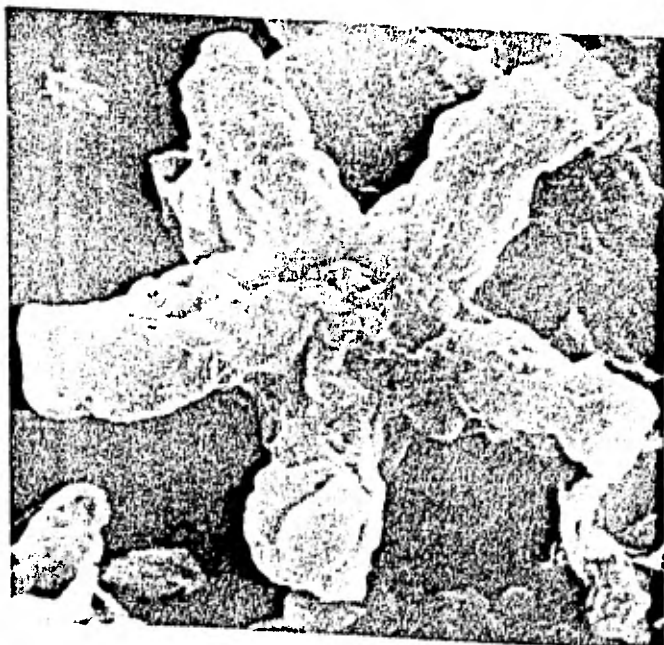
- Foto 1 Discoaster trinidadensis HAY, JSM x 30 000.
- Foto 2 Discoaster tani ornatus BRAMLETTE & WILCOXON, JSM x 5400.
- Foto 3 Discoaster deflandrei BRAMLETTE & RIEDEL, JSM x 6600.



1



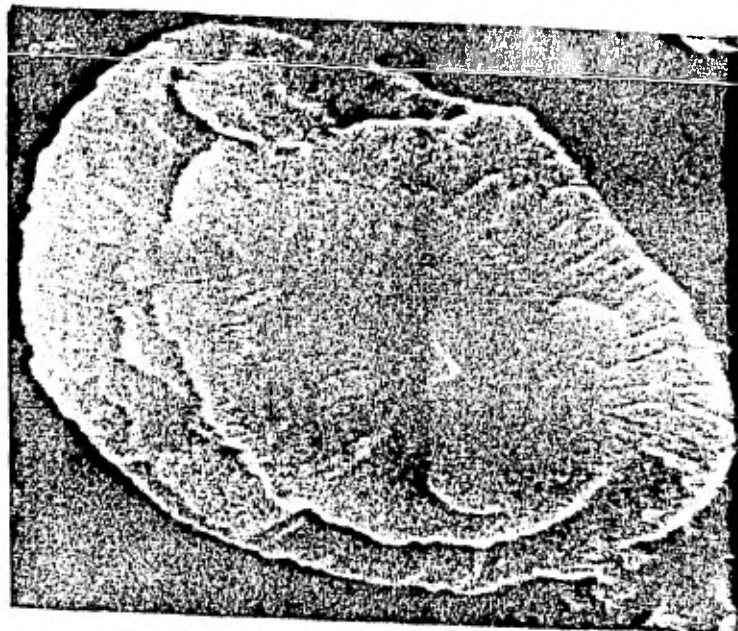
3



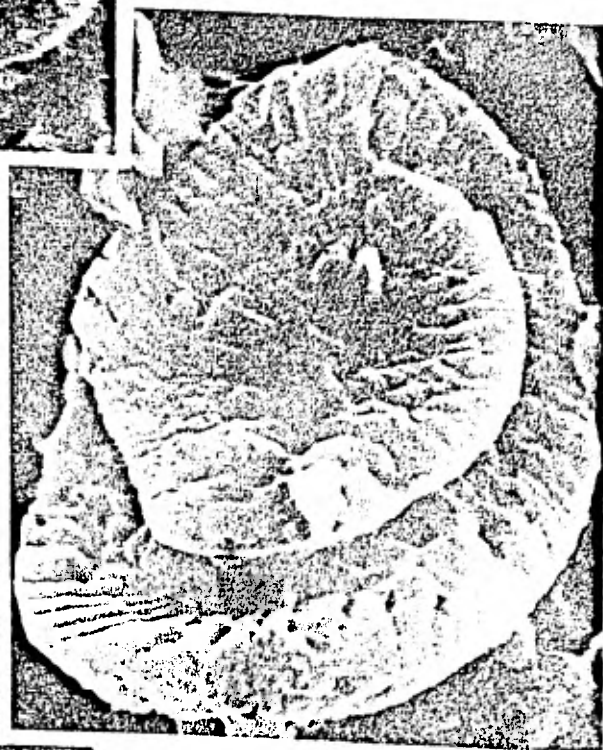
2

LAMINA 22

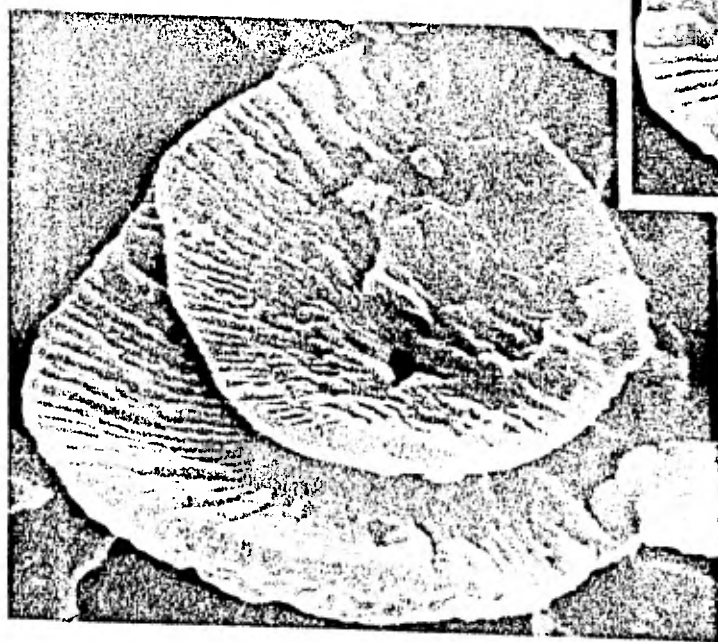
Fotos 1,2,3. Helicopontosphaera compacta BRAMLETTE & WILCOXON,
vista proximal, JSM x 6600, JSM x 6000, JSM x
6000.



1



2



3

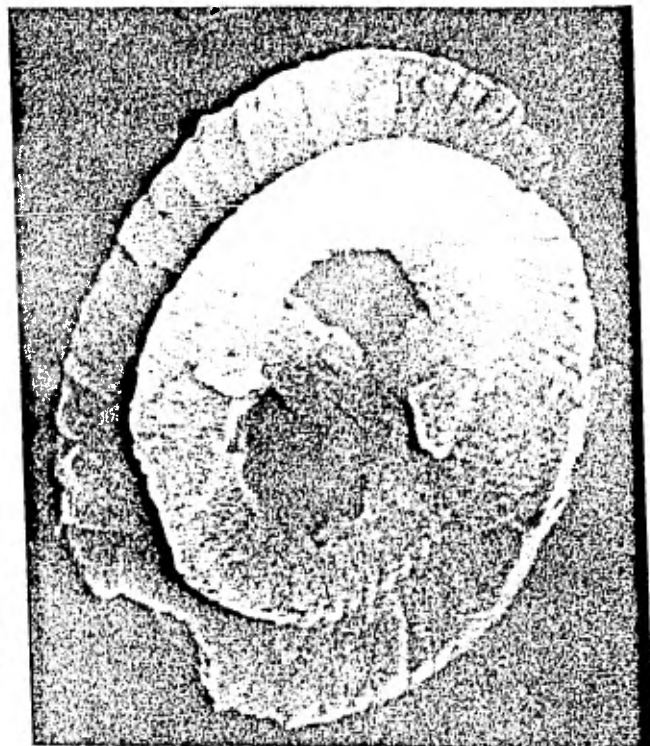
LAMINA 23

Foto 1 Helicopontosphaera intermedia (MARTINI) HAY & MOHLER,
Vista proximal, JSM x 10 000.

Fotos 2,3 Helicosphaera bramlettei (MULLER) JAFAR & MARTINI,
vista proximal, JSM x 10 000.



1



2

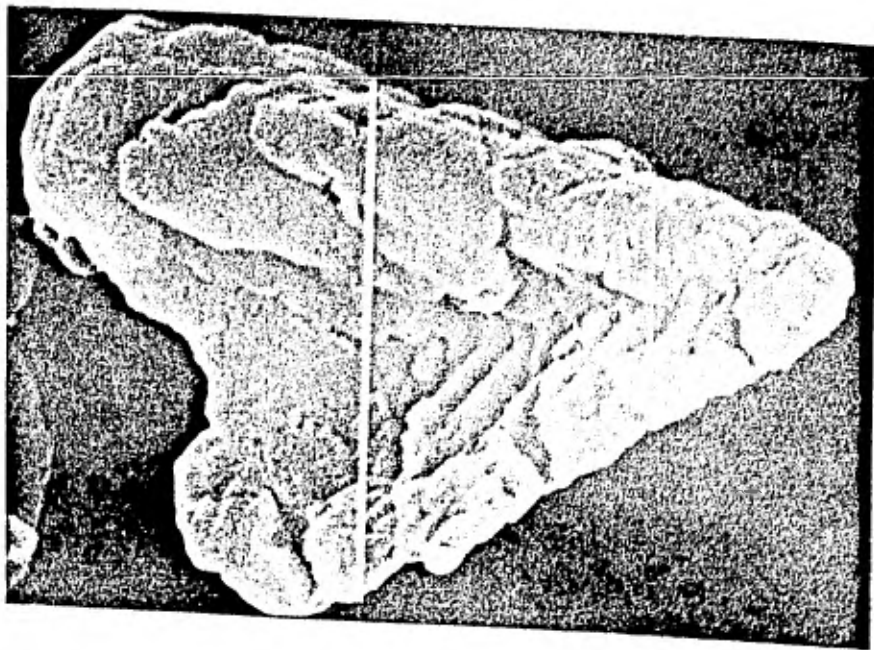


3

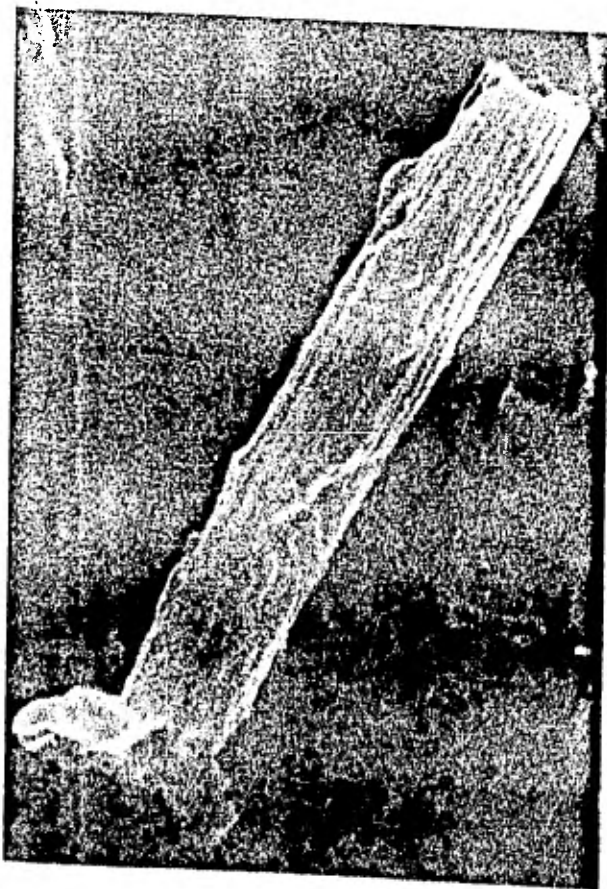
LAMINA 24

Foto 1 Micrantolithus flos DEFLANDRE, JSM x 8600.

Fotos 2,3 Blackites spinosus (DEFLANDRE) HAY & TOWE, JSM x 7800,
JSM x 4000.



1



2



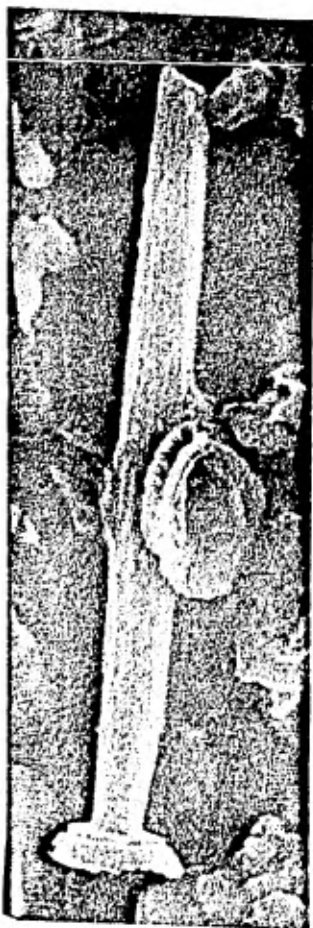
3

LAMINA 25

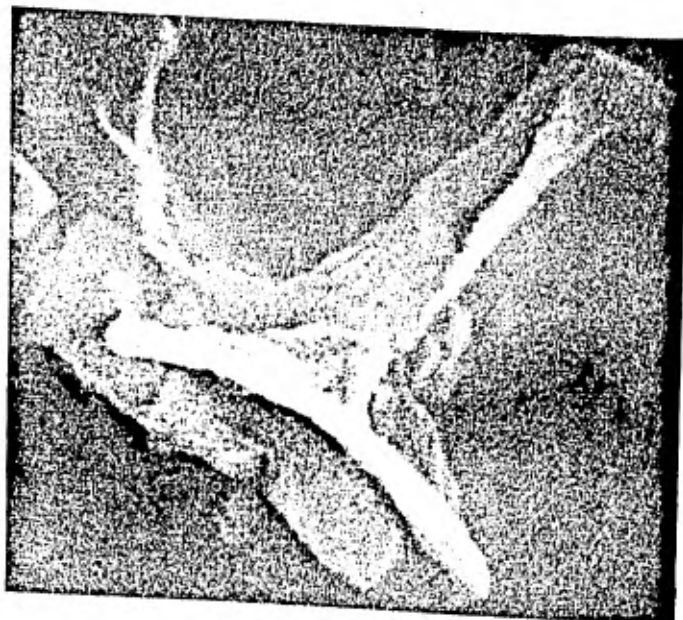
Foto 1 Blackites spinosus (DEFLANDRE) HAY & TOWE, vista lateral, JSM x 3200.

Fotos 2,3 Rhabdolithus costatus DEFLANDRE, JSM x 10 000.

Foto 4 Rhabdolithus vitreus DEFLANDRE, JSM x 10 000.



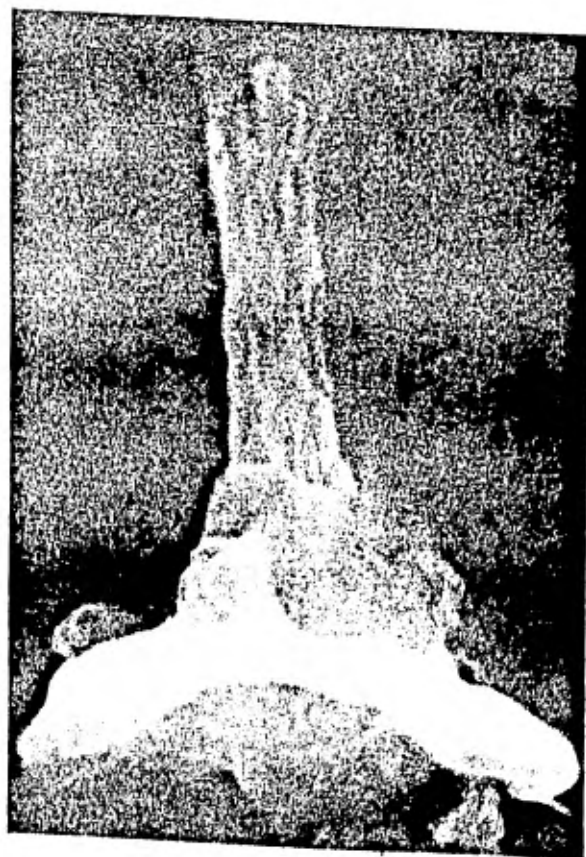
1



2



3

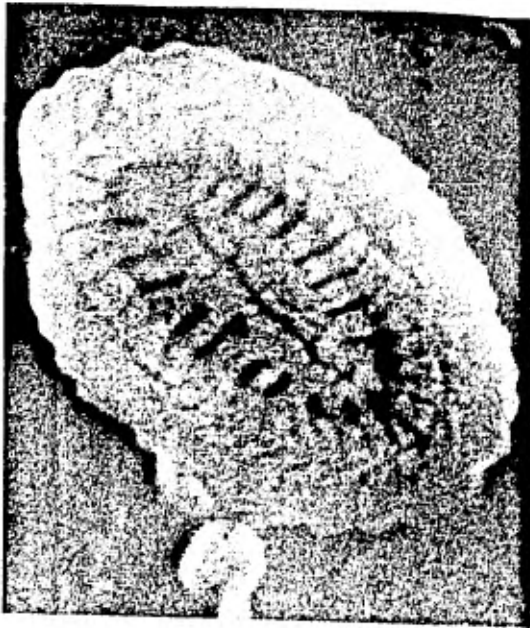


4

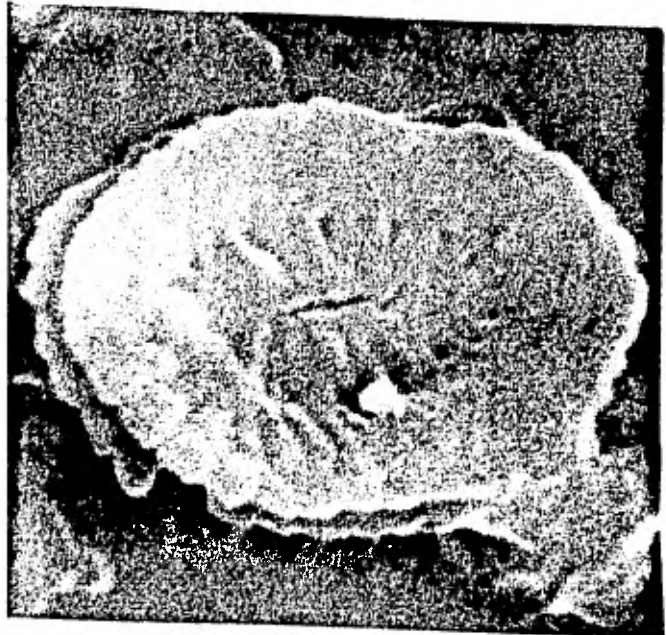
LAMINA 26

Fotos 1,2 Reticulofenestra scissura HAY, MOHLER & WADE, vista
distal, vista proximal, JSM x 10 000.

Fotos 3,4 Reticulofenestra sp., vista distal, JSM x 10 000,
x 24 600.



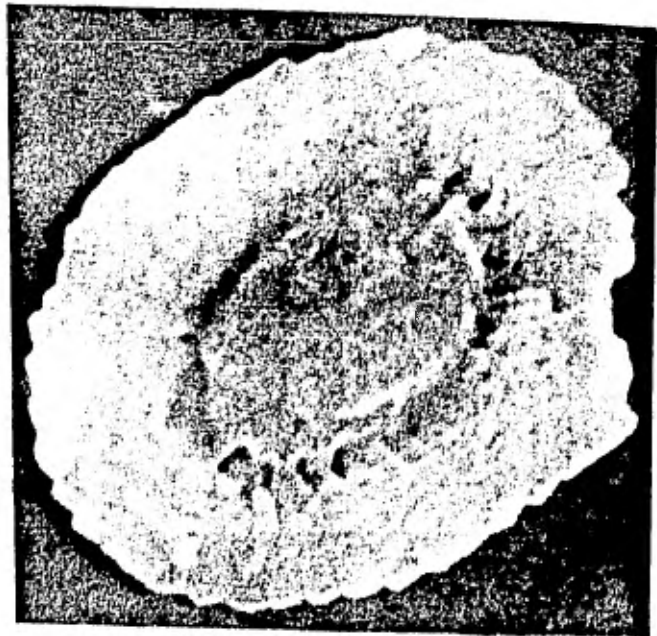
1



2



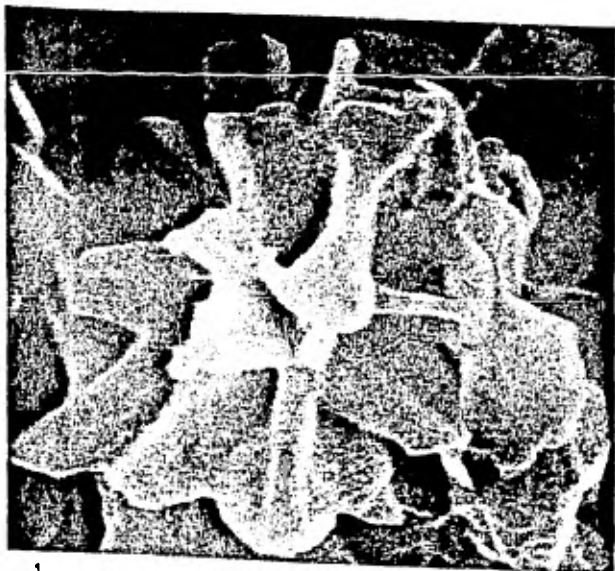
3



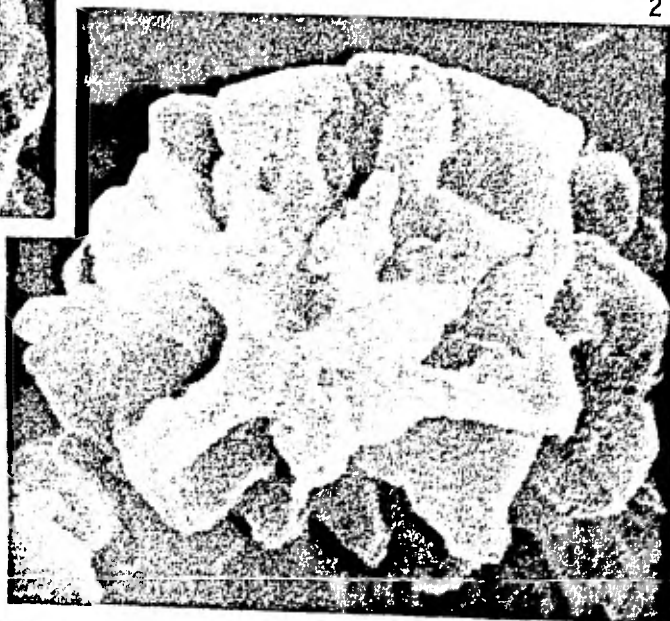
4

LAMINA 27

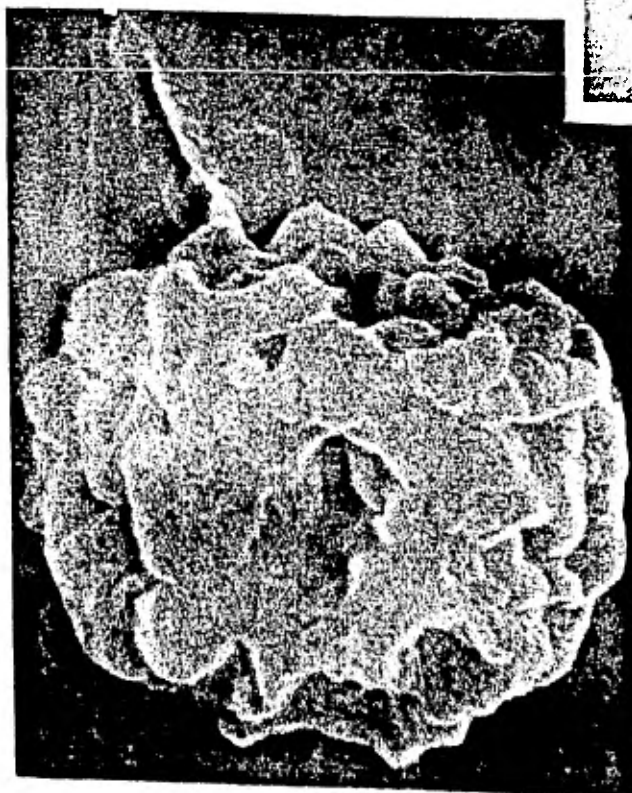
- Foto 1 Sphenolithus cf. S. moriformis, placa proximal, JSM x 9400.
- Foto 2 Sphenolithus moriformis (BRONNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON, placa proximal, JSM x 10 000.
- Foto 3 Sphenolithus predistentus BRAMLETTE & WILCOXON, placa proximal, JSM x 10 000.
- Foto 4 Sphenolithus cf. S. distentus (MARTINI) BRAMLETTE & WILCOXON, JSM x 10 000.



1



2



3

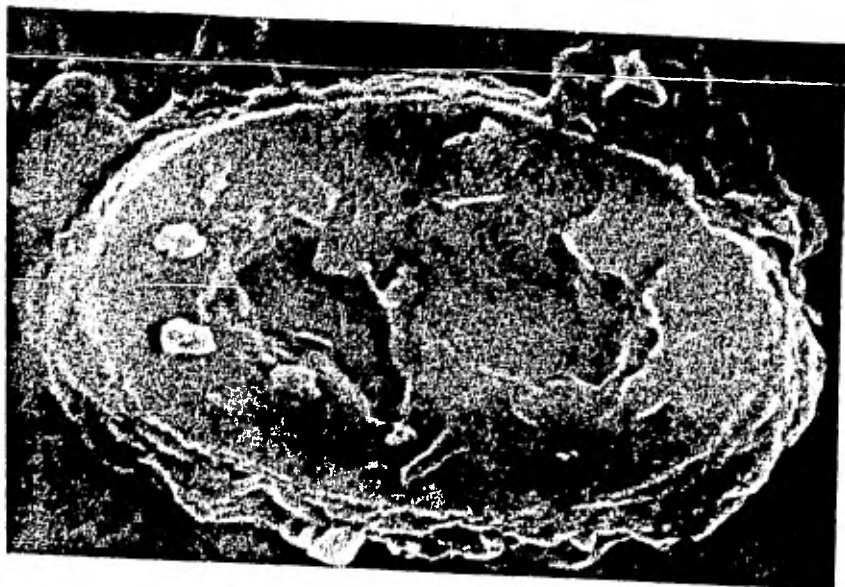


4

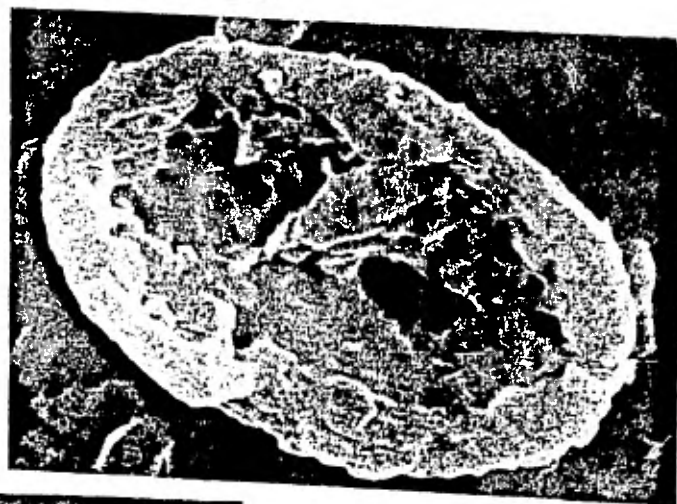
LAMINA 28

Fotos 1,2 Pontosphaera obliquipons (DEFLANDRE) ROMEIN, vista distal JSM x 6600, vista proximal JSM x 6600.

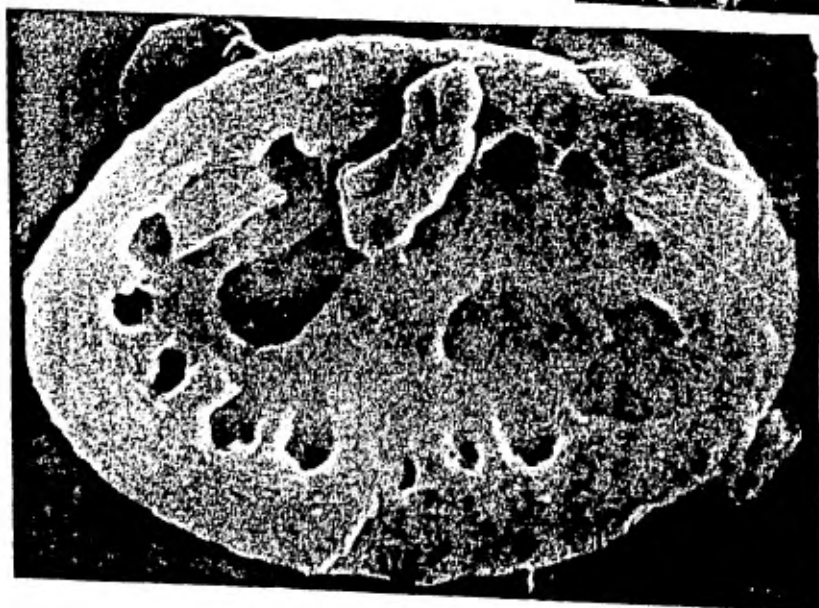
Foto 3 Pontosphaera pulchra (DEFLANDRE) ROMEIN, vista proximal, JSM x 9400.



1



2



3

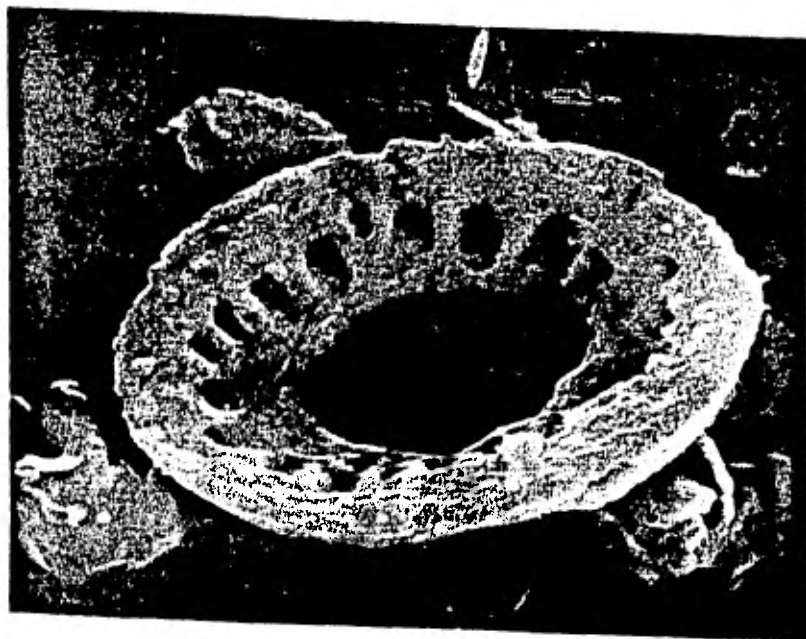
LAMINA 29

Foto 1 Sphenolithus predistentus BRAMLETTE & WILCOXON, vista lateral, JSM x 10 000.

Foto 2 Discolithina wechesensis (BUKRY & PERCIVAL) BYBELL, vista proximal, JSM x 6600.



1



2