



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

**“ANÁLISIS TAXONÓMICO Y BIOESTRATIGRÁFICO  
DEL NANOPLANCTON CALCÁREO EN SEDIMENTOS  
TERCIARIOS DEL SURESTE DE MÉXICO”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I Ó L O G O**

P R E S E N T A

**Daniel García Urbano**

**2 0 0 6**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. MARÍA ANTONIETA SÁNCHEZ RÍOS**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

División de Estudios Profesionales

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

“Análisis Taxonómico y Bioestratigráfico del Nanoplancton  
Calcáreo en Sedimentos Terciarios del Sureste de México”

realizado por Daniel García Urbano

con número de cuenta 09025397-9 , quien cubrió los créditos de la licenciatura en  
Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Tutor (a)	Propietario	Dra. María Antonieta Sánchez Rios	
	Propietario	Dra. Silvia Elizabeth Rivera Olmos	
	Propietario	M. en C. Mónica Ayala Nieto	
	Suplente	M. en C. María Catalina Gómez Espinosa	
	Suplente	Biól. Rita Marcela González González	

**Atentamente**  
**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”**  
Ciudad Universitaria, D.F., a 7 de diciembre del 2006.  
**CONSEJO DEPARTAMENTAL DE**

Dr. Zenón Cano Santana



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al **Instituto Mexicano del Petróleo** y a sus autoridades por darme todas las facilidades para el desarrollo del trabajo. A **Petróleos Mexicanos** por brindarme las facilidades para conseguir las muestras analizadas en esta tesis.

A la **Dra. María Antonieta Guadalupe Sánchez Rios** por su asesoramiento, apoyo, consejos y sobre todo su amistad, gracias por darme las bases para mi superación profesional.

Agradezco a mis sinodales por el valioso tiempo que dedicaron a este trabajo y quienes me corrigieron atinadamente enriqueciendo esta tesis: **Dra. Silvia Elizabeth Rivera Olmos, M. en C. Mónica Ayala Nieto, M. en C. María Catalina Gómez Espinosa, Biól. Rita Marcela González González.**

A todos mis amigos y compañeros de trabajo que siempre fomentaron mi desarrollo personal y que mostraron una amistad sincera.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** y a la **Facultad de Ciencias** por otorgarme la oportunidad para mi formación profesional.

**A mi mamá Soledad, por sus sacrificios, sabios consejos y darme la oportunidad de alcanzar otra meta mas...**

**A mis hermanos por su apoyo incondicional...**

**A Paty por su afecto y aliento en todo momento...**

**...Gracias**

**¿Qué podrá hacer mi corazón?  
En vano hemos llegado, hemos brotado sobre la tierra  
¿Solo así he de irme?  
¿Cómo las flores que perecieron?  
¿Nada quedará en mi nombre?  
¿Nada de mi fama aquí en la tierra?  
¡Al menos flores, al menos cantos!**

**POEMA NAHUATL**

# CONTENIDO

## RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 OBJETIVOS .....	3
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	4
<b>3. ÁREA DE LOCALIZACIÓN</b> .....	9
<b>4. MARCO GEOLÓGICO DEL SURESTE DE MÉXICO</b> .....	12
4.1 SECCIÓN BOCHIL.....	15
4.2 SECCIÓN SAN PEDRO.....	16
4.3 SECCIÓN TAPIJULAPA .....	17
4.4 SECCIÓN CHINTUL.....	18
4.5 SECCIÓN LA NAVIDAD.....	19
4.6 SECCIÓN EL ATARDECER.....	20
4.7 SECCIÓN EL ROSARIO .....	21
<b>5. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE ESTUDIO</b> .....	22
5.1 MÉTODO DE MUESTREO .....	22
5.2 PROCESADO DE LAS MUESTRAS.....	22
5.3 TÉCNICAS DE CONTEO.....	24
5.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	24
<b>6. SISTEMÁTICA</b> .....	25
6.1 GENERALIDADES .....	25
6.2 TERMINOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS .....	28
6.3 TAXONOMÍA .....	30
6.4 DIAGNOSIS DE LAS ESPECIES.....	37
<b>7. BIOESTRATIGRAFÍA</b> .....	115
7.1 BIOZONIFICACIÓN.....	115
7.2 COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LAS SECCIONES DEL SURESTE DE MÉXICO.....	129

<b>8. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA.....</b>	<b>131</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>142</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>143</b>

## **APÉNDICE**

- A. REPORTE DEL CHECKLIST**
- B. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA Y ABUNDANCIA**
- C. GLOSARIO**

## RESUMEN

En este estudio se analizaron con base al nanoplancton calcáreo la sección Bochil del Paleoceno temprano, la San Pedro y la Tapijulapa del Paleoceno tardío, la Chintul del Oligoceno tardío y las secciones La Navidad, El Atardecer y El Rosario del Mioceno medio, las cuales se localizan en las Cuencas Terciarias del Sureste de México.

Las secciones estudiadas contienen nanoflora cuya abundancia es de escasa a abundante y su conservación fluctúa de pobre a muy bien conservada.

La **Sección Bochil** del Paleoceno temprano contiene nanofósiles de la Biozona NP3; resaltan principalmente *Chiasmolithus danicus* y *Neochiastozygus* sp. En estos sedimentos se encuentran algunas especies persistentes del Cretácico tardío.

Los sedimentos de la **Sección San Pedro** contienen nanoflora del Paleoceno tardío Biozona NP5. En la asociación sobresalen *Hoornibrokina teuriensis*, *Sphenolithus primus*, *Fasciculithus* sp., *Fasciculithus janii* y *Fasciculithus pileatus*, *Neochiastozygus perfectus*, *Neochiastozygus concinnus* y *Toweius pertusus*.

La **Sección Tapijulapa** del Paleoceno tardío se ubica temporalmente en la Biozona NP6 caracterizada por *Sphenolithus anarrhopus*, *Sphenolithus primus*, *Toweius pertusus*, *Prinsius dimorphus*, *Prinsius martini*, *Fasciculithus bitectus*, *Fasciculithus tympaniformis* y *Heliolithus kleinpellii*.

Los nanofósiles identificados en la **Sección Chintul** del Oligoceno tardío, pertenecen a la Biozona NP 25, siendo el conjunto de nanofósiles *Helicosphaera oblicua*, *Helicosphaera recta*, *Sphenolithus ciperensis*, *Sphenolithus dissimilis* y *Cyclicargolithus abisectus*.

La nanoflora de la **Sección La Navidad** corresponden a la Biozona NN5 cuya asociación esta compuesta por *Discoaster petaliformis*, *Discoaster sanmiguelensis*, *Discoaster exilis*, *Sphenolithus heteromorphus* y *Helicosphaera burkei*. Esta sección muestra un conjunto nanoflorístico característico de la Biozona NN5 cuya especie representativa es *S. heteromorphus*.



En la **Sección El Atardecer** se determinó nanoplancton calcáreo característico de la Biozona NN5, al igual que en la sección anterior se determinó *D. petaliformis*, *S. heteromorphus* y *H. burkei* entre otras.

Los sedimentos de la **Sección El Rosario** contienen nanofósiles de la Biozona NN8 caracterizada por *Catinaster coalitus*, *Discoaster pentaradiatus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Discoaster calcaris* y *Discoaster bollii*.

Los datos bioestratigráficos se procesaron en el software Checklist para su incorporación al banco de datos bioestratigráficos del Instituto Mexicano del Petróleo, y se presentan en cuadros y curvas de distribución y abundancia.

Se generaron descripciones de los fósiles representativos de cada edad, así como la obtención de fotomicrografías de los mismos.

# 1. INTRODUCCIÓN

El nanoplancton calcáreo es un grupo de algas calcáreas marinas que se encuentran abundantemente en las aguas cálidas de los mares actuales. Esta nanoflora tiene representantes fósiles que se depositaron en sedimentos de mares antiguos, estando en grandes cantidades en regiones de latitudes medias a bajas y disminuyendo hacia las regiones polares (Sánchez *et al.*, 1991).

La gran abundancia de esta nanoflora en los sedimentos y el alcance estratigráfico corto de las especies, vuelve a este grupo de nanofósiles un elemento indispensable para las dataciones precisas y las correlaciones de estratos a nivel regional y local, desde el Triásico tardío, lo cual es de gran utilidad en las investigaciones dirigidas hacia la búsqueda de hidrocarburos (Sánchez *et al.*, 1993b).

En México, el análisis taxonómico y bioestratigráfico de los nanofósiles calcáreos es relativamente nuevo, por lo que la datación de sedimentos se basa en alcances de especies observadas en otras partes del mundo, a distintas latitudes, no existiendo un esquema zonal específico para nuestro país. Anteriormente, el análisis de la nanoflora fósil se dirigían únicamente a fines operativos dentro de la exploración, siendo pocos los estudios enfocados hacia el conocimiento taxonómico, distribución estratigráfica y geográfica de las especies (Sánchez *et al.*, 1991).

En México, los sedimentos arenosos del Neógeno y en particular los del Mioceno son importantes ya que constituyen la roca almacenadora de hidrocarburos, mientras que la roca sello la componen lutitas y areniscas arcillosas del Mioceno y Plio-Pleistoceno. En ocasiones estos sedimentos no han podido ser datados, debido a que los foraminíferos planctónicos, son escasos o no se encuentran en estos sedimentos, por lo que recientemente se ha incorporado el nanoplancton calcáreo para precisar fundamentalmente las edades del Neógeno (Salmeron *et al.*, 1991).

En este estudio se levantaron y analizaron siete secciones superficiales en el Sureste de México para su análisis con base al nanoplancton calcáreo. Las

secciones son Bochil, San Pedro, Tapijulapa, Chintul, La Navidad, El Atardecer y El Rosario.

Las secciones se levantaron con una metodología geológica de campo acorde a las necesidades bioestratigráficas, muestreando los afloramientos relativamente a detalle.

Este trabajo está estructurado de tal manera que aportará datos taxonómicos, bioestratigráficos y de distribución estratigráfica dirigidos al conocimiento de los nanofósiles calcáreos en el Sureste de México; asimismo, los datos obtenidos se procesaron en el software Checklist para su incorporación al Banco de Datos Paleontológico del Instituto Mexicano del Petróleo y se obtuvo un catálogo de especies representativas del nanoplancton calcáreo de las secciones estudiadas.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis taxonómico y bioestratigráfico estableciendo la diversidad y abundancia del nanoplancton calcáreo del Terciario en 7 afloramientos del Sureste de México, esto con la finalidad de establecer el marco biocronoestratigráfico de la región.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Determinar taxonómicamente las especies de nanoplancton calcáreo del Terciario.
- Determinar la diversidad y abundancia de las especies contenidas en los sedimentos.
- Realizar el análisis cuantitativo y cualitativo del nanoplancton.
- Determinar el alcance bioestratigráficos de los fósiles mediante cuadros.
- Proponer la edad de los sedimentos estudiados.
- Identificar las biozonas con base al nanoplancton calcáreo contenidos en los sedimentos.
- Elaborar un catálogo fotográfico de las especies de nanoplancton calcáreo representativas de los sedimentos estudiados.
- Mostrar la importancia del nanoplancton calcáreo en la bioestratigrafía y su aplicación en dataciones más precisas.

## 2. ANTECEDENTES

En este capítulo se describen los principales estudios realizados a nivel mundial y en México sobre el nanoplancton calcáreo fósil, enfatizando en aquellos cuya aportación impulso el conocimiento taxonómico y bioestratigráfico de los nanofósiles.

Los trabajos de nanofósiles calcáreos a nivel mundial son muy vastos, dentro de estos se incluyen estudios taxonómicos, bioestratigráficos, paleogeográficos, de diversidad y abundancia entre otros. Algunos de los estudios más importantes realizados a nivel mundial son:

Farinacci (1989) publica un catálogo de descripciones taxonómicas originales que incluye alrededor de 3000 taxa, incluyendo calciesférulidos y nanoplancton calcáreo.

En 1971, Martini publica propone un esquema zonal estándar del Terciario y Cuaternario para las regiones de latitudes bajas y medias. La biozonación propuesta por este autor sienta las bases para trabajos posteriores.

Gartner *et al.* (1983-1984) realizan el estudio de la bioestratigrafía y paleoceanografía con nanofósiles del Neógeno en el Noreste del Golfo de México y áreas adyacentes.

Perch-Nielsen (*in* Bolli *et al.* 1985) realizan una integración sobre la taxonomía, la bioestratigrafía y las líneas filogenéticas de las especies de nanoplancton calcáreo del Mesozoico y el Cenozoico.

Aubry (1988a, 1988b, 1989, 1990 y 1999) publica una serie de cinco catálogos de nanoplancton calcáreo donde provee información taxonómica y bioestratigráfica valiosa de especies características del Cenozoico.

Bown (1999) recopila en su libro las especies de nanoplancton calcáreo con mayor valor bioestratigráfico de toda la columna geológica; y compara los esquemas zonales propuestos por los principales autores en el ámbito bioestratigráfico de este grupo.

Wise *et al.* (2002) respaldado por las principales compañías petroleras crea una base de datos “NannoWare”, y la consolida como una excelente fuente de información descriptiva de nanofósiles del Cenozoico.

En lo que se refiere a México, los trabajos bioestratigráficos existentes que incluyen estudios con nanoplancton calcáreo han sido realizados principalmente por especialistas del Instituto Mexicano del Petróleo, aunque la información se encuentra relativamente dispersa en informes inéditos, lo cual suscita en ocasiones confusiones en la bioestratigrafía.

En México, los trabajos con nanoplancton calcáreo más sobresalientes son:

Stradner y Papp en 1961 (*in* Viñas, 1979) realizan estudios con nanoplancton calcáreo, describiendo especies nuevas de discoastéridos en sedimentos de las formaciones Aragón, Guayabal, Chapopote, Palma Real, Mesón, Coatzintla, Escolín y Tuxpan.

Akers y Koepfel (1965, 1973, 1979, 1981 y 1984) realiza estudios en el Sureste de México en base al nanoplancton calcáreo y foraminíferos planctónicos, principalmente del Plioceno.

Viñas (1979) realiza un estudio para establecer la bioestratigrafía de la Sección Nicapa en el área de Huimanguillo, Tabasco, con nanofósiles calcáreos determinando la edad de los sedimentos del Eoceno Inferior hasta el Mioceno Inferior.

Viñas (1982) realiza el estudio bioestratigráfico basado en nanoplancton calcáreo en la parte septentrional del Golfo de California, estableciendo que los sedimentos son del Pleistoceno.

Viñas (1985) realiza un estudio bioestratigráfico, sedimentológico y geofísico en la Cuenca de Altar, Sonora, determinando los sedimentos en el Pleistoceno.

Sánchez-Ríos (1989) estudia sedimentos del Cretácico Superior y muestra el análisis conjunto a detalle que se puede lograr al emplear nanoplancton calcáreo y foraminíferos planctónicos.

Sánchez-Ríos *et al.* (1991) dentro del proyecto Bioestratigrafía del Neógeno en la Planicie Costera y Plataforma Continental del Sureste de México, propone al nanoplancton calcáreo junto con otros grupos de microfósiles, como solución para fechar niveles estratigráficos donde los foraminíferos planctónicos son escasos o no se encuentran en los sedimentos. Su estudio provee datos taxonómicos y bioestratigráficos del nanoplancton calcáreo en las Cuencas Neógenas del Sureste de México.

Sánchez-Ríos (1992) complementa su investigación taxonómica y bioestratigráfica con base al nanoplancton calcáreo de las Cuencas Neógenas del Sureste de México.

Sánchez-Ríos *et al.* (1992) encuentra en algunas secciones del Sureste de México el Plioceno Inferior, aunque se muestra gran cantidad de organismos redepositados del Mioceno inferior y medio.

Sánchez-Ríos *et al.* (1993a) realizan una investigación sobre el nanoplancton calcáreo en la Sierra de Chiapas, determinando los sedimentos dentro del Oligoceno al Mioceno, y pudiendo precisar biozonas.

Sánchez-Ríos *et al.* (1993b) cooperan en la implementación del Banco de Datos Paleontológicos del IMP dentro del grupo de Nanoplancton Calcáreo, reflejando sus observaciones taxonómicas y bioestratigráficas realizadas dentro de la República Mexicana.

Sánchez-Ríos y Salazar (1994) integran en el Banco de Datos Paleontológicos del Terciario datos bioestratigráficos con base al nanoplancton calcáreo del Paleoceno superior al Pleistoceno de la Sonda de Campeche.

Sánchez-Ríos y Salmerón (1995) realizan el estudio de los sedimentos del Pleistoceno-Mioceno medio del Pozo Neptuno-1 de la Cuenca de Burgos, perforado en el Golfo de México.

Sánchez-Ríos (1995a) analiza el nanoplancton calcáreo de un pozo en la Cuenca de Comalcalco, Tabasco, datándose como del Plioceno inferior al Mioceno superior, asimismo, propone secuencias estratigráficas.

Sánchez-Ríos (1995b) analiza el nanoplancton calcáreo de un pozo en la sonda de Campeche, la nanoflora identificada va del Oligoceno superior al Pleistoceno inferior.

Sánchez-Ríos y Padilla (1995) estudian el nanoplancton calcáreo del Terciario (Paleoceno al Plioceno) en las Cuencas de Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz para su integración en el Banco de Datos Paleontológicos, incorporando el método de correlación estratigráfica.

Sánchez-Ríos *et al.* (1996) realizan el estudio del nanoplancton calcáreo en un pozo de la Cuenca de Veracruz, cuya edad es del Plioceno inferior-mioceno medio.



Sánchez-Ríos (1997) realiza la revisión y actualización de los alcances bioestratigráficos de los nanofósiles del Mesozoico para su integración al Banco de Datos del Mesozoico.

Sánchez-Ríos y Padilla (1997) realizan la revisión y actualización de los alcances bioestratigráficos de las especies de nanoplancton calcáreo del Cenozoico para su incorporación en el Banco de Datos.

Sánchez-Ríos (1998) realiza un análisis bioestratigráfico de los nanofósiles del Oligoceno-Pleistoceno y propone secciones condensadas en muestras de núcleo del Golfo de México y el Sureste del Océano Atlántico.

Sánchez-Ríos y Padilla (1999-2000) realizan un estudio bioestratigráfico y proponen asociaciones de nanoplancton calcáreo del Terciario en un pozo de la Cuenca Terciaria del Sureste, en la porción sur del Golfo de México.

A partir del año 2000 Sánchez-Ríos y colaboradores han realizando una serie de estudios de bioestratigrafía de alta resolución donde integran los grupos de nanoplancton calcáreo, foraminíferos y palinomorfos, registros geofísicos y líneas sísmicas para proponen edades precisas en varios pozos de la Planicie Costera del Golfo de México y de la Sonda de Campeche. En algunos de estos estudios se proponen incluso secuencias estratigráficas con sus respectivas superficies de inundación máxima.

### 3. ÁREA DE LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona conocida como Cuencas Terciarias del Sureste y se describen a continuación.

Las Cuencas Terciarias del Sureste de México comprenden las subcuencas de Salina del Istmo, Comalcalco y Macuspana que abarcan el sureste del Estado de Veracruz y casi todo el

Estado de Tabasco y sus límites al norte son el talud continental del Golfo de México, al sur el frente norte de la Sierra de Chiapas, al oeste la Cuenca de Veracruz y al este la Plataforma de Yucatán (Cabrera y Lugo, 1984). Dentro de esta

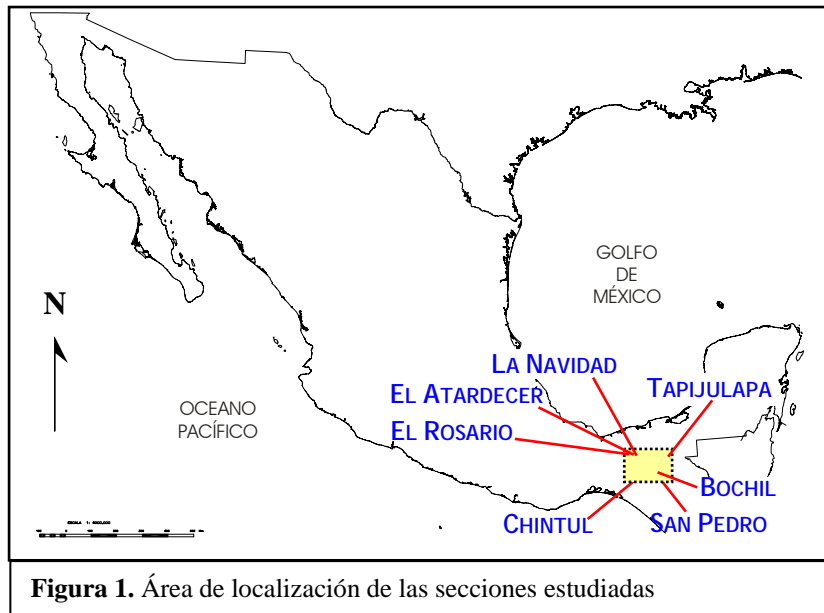


Figura 1. Área de localización de las secciones estudiadas

zona se localizan las secciones superficiales: Bochil, San Pedro, Tapijulapa, Chintul, La Navidad, El Atardecer y El Rosario se localizan en la Región Sierra de Chiapas localizada entre las Cuencas Terciarias del Sureste y el Macizo de Chiapas (Cabrera y Lugo, 1984).

#### **BOCHIL**

Se sitúa en la parte central del estado de Chiapas, al NE de Tuxtla Gutiérrez, se llega al poblado Bochil por la carretera federal 195 que va de Chiapa de Corzo a Villahermosa, y siguiendo un camino de terracería la sección se encuentra aproximadamente a 4 km al NW del poblado Bochil.

### **SAN PEDRO**

Se sitúa en la zona central del estado de Chiapas, aproximadamente a 2 km al NW del poblado de Bochil sobre un camino de terracería. Para llegar a Bochil se llega por la carretera federal 195 que va de Chiapa de Corzo a Villahermosa.

### **TAPIJULAPA**

Esta sección se localiza al sur del estado de Tabasco casi con los límites del estado de Chiapas, en las afueras del poblado de Tapijulapa. Sobre la carretera que va hacia Oxolotán en dirección NW-SE, al Oeste del Poblado Yajalón.

### **CHINTUL**

Se localiza al oeste del estado de Chiapas. Al norte de la presa Nezahualcóyotl, aproximadamente a 10 km del poblado de Raudales de Malpaso, en dirección SW-NE. Se encuentra a 3 km del poblado Chintulito siguiendo por la carretera federal 187 que va de Raudales de Malpaso a Cárdenas.

### **LA NAVIDAD**

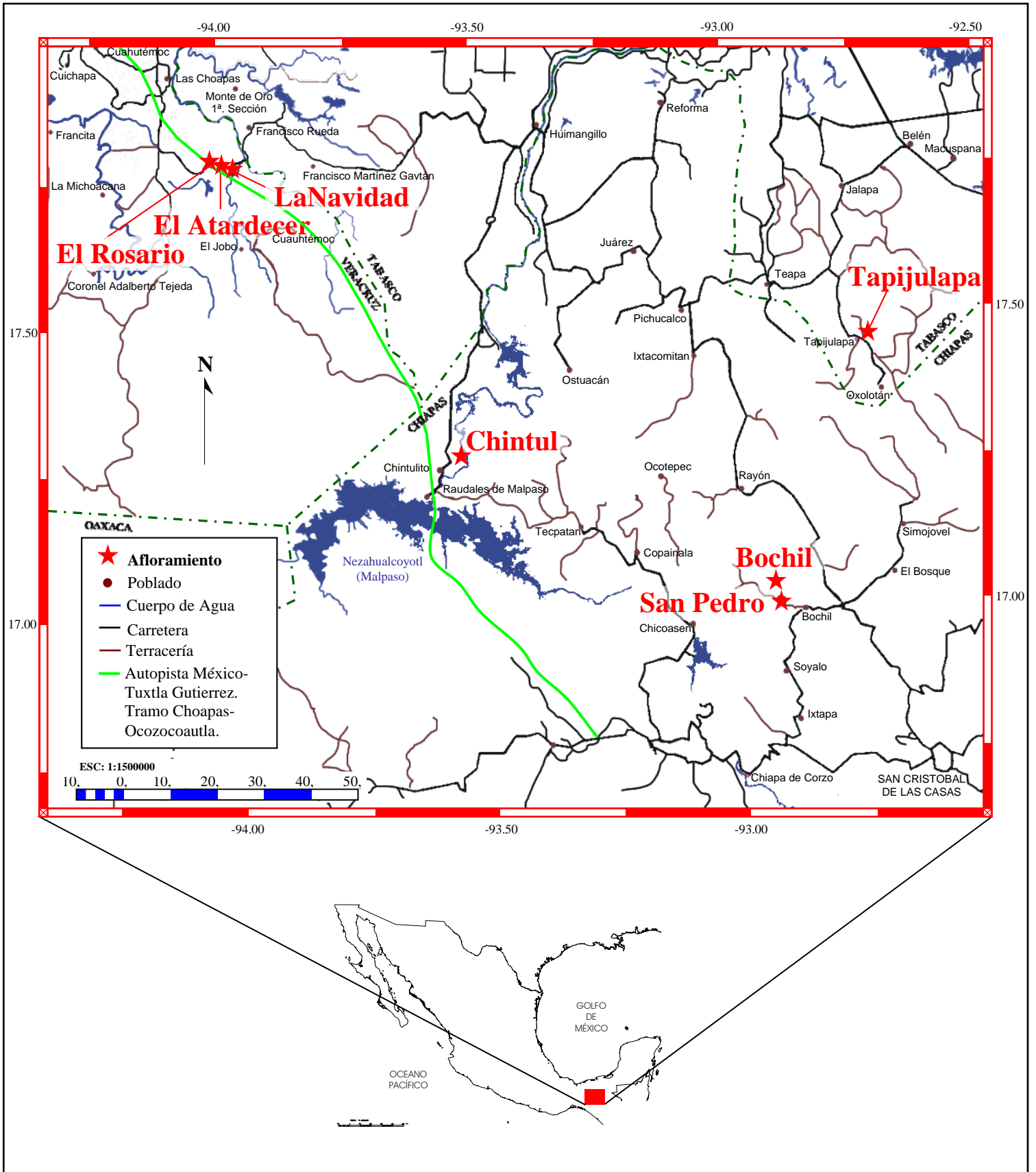
Situada al sureste del estado de Veracruz, aproximadamente a 60 km del poblado las Choapas, en dirección NW-SE. La vía de acceso es por la Autopista México-Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en su tramo Choapas-Ocozocoautla, se localiza sobre un camino de terracería a 85 metros antes de la entrada al rancho El Sacrificio

### **EL ATARDECER**

Se encuentra al sureste del estado de Veracruz. La vía de acceso es por la Autopista D.F., México-Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en su tramo Choapas-Ocozocoautla, se localiza después de la entrada al rancho El Sacrificio siguiendo el camino de terracería con dirección al norte.

### **SECCIÓN EL ROSARIO**

Se localiza al sureste del estado de Veracruz, sobre la traza de la actual Autopista México-Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en el tramo Choapas-Ocozocoautla con dirección NW-SE y a 50 km de su entronque con la carretera federal 180. Aproximadamente a 30 km al SE del poblado las Choapas, siendo el poblado más cercano El Rosario.



**Figura 2.** Mapa de localización de los afloramientos terciarios estudiados. Modificado de López (1976).

## **4. MARCO GEOLÓGICO DEL SURESTE DE MÉXICO**

En el Sureste de México la geología es compleja, por lo que entender la naturaleza del depósito sedimentario y la constitución de la columna bioestratigráfica en la región es fundamental.

La columna estratigráfica en el Sureste de México abarca del Paleoceno al Reciente y comprende las Subcuencas Salina del Istmo, Comalcalco y Macuspana. La columna está constituida principalmente de lutita y arenisca, intercalándose localmente con cuerpos de caliza calcarenítica en el Eoceno y Mioceno. Cabe resaltar que más de la mitad del espesor de estas subcuencas corresponden al Mioceno. Los ambientes en que se depositaron los sedimentos van del nerítico al batial. En el Terciario Superior se desarrolló en estas cuencas distensión que provocó fallas contemporáneas al depósito, originando que en las cuencas terciarias evolucionaran fosas o “grabens” que recibieron el aporte de sedimentos terrígenos posteriores. En las cuencas del sureste se han definido dos discordancias principales y cuatro episodios depositacionales, relacionados con la Orogenia Laramide y los distrofismos Chiapaneco y Cascadiano (Cabrera y Lugo, 1984).

La columna estratigráfica de la Sierra de Chiapas y Cuencas del Sureste, de la base a la cima, principia con sedimentos terrígenos continentales con intercalaciones lávicas de la Formación Todos Santos con edades que varían del Triásico Superior al Jurásico Medio, en la Depresión Ístmica y área del poblado Catorce, o al Jurásico Superior, en la porción del Río Solosúchil y región de Montenegro y Jaltepec; estos sedimentos en la Depresión Ístmica pasan transicionalmente a arenisca calcárea y carbonatos areno-arcillosos y carbonosos de la Formación Mogoñé del Oxfordiano; después en la misma área, ocurren carbonatos oolíticos con aportes de terrígenos, denominados Formación Porvenir, en tanto que en el sector del poblado Catorce se presentan carbonatos oolítico-peletíferos de la Formación Uxpanapa ambas con un rango del Kimmeridgiano al

Tithoniano Medio; posteriormente en forma concordante con la precedente aparecen caliza margosa y lutita calcárea conocidas como Formación El Edén del Tithoniano Superior al Valanginiano; rocas similares ocurren en la región del alto Río Solosúchil, definidas como equivalente a El Edén de la misma edad. En la depresión Ístmica existen brecha calcáreo-terrágena y caliza arenosa referidas como Formación Potrerillo (Tithoniano Superior-Berriasiano); en esta misma área aparecen caliza peletífera y dolomía de la Formación Paso de Buques, fechado para el Valanginiano-Hauteriviano en la franja del Hauteriviano al Barremiano. Continuando la columna, tanto en la zona antes citada como en la Depresión Ístmica, se presenta dolomía y caliza de la Formación Sierra Madre con un intervalo de tiempo del Cretácico Inferior Aptiano al Cretácico Superior, sobre éstas y al parecer a través de una paraconformidad, se suceden conglomerado, marga, lutita y arenisca conocidos como Formación Méndez o Méndez Metamorfizado del Campaniano-Maastrichtiano, esta secuencia se continúa al Paleoceno con la Formación Soyaló; después sedimentos terrígenos del Eoceno cubren discordantemente ya sea a la formación Méndez o a la Formación Soyaló; a partir de aquí la columna es completamente terrígena con las unidades del Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Pleistoceno (Cabrera y Lugo, 1984).

De acuerdo a Cabrera y Lugo (1984), numerosas descripciones de unidades lito-estratigráficas representativas de formaciones, miembros y estratos, en la mayoría de los casos no llenaban los requisitos indispensables para su formulación. Dichas descripciones no incluían la litología, solo se basaban en el contenido fosilífero. Con la perforación de numerosos pozos en la Planicie Costera del Golfo de México, se observó que la estratigrafía del subsuelo no corresponde completamente con muchas de las unidades formacionales descritas en la superficie. Actualmente los estudios bioestratigráficos proporcionan una estratigrafía más sólida y confiable, que han permitido realizar mejores correlaciones tanto locales como regionales. La estratigrafía de estas cuencas está basada en unidades bio-cronológicas, debido a que mediante el uso de los

conjuntos faunísticos es posible hacer una subdivisión de la monótona secuencia arcillo-arenosa que caracteriza al Cenozoico.

De acuerdo a lo antes mencionado en el SE de México es difícil dividir la potente secuencia terrígena, en unidades lito-estratigráficas con el objeto de efectuar correlaciones en el subsuelo o superficie ya que presenta gran dificultad debido a la homogeneidad de los sedimentos, a la ausencia de horizontes litológicos índice y a la falta de cambios o de contrastes bruscos en los sedimentos que permitan definir formaciones o grupos (Salmeron *et al.*, 1991).

## 4.1. SECCIÓN BOCHIL

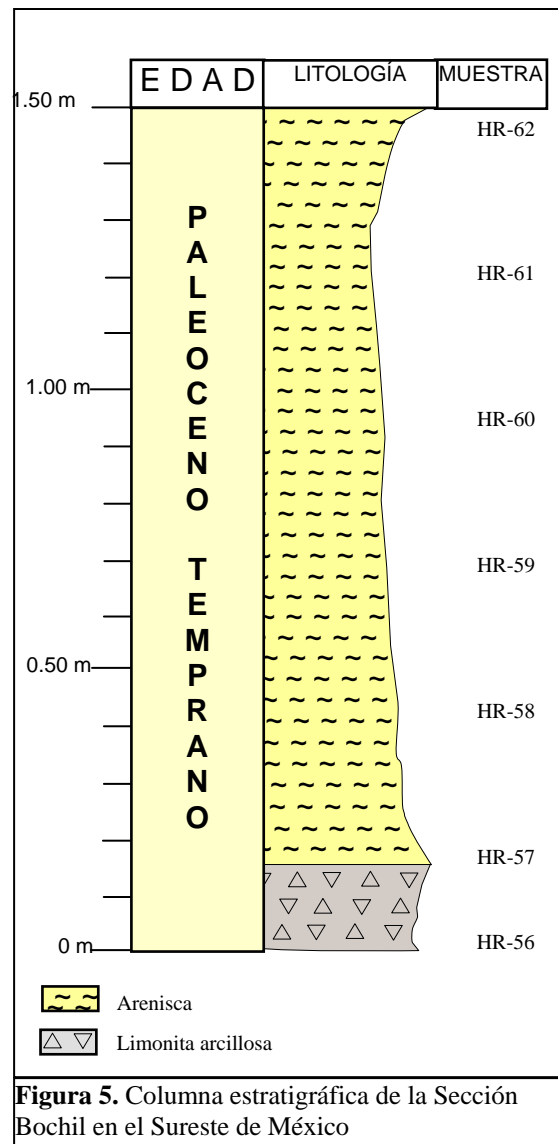
La Sección Bochil pertenece también a la Región de la Sierra de Chiapas; aparentemente podría representar el límite entre el Cretácico y el Terciario, ya que su columna litológica tiene en su parte basal brecha calcárea seguida de margas que podrían representar la base del Paleoceno; además que las cartas geológicas también la ubican en esta edad. El estudio realizado con los nanofósiles calcáreos determinaron los sedimentos dentro del Paleoceno temprano (NP3).



**Figura 3.** Vista general de la Sección Bochil, Chiapas, México.



**Figura 4.** Detalle de la margas que componen los estratos de la Sección Bochil, Chiapas, México.





## 4.2. SECCIÓN SAN PEDRO

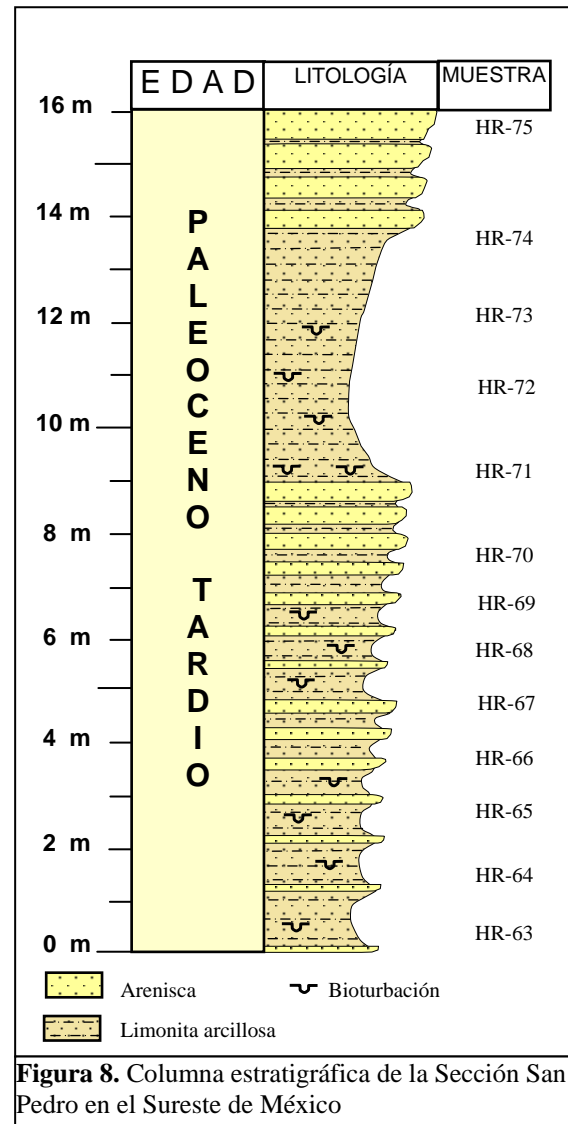
La Sección San Pedro está en la Región de la Sierra de Chiapas. Litológicamente se encuentra representada por una alternancia de limolita y arenisca de grano fino, esta última incrementa su grosor hacia la cima de la sección, algunos horizontes presentan bioturbaciones. De acuerdo con la carta geológica de la zona, la edad probable está en el Paleoceno inferior. El estudio realizado con nanoplancton calcáreo la ubica dentro del Paleoceno tardío (Biozona NP5).



**Figura 6.** Estratificación de la Sección San Pedro, Chiapas México.



**Figura 7.** Vista general de la Sección San Pedro, Chiapas, México.



### 4.3. SECCIÓN TAPIJULAPA

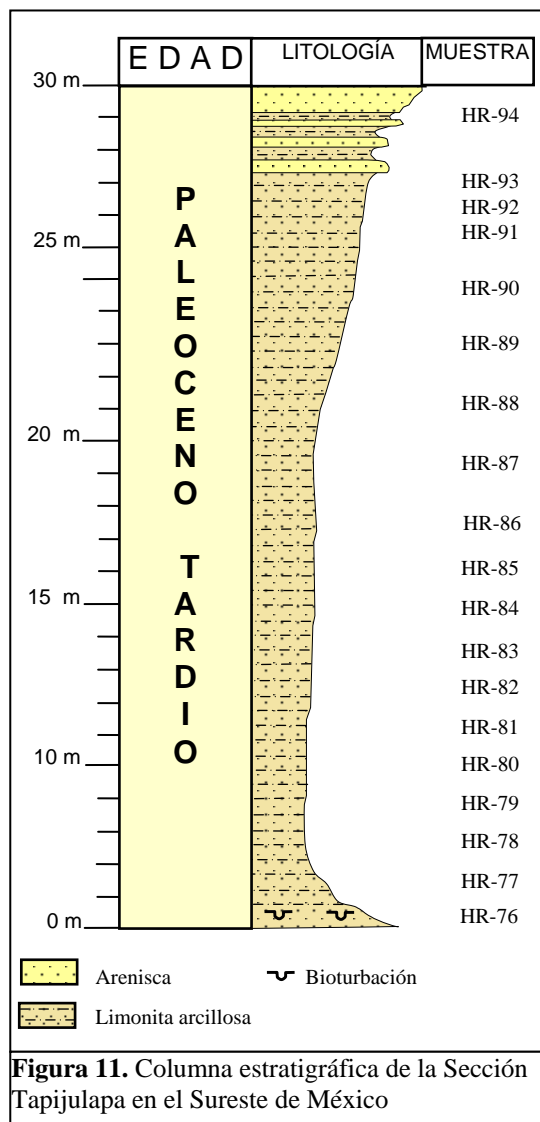
La Sección Tapijulapa está en la Región Sierra de Chiapas. Litológicamente está constituida por lutita arcillosa, con horizontes de arenisca hacia la cima de la sección. Las cartas geológicas indican que su edad probable es de Eoceno, mientras que el estudio con Nanoplancton Calcáreo la ubica en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).



**Figura 9.** Estratificación de la Sección Tapijulapa, Sur del Estado de Tabasco, México.



**Figura 10.** Lutita que compone la mayor parte de la Sección Tapijulapa, Sur del Estado de Tabasco, México.



#### 4.4. SECCIÓN CHINTUL

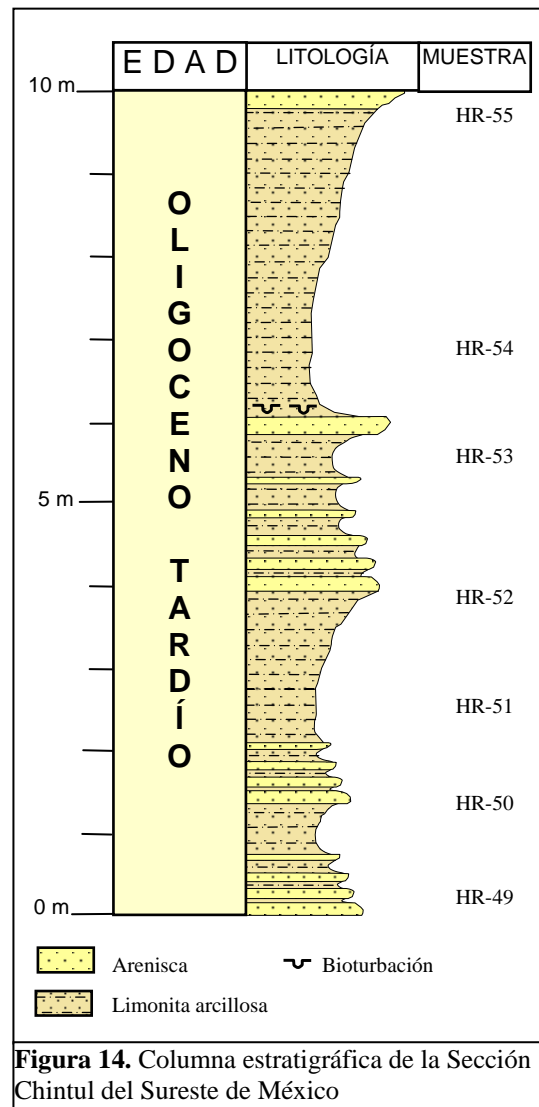
La Sección Chintul se encuentra en la Región Sierra de Chiapas. Litológicamente se encuentra representada por arenisca de grano fino con delgadas intercalaciones de limolita, y hacia la cima del afloramiento las intercalaciones de limolita se vuelven más potentes. De acuerdo a las cartas geológicas, su edad probable se encuentra entre el Eoceno y el Oligoceno. El estudio realizado con nanoplancton calcáreo nos lleva a indicar que la Sección Chintul está en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).



**Figura 12.** Panorámica de los estratos que componen la Sección Chintul, Chiapas, México.



**Figura 13.** Bioturbación (probable galería) en capa de limolita, Sección Chintul, Chiapas, México.



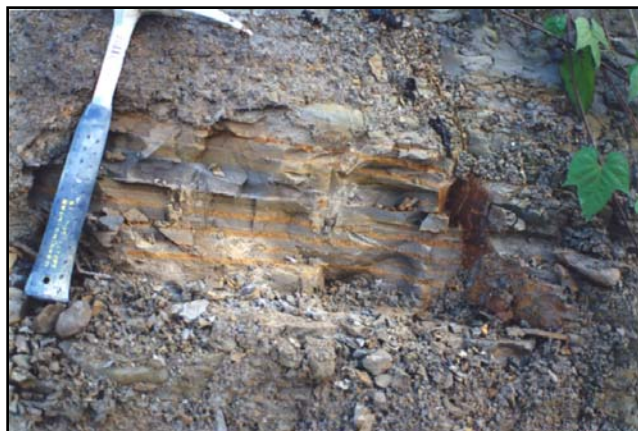


#### 4.5. SECCIÓN LA NAVIDAD

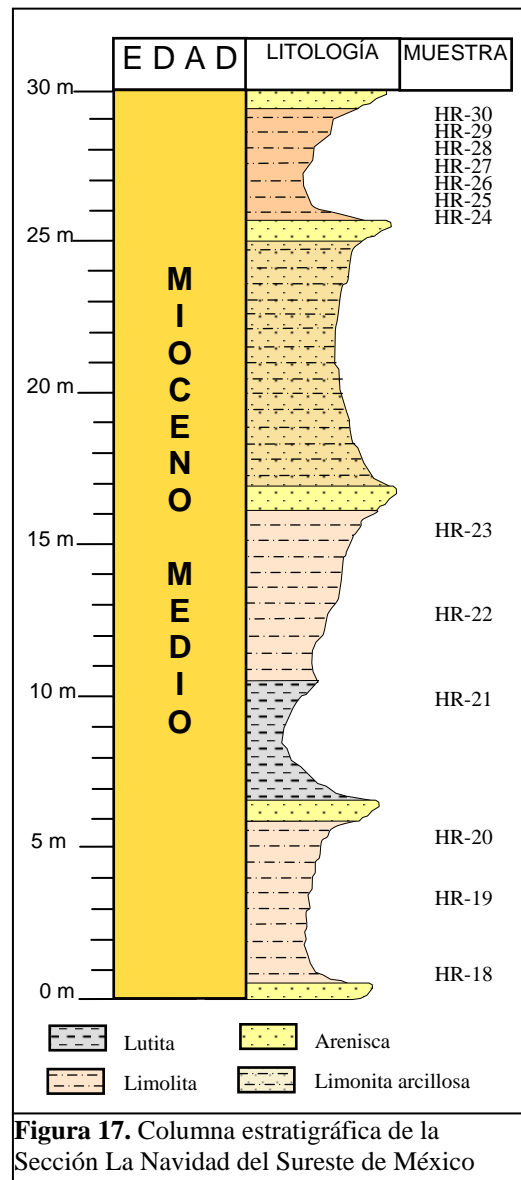
La sección La Navidad pertenece a las Cuencas del Sureste, en la Subcuenca de Comalcalco. Su litología esta representada por intercalaciones de arenisca, limolita y lutita teniendo un grosor similar las dos últimas, mientras que la arenisca tienen horizontes más delgados. De acuerdo a las cartas geológicas manejadas para esta zona, la edad probable es Mioceno medio-tardío. El resultado del análisis con nanoplancton calcáreo, situó a la sección La Navidad dentro del Mioceno medio (Biozona NN5).



**Figura 15.** Estratificación de la Sección La Navidad en el Sureste del Estado de Veracruz, México



**Figura 16.** Detalle de las capas que componen la Sección La Navidad, Sureste del Estado de Veracruz, México.



**Figura 17.** Columna estratigráfica de la Sección La Navidad del Sureste de México

#### 4.6. SECCIÓN EL ATARDECER

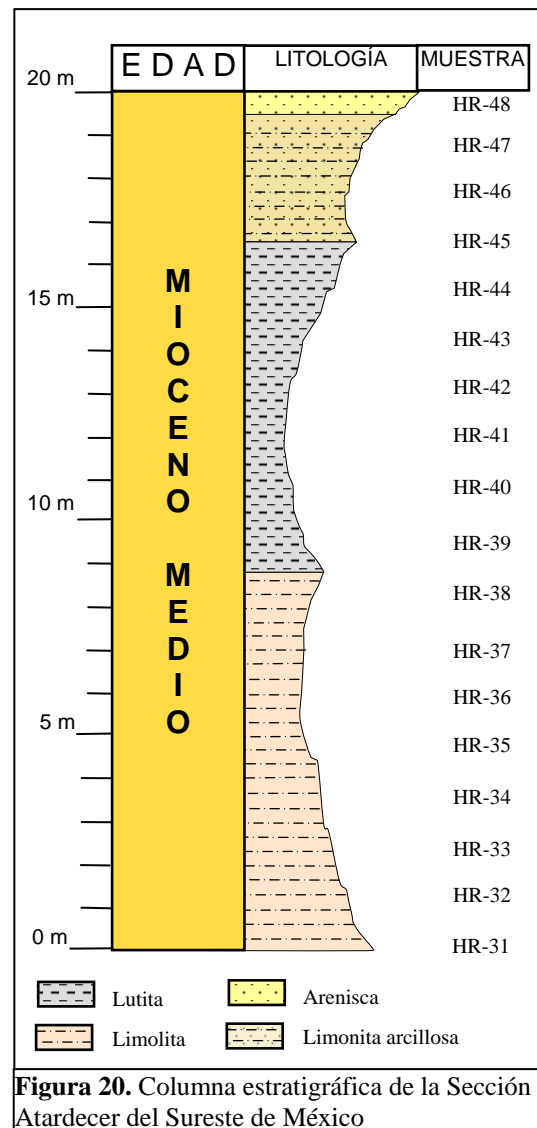
La Sección El Atardecer pertenece también a la Subcuenca de Comalcalco, por lo que esta en las denominadas Cuencas del Sureste. La descripción litológica de esta columna nos muestra intercalaciones de limolita, lutita, arenisca y limolita arcillosa, las cuales en grosor no varían considerablemente entre ellas, aunque el horizonte de areniscas es mucho menor comparado con los otros. Mediante las cartas geológicas de la zona, se esperaba encontrar Mioceno medio-tardío. Los resultados de este análisis nos indican que los sedimentos de la Sección El Atardecer pertenecen al Mioceno medio (Biozona NN5).



**Figura 18.** Estratificación de la Sección Atardecer en el Sureste del Estado de Veracruz, México



**Figura 19.** Estratificación de la Sección Atardecer en el Sureste del Estado de Veracruz, México



## 4.7. SECCIÓN EL ROSARIO

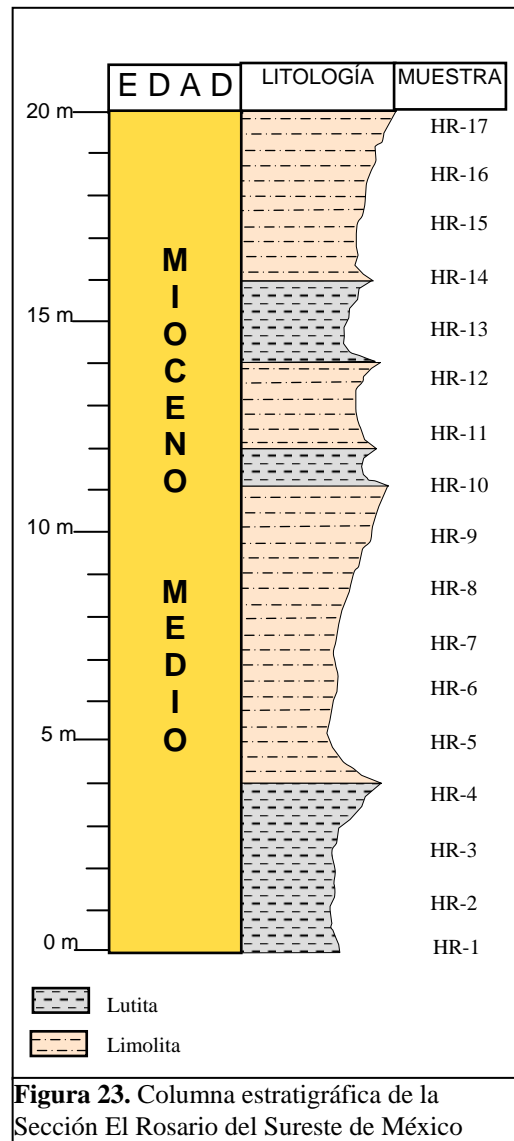
La Sección El Rosario se encuentra localizada en las Cuencas del Sureste, dentro de la Subcuenca de Comalcalco. Litológicamente hablando esta sección, se caracteriza por intercalaciones de lutita y limolita con un grosor variable entre cada capa, siendo más potentes las capas de limolita cuyo grosor se incrementa hacia la base de la sección. De acuerdo a la información geológica de la zona manejada en las cartas geológicas de la República Mexicana, a esta zona se le asigna una edad probable de Mioceno medio-tardío. En este estudio, con base al nanoplancton calcáreo se propone una edad de Mioceno medio (Biozona NN8) a la Sección El Rosario.



**Figura 21.** Vista general de la Sección El Rosario, Sureste del Estado de Veracruz, México.



**Figura 22.** Intercalación de lutita y limolita, Sección El Rosario, Sureste del Estado de Veracruz, México.



## **5. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE ESTUDIO**

Las secciones analizadas del Sureste de México fueron muestreadas por el Grupo de Bioestratigrafía de Alta Resolución a cargo de la Dra. Ma. Antonieta Sánchez Ríos, quién delegó la logística del trabajo de campo al Ing. Hugo Ramírez (HR) asesorado por el Dr. Julio C. Lara. El objetivo de la salida al campo fue obtener sedimentos para realizar una columna compuesta Terciaria del Sureste de México y poder ampliar el conocimiento bioestratigráfico de la región.

### **5.1 MÉTODO DE MUESTREO**

La metodología en la colecta de muestras para el estudio de microfósiles esta condicionada a los objetivos de la investigación. En este caso el objetivo fue establecer el marco cronoestratigráfico de la región.

En este trabajo, primero se ubicó la sección de acuerdo a criterios geológicos, posteriormente, en el campo se seleccionaron las muestras evitando los sedimentos alterados por el intemperismo.

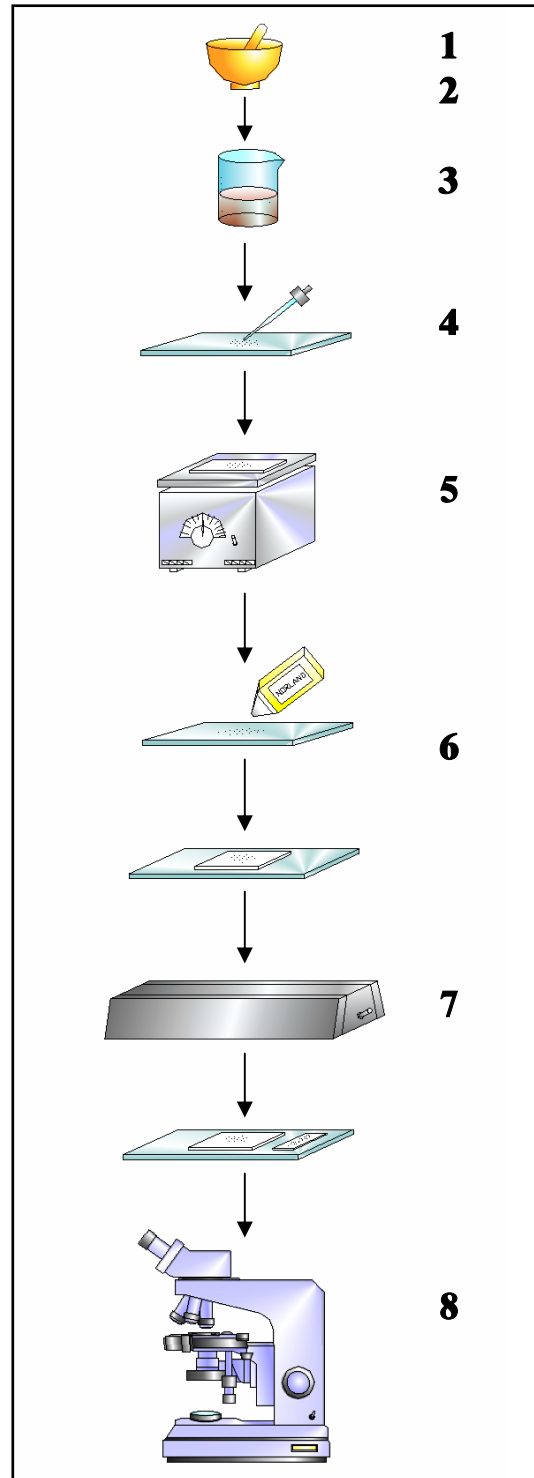
Los estratos mas favorables de contener microfósiles para determinar la edad de los sedimentos son las capas de lutita o limolita, para lo cual se seleccionaron estos niveles en las columnas. Mediante una martillo de geólogo se extrajo la muestra de aproximadamente 200 gr. en una bolsa de plástico con cierre hermético previamente etiquetada. Se muestreo esta cantidad de sedimento ya que se tenía planeado estudiar además de los nanofósiles, los foraminíferos y los palinomorfos.

### **5.2 PROCESADO DE LAS MUESTRAS**

El procesado de las muestras se realizó en un laboratorio del Instituto Mexicano del Petróleo dentro del área de procesado de muestras para el estudio de la Bioestratigrafía de Alta Resolución.

Para determinar las características ópticas y morfológicas del nanoplancton calcáreo se requiere de un microscopio petrográfico, para el cual se realizaron “frotis” o láminas delgadas de la siguiente manera:

1. De la bolsa se extrajo una roca pequeña cuya superficie se limpió para eliminar cualquier contaminación.
2. Se tomaron 2 gr. de sedimento y 10 ml de agua bidestilada se molieron en un mortero.
3. Se agregó la sustancia obtenida en un vaso de precipitados de 50 ml., y se agregaron 30 ml. de agua bidestilada. Se dejó reposar 20 segundos.
4. Con ayuda de una pipeta Pasteur se tomaron 2 ml. de la parte superficial de la suspensión y se depositó en el porta-objetos.
5. Se colocaron los porta-objetos en una parrilla eléctrica a una temperatura de 100° C y se dejó evaporar el agua.
6. Se colocó una gota de adhesivo óptico y posteriormente un cubreobjetos.
7. Se expuso la lámina delgada durante siete minutos en una lámpara de luz ultravioleta para secar el adhesivo.
8. Se limpiaron los frotis con una navaja, alcohol y un paño para su observación en el microscopio petrográfico.



**Figura 24.** Técnica para preparar “frotis” de Nanoplancton Calcáreo. Modificado de Sánchez-Ríos (1989)



### 5.3 TÉCNICAS DE CONTEO

Actualmente los especialistas para realizar el conteo de los microfósiles manejan abundancias absolutas y relativas, sin embargo los campos observados y los alcances de dichas abundancias relativas no son estándares, lo que dificulta las comparaciones.

Para este estudio se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de todas las especies por cada una de las muestras, para lo cual se observaron al azar 60 campos en el microscopio petrográfico, cuantificando el total de especies y especímenes. El número de campos observados representa estadísticamente lo que se encuentra en toda la muestra (Sánchez-Ríos, 1998). En un segundo paso se observó la lámina completa en búsqueda de otras especies no encontradas durante el primer paso, registrándolas y contándolas como una sola especie.

Los especímenes que mostraban un alto grado de deterioro y/o recristalización, no se consideraron para el análisis final. El criterio para determinar la conservación de los especímenes modificado de Sánchez-Ríos (1998) fue el siguiente:

**Pobre.** La nanoflora muestra fuerte disolución y recristalización secundaria, haciendo casi imposible su identificación a nivel de género.

**Regular.** Se observan los nanofósiles con disolución y recristalización secundaria, aunque difícil, es posible identificarlos a nivel de especie.

**Buena.** El nanoplancton calcáreo tiene poca disolución y recristalización secundaria, no obstante, es fácil su identificación a nivel de especie.

**Muy Buena.** Los nanofósiles no muestran o tienen una muy ligera disolución y recristalización secundaria, por lo que es muy fácil identificarlos a nivel de especie.

### 5.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos del análisis bioestratigráfico se incorporaron al programa Checklist, editándose en excel para obtener los cuadros de distribución, en los que se dividieron las especies *in situ* de las redepositadas. Las curvas logarítmicas y las gráficas de abundancia y diversidad fueron procesados en el software Statistica.

## 6. SISTEMÁTICA

### 6.1. GENERALIDADES

El nanoplancton calcáreo corresponde a algas marinas unicelulares que secretan placas calcáreas, y es clasificado por la mayoría de los autores dentro de la división Crisophyta (algas pardo-doradas) por su relación con formas recientes. Actualmente, se les encuentra ampliamente distribuidas en la zona fótica de los océanos, donde los rayos solares penetran fácilmente; su distribución obedece a gradientes climáticos según su latitud, por ello su empleo como indicador de paleoclimas (Sánchez y Padilla, 2001).

Estas algas están cubiertas por placas calcáreas llamadas cocolitos, que van de 2 a 60  $\mu\text{m}$  de diámetro y es la parte que se preserva en el registro fósil. Debido a su tamaño pequeño se requieren analizar en microscopio de luz (M.O.) con objetivos de alta resolución (aumentos de 100X-1000X), con luz polarizada e iluminación de contraste de fases. Mientras que para estudios sistemáticos más detallados se requiere el empleo del Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.) (Sánchez y Padilla, 2001).

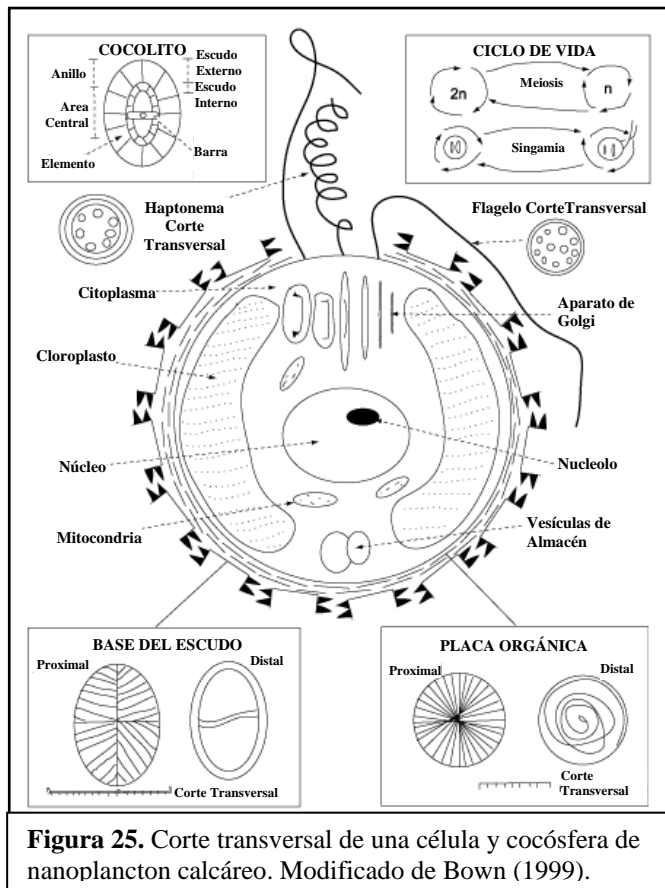
Cuando se observan las placas en el microscopio petrográfico bajo Nícoles Cruzados (N. C.) se forma una cruz de extinción distintiva como respuesta a las características ópticas que proporciona el arreglo cristalino, o por variaciones en las perforaciones, barras y otras estructuras. En los cocolitos predominan formas circulares u ovals, sin embargo la problemática de su taxonomía se debe a que el cocolito es solo una parte disociada de la cocósfera. Además algunos cocolitofóridos secretan más de un tipo de cocolitos (heterococolitos), mientras que otros solo presentan un tipo (holococolitos). La posición de los escudos con respecto a la cocósfera permite diferenciar dos partes: la proximal que es cóncava

y se encuentra en contacto con la célula; y la distal convexa, sin contacto celular (Sánchez y Padilla, 2001).

Por otro lado, se tiene otro grupo informal importante que son los organismos “*Incertae sedis*”, con una gran diversidad de formas: pentagonal, romboedro, estrella, herradura, huesos, corona, hongos, cestos o embudos. La incertidumbre en su clasificación responde a la ausencia de representantes actuales (Sánchez y Padilla, 2001).

Un grupo dominante entre los *Incertae Sedis* son los discoastéridos cuyas formas predominantes son estrellas simétricas, donde sus brazos se constituyen de cristales de calcita en forma tubular, lo que resulta en una baja birrefringencia al observarlos en N. C., por lo que se emplea luz natural para su análisis (Sánchez y Padilla, 2001).

Su estructura celular debió ser similar a los representantes actuales del nanoplancton calcáreo donde el citoplasma contiene todos los organelos: un núcleo similar a otros protistas, una mitocondria para la producción de energía, dos cloroplastos con pigmento pardodorado que contienen la clorofila con la que se realiza la fotosíntesis; dos flagelos iguales en forma de látigo, entre los cuales esta el haptonema.



**Figura 25.** Corte transversal de una célula y cocósfera de nanoplancton calcáreo. Modificado de Bown (1999).

Vacuolas para almacenar desechos y un aparato de Golgi para producir escamas orgánicas y cocolitos; estas últimas se componen de elementos calcíticos y

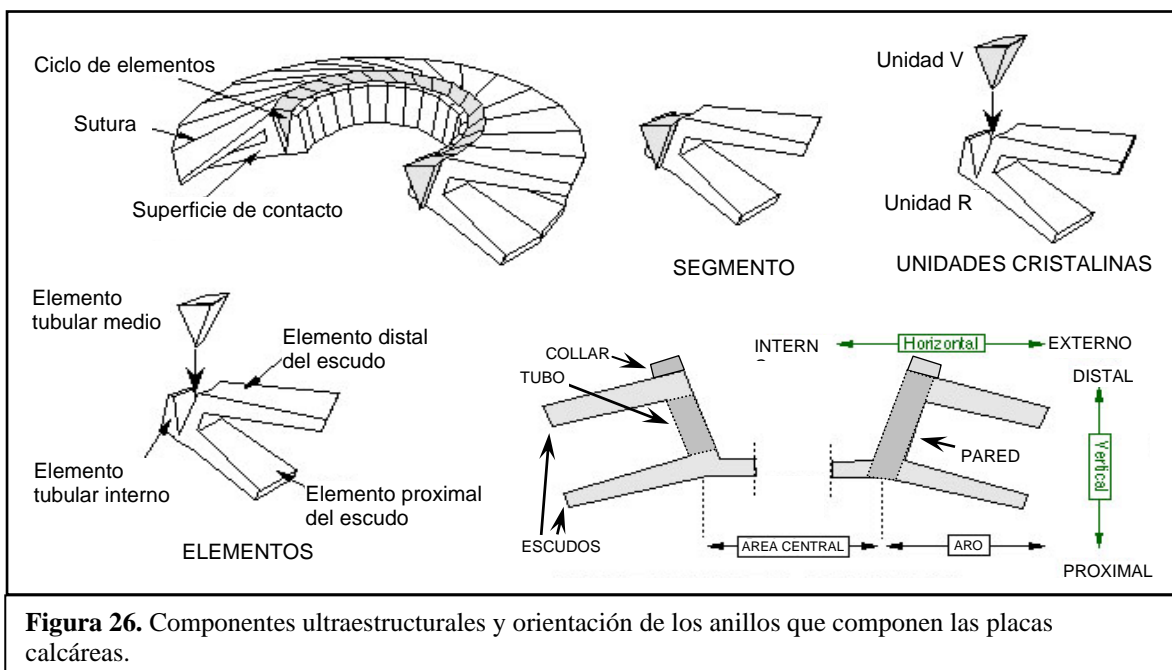
migran desde esta vesícula especializada hasta la parte exterior de la célula, reemplazando las placas viejas que conforman una multicapa esférica llamada cocósfera. Al desprenderse un escudo, se pueden recubrir con heces fecales de herbívoros lo cual retarda su disolución y aceleran la velocidad con que se sedimenta (Bown, 1999).

## 6.2 TERMINOLOGÍA DE LOS NANOFÓSILES CALCÁREOS

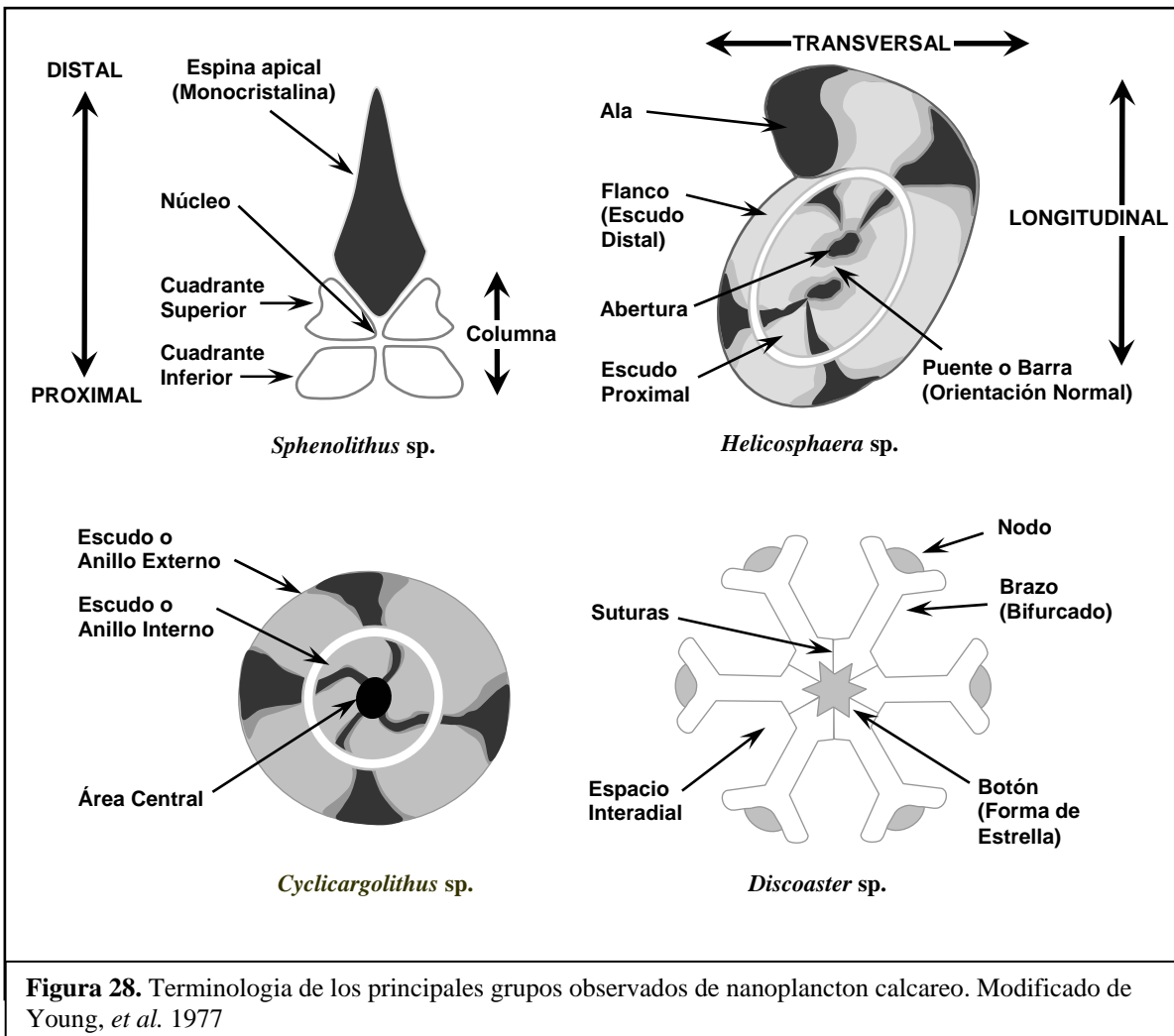
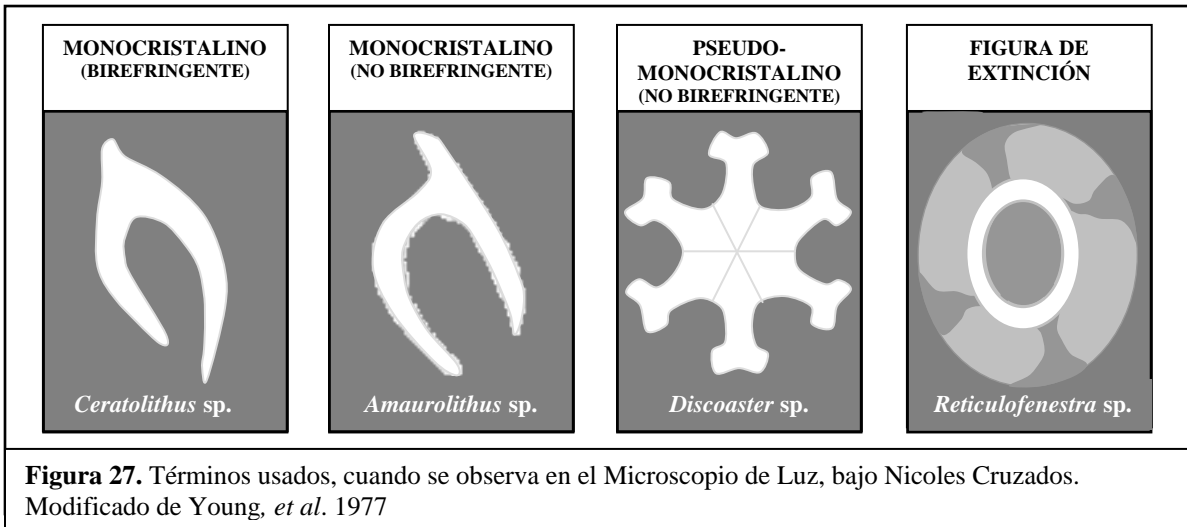
Las descripciones taxonómicas están basadas primordialmente en criterios morfológicos de las especies, no obstante dichos criterios varían entre especialistas, lo que origina inconsistencias en la determinación de los nanofósiles que incluso persisten a nivel de especie.

La filogenia y biomineralización de éstos microfósiles se desconoce, por lo que en ocasiones existen problemas para su ubicación taxonómica debiendo situar especies por su afinidad con las formas actuales, o bien por los datos filogenéticos relacionados con su forma y estructura. Para muchos autores la estructura del anillo (escudo) es la característica morfológica más significativa y mejor conservada, siendo la más apropiada para la identificación a nivel de familia y taxas superiores; dejando estructuras más finas, como la constitución del anillo, el tamaño y elementos del área central para la clasificación a nivel de género y especie (Bown, 1999).

Para comprender mejor la diagnosis de las especies a continuación se muestra la nomenclatura básica bajo la cual se rigen las descripciones específicas (Young *et al.*, 1977). Al final de este estudio se muestra un glosario de términos técnicos que manejan algunos autores para realizar sus descripciones en Microscopio Electrónico (M.E.) (Jordan *et al.*, 1995).



**Figura 26.** Componentes ultraestructurales y orientación de los anillos que componen las placas calcáreas.



### 6.3. TAXONOMÍA

Se utilizó la Clasificación de Nanofósiles Calcáreos propuesta por Young y Bown, 1997; la cual está estructurada en tres niveles principales de clasificación: orden, familia y género; además estos niveles los incluyen dentro de dos grupos principales, los heterococolitos y holococolitos. Asimismo se empleó su agrupación informal debido a que existen familias y géneros *incertae sedis* los cuales no se encuentran ubicados o asignados dentro de un taxa superior preciso. En esta parte se proporcionará la posición taxonómica de las especies determinadas en este estudio.

La clasificación propuesta por los autores mencionados es la siguiente:

REINO: Protista

DIVISIÓN: Chrysophyta

CLASE: Coccolithophyceae

#### 1. HETEROCOCCOLITOS

Es el grupo predominante, definido como cocolitos formados por un número limitado de cristales de formas variables y complejas que rodean el área central. El tipo de biomineralización es característico, comenzando con la creación de un anillo protococolito que alterna subvertical y subradialmente las unidades cristalinas, y que subsecuentemente se desarrollara hasta formar el anillo.

**ORDEN:** COCCOSPHAERALES (Haeckel, 1894)

- ❖ **FAMILIA:** Calcidiscaceae (Young y Bown, 1997). Cocolitos cuyo escudo proximal es usualmente monocíclico con suturas radiales. La conexión entre los escudos proximal y distal es frágil y frecuentemente se separan los escudos. Estos cocolitos tienen unidades R solo en el escudo proximal.
  - **GÉNERO:** *Calcidiscus* (Kamptner, 1950)
    - **ESPECIE:** *Calcidiscus leptoporus*

➤ ESPECIE: *Calcidiscus premacintyreii*

❖ **FAMILIA:** Coccolithaceae (Poche, 1913 emend.). Las unidades V forman tanto el escudo distal como la capa proximal del área central. Las unidades R forman el escudo proximal y las capas distales del área central. El área central frecuentemente tiene estructuras disjuntas.

- **GÉNERO:** *Coccolithus* (Schwartz, 1894)
  - ESPECIE: *Coccolithus miopelagicus*
  - ESPECIE: *Coccolithus pelagicus*
- **GÉNERO:** *Coronocyclus* (Hay et al., 1966)
  - ESPECIE: *Coronocyclus nitescens*
- **GÉNERO:** *Cruciplacolithus* (Hay y Mohler in Hay et al., 1967)
  - ESPECIE: *Cruciplacolithus tenuis*
- **GÉNERO:** *Cryptococcolithus* (Gartner, 1992)
  - ESPECIE: *Cryptococcolithus mediaperforatus*
- **GÉNERO:** *Chiasmolithus* (Hay et al., 1966)
  - ESPECIE: *Chiasmolithus danicus*
- **GÉNERO:** *Ericsonia* (Black, 1964)
  - ESPECIE: *Ericsonia formosa*
  - ESPECIE: *Ericsonia obruta*
  - ESPECIE: *Ericsonia robusta*
  - ESPECIE: *Ericsonia subpertusa*
- **GÉNERO:** *Hughesius* (Varol, 1989)
  - ESPECIE: *Hughesius gizoensis*
- **GÉNERO:** *Solidopons* (Theodoridis, 1984)
  - ESPECIE: *Solidopons petrae*

**ORDEN:** RHABDOSPHAERALES (Ostenfeld, 1899)

❖ **FAMILIA:** Rhabdosphaeraceae (Lemmermann, 1908). Cocolitos en forma de disco, con un anillo distintivo ligeramente elevado. Las unidades del área



central están bien desarrolladas, incluyendo una espina central o protrusión formada de numerosos elementos pequeños con un arreglo en espiral.

- **GÉNERO:** *Rhabdosphaera*
  - ESPECIE: *Rhabdosphaera claviger*

**ORDEN:** PRINSIALES (Young y Bown, 1997)

❖ **FAMILIA:** Prinsiaceae (Hay y Mohler, 1967 emend.). Cocolitos que presentan un escudo distal que se obscurece en N. C. y con prominentes unidades V.

- **GÉNERO:** *Hornibrookina* (Edwards, 1973)
  - ESPECIE: *Hornibrookina teuriensis*
- **GÉNERO:** *Prinsius* (Hay y Mohler, 1967)
  - ESPECIE: *Prinsius bisulcus*
  - ESPECIE: *Prinsius dimorphus*
  - ESPECIE: *Prinsius martinii*
- **GÉNERO:** *Toweius* (Hay y Mohler, 1967)
  - ESPECIE: *Toweius pertusus*

❖ **FAMILIA:** Noelaerhabdaceae (Jerkovic, 1970 emend.). Cocolitos con estructura tipo *Reticulofenestra* sp., con unidades V vestigiales, y unidades R que forman el escudo proximal, escudo distal, ciclos tubulares internos y externos, rejilla y estructuras en el área central; muy birrefringentes.

- **GÉNERO:** *Reticulofenestra* (Hay et al., 1966)
  - ESPECIE: *Reticulofenestra pseudoumbilica*
- **GÉNERO:** *Cyclicargolithus* (Bukry, 1971)
  - ESPECIE: *Cyclicargolithus floridanus*
  - ESPECIE: *Cyclicargolithus abisectus*
- **GÉNERO:** *Dictyococcites* (Black, 1964)
  - ESPECIE: *Dictyococcites bisectus*

**ORDEN:** ZYGODISCALES (Young y Bown, 1997)

❖ **FAMILIA:** Helicosphaeraceae (Black, 1971). Cocolitos cuyo anillo externo (unidades V) está modificado en un flanco helicoidal, terminando en ala o punta. Las unidades R forman una placa basal que se extiende constituyendo una capa de pequeños elementos. El área central tiene barras conjuntas, disjuntas o ausentes.

• **GÉNERO:** *Helicosphaera* (Kamptner, 1954)

- ESPECIE: *Helicosphaera burkei*
- ESPECIE: *Helicosphaera carteri*
- ESPECIE: *Helicosphaera compacta*
- ESPECIE: *Helicosphaera euphratis*
- ESPECIE: *Helicosphaera kamptneri*
- ESPECIE: *Helicosphaera obliqua*
- ESPECIE: *Helicosphaera recta*
- ESPECIE: *Helicosphaera stalis*
- ESPECIE: *Helicosphaera walbersdorfensis*

❖ **FAMILIA:** Pontosphaeraceae (Lemmermann, 1908). Las unidades V forman un borde externo estrecho. Las unidades R forman un anillo interno y placa basal. Sin estructuras disjuntas.

• **GÉNERO:** *Pontosphaera* (Lohmann, 1902)

- ESPECIE: *Pontosphaera multipora*

• **GÉNERO:** *Scyphosphaera* (Lohmann, 1902)

- ESPECIE: *Scyphosphaera intermedia*

❖ **FAMILIA:** Zygodiscaceae (Hay y Mohler, 1967). Anillo formado de unidades R y unidades V bien desarrolladas o vestigiales; cuya dirección de imbricación puede ser o no opuesta.

• **GÉNERO:** *Neochiastozygus* (Perch-Nielsen, 1971b)

- ESPECIE: *Neochiastozygus concinnus*

➤ ESPECIE: *Neochiastozygus perfectus*

❖ **FAMILIA:** *Incertae sedis*

- **GÉNERO:** *Ellipsolithus* (Sullivan, 1964)
  - ESPECIE: *Ellipsolithus macellus*
- **GÉNERO:** *Markalius* (Bramlette y Martini, 1964)
  - ESPECIE: *Markalius inversus*
- **GÉNERO:** *Thoracosphaera* (Kamptner, 1927)
  - ESPECIE: *Thoracosphaera saxea*
- **GÉNERO:** *Iselithina* (Stradner in Stradner y Adamiker, 1966)
  - ESPECIE: *Iselithina fusa*

## 2. HOLOCOCOLITOS

Cocolitos formados por un proceso diferente de biomineralización que los heterococolitos, conservan prácticamente su tamaño y forma de origen. La nucleación ocurre muchas veces a través del cocolito completo y los cristales individuales conservan una morfología euédral simple. No existe una clara distinción entre el anillo y el área central.

❖ **FAMILIA:** Calyptosphaeraceae (Boudreaux y Hay, 1969). Taxa que agrupa cocolitóforos que secretan holococolitos.

- **GÉNERO:** *Lanternithus* (Stradner, 1962)
  - ESPECIE: *Lanternithus minutus*
- **GÉNERO:** *Semihololithus* (Perch-Nielsen, 1971a)
  - ESPECIE: *Semihololithus kerabyi*

## 3. NANOLITOS

Son aquellos nanofósiles calcáreos de afinidad incierta, aunque relacionados probablemente a los cocolitóforos. Muestran diferentes estructuras que cualquier heterococolito y se infiere que tienen diferente proceso de biomineralización. Se incluyen todas las formas que carecen de un anillo distintivo.

a) Nanolitos que consisten de un solo cristal, mostrando simetría radial.

b) Nanolitos que consisten de un solo cristal, y carecen de simetría radial:

❖ **FAMILIA:** Triquetrorhabdulaceae (Lipps, 1969). Nanolitos en forma de “rodillo” constituido de tres placas (estos pueden tener crestas). El nanolito se observa como un solo cristal.

❖ **GÉNERO:** *Triquetrorhabdulus* (Martini, 1965)

➤ **ESPECIE:** *Triquetrorhabdulus rugosus*

c) Nanolitos que consisten de varias unidades de cristales y muestran simetría radial:

❖ **FAMILIA:** Braarudosphaeraceae (Deflandre, 1947). Los nanolitos están compuestos de cinco segmentos que forman un pentábito. Las unidades cristalinas muestran una ultraestructura laminar.

• **GÉNERO:** *Braarudosphaera* (Deflandre, 1947)

➤ **ESPECIE:** *Braarudosphaera bigelowii*

➤ **ESPECIE:** *Braarudosphaera discula*

• **GÉNERO:** *Micrantholithus* (Deflandre in Deflandre y Fert, 1954)

➤ **ESPECIE:** *Micrantholithus entaster*

• **GÉNERO:** *Pemma* (Klumpp, 1953)

**ORDEN:** DISCOASTERALES (Hay, 1977)

❖ **FAMILIA:** Discoasteraceae (Tan, 1927). Nanolitos discoidales de 3-40 elementos radiales. No presentan birrefringencia en N. C., salvo algunas formas tempranas que incluyen un ciclo de unidades birrefringentes.

• **GÉNERO:** *Catinaster* (Martini y Bramlette, 1963)

➤ **ESPECIE:** *Catinaster coalitus*

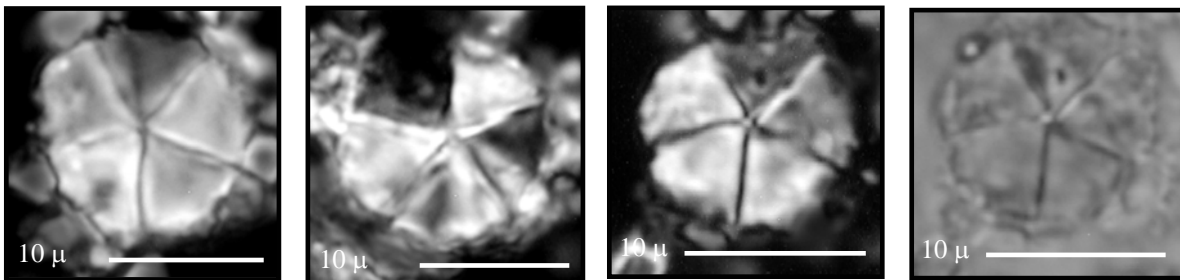
- **GÉNERO:** *Discoaster* (Tan, 1927)
  - ESPECIE: *Discoaster bollii*
  - ESPECIE: *Discoaster brouweri*
  - ESPECIE: *Discoaster calcaris*
  - ESPECIE: *Discoaster deflandrei*
  - ESPECIE: *Discoaster exilis*
  - ESPECIE: *Discoaster micros*
  - ESPECIE: *Discoaster moorei*
  - ESPECIE: *Discoaster pentaradiatus*
  - ESPECIE: *Discoaster petaliformis*
  - ESPECIE: *Discoaster sanmiguelensis*
  - ESPECIE: *Discoaster signus*
  - ESPECIE: *Discoaster subsurculus*
  - ESPECIE: *Discoaster variabilis*
  
- ❖ **FAMILIA:** Fasciculithaceae (Hay y Mohler, 1967). Nanolitos cónicos o con forma de “trompo”, que consisten de 10 a 30 elementos radiales. Aparentemente se desarrollan distintos ciclos distales en algunas especies, los cuales se forman probablemente por enroscamiento de los elementos y no por generación de nuevos cristales.
  - **GÉNERO:** *Fasciculithus* (Bramlette y Sullivan, 1961)
    - ESPECIE: *Fasciculithus clinatus*
    - ESPECIE: *Fasciculithus jani*
    - ESPECIE: *Fasciculithus pileatus*
    - ESPECIE: *Fasciculithus tympaniformis*
  
- ❖ **FAMILIA:** Heliolithaceae (Hay y Mohler, 1967). Nanolitos discoidales que consisten de por lo menos dos ciclos de unidades cristalinas superpuestas.
  - **GÉNERO:** *Heliolithus* (Bramlette y Sullivan, 1961)
    - ESPECIE: *Heliolithus kleinpellii*

- ❖ **FAMILIA:** Sphenolithaceae (Deflandre, 1952). Nanolitos en forma cónica constituidos de varios ciclos de elementos superpuestos radialmente desde un origen.
- **GÉNERO:** *Sphenolithus* (Deflandre in Grasse, 1952)
  - ESPECIE: *Sphenolithus abies*
  - ESPECIE: *Sphenolithus anarrhopus*
  - ESPECIE: *Sphenolithus ciperensis*
  - ESPECIE: *Sphenolithus dissimilis*
  - ESPECIE: *Sphenolithus heteromorphus*
  - ESPECIE: *Sphenolithus moriformis*
  - ESPECIE: *Sphenolithus pseudoheteromorphus*
  - ESPECIE: *Sphenolithus predistentus*
  - ESPECIE: *Sphenolithus primus*

#### 6.4. DIAGNOSIS DE LAS ESPECIES

A continuación se describen las especies encontradas en los sedimentos de las secciones del Sureste de México. Se proporcionan las imágenes tomadas con el fotomicroscopio petrográfico a un aumento de 1600X bajo Luz Polarizada (L.P.) y Luz Natural (L.N.) de los fósiles índice determinados en los sedimentos, la sinonimia, la edad de la especie a nivel mundial, proporcionada por autores para regiones de latitudes bajas y medias, así como una breve descripción taxonómica, dentro de estos dos últimos puntos sobresalen los autores Perch-Nielsen (1985), Aubry (1988-2000), Sánchez-Ríos (1989-1998) y Bown (1999).

## *Braarudosphaera discula* Bramlette y Riedel, 1954



### Sinonimia

*Braarudosphaera discula* Bramlette y Sullivan, 1961

*Braarudosphaera discula* Risatti, 1973

*Braarudosphaera alta* Romein, 1979

*Braarudosphaera discula* Aubry, 1989

*Braarudosphaera alta* Aubry, 1989

*Braarudosphaera discula* Ruiz, 1996

*Braarudosphaera discula* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Presenta un contorno casi redondo tendiendo a ser pentagonal, entre los cinco segmentos que la componen se observan suturas que se extienden desde el margen y se unen en la parte central del pentágono. Presenta solo una capa de elementos

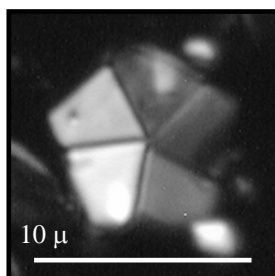
**Dimensiones.** 12 x 10 μm.

**Edad.** Paleoceno temprano-Eoceno

**Observaciones.** Se encontró abundantemente en la Sección Bochil en la muestra HR-62, determinada para el Paleoceno temprano (Biozona NP3). Se diferencia de *Braarudosphaera bigelowii* en la forma más redondeada de sus pentágonos y posición de las suturas.

## *Braarudosphaera bigelowii* (Gran y Braarud, 1935)

Deflandre, 1947



### Sinonimia

- Pontosphaera bigelowii* Braarud and Gran, 1935
- Braarudosphaera bigelowi* Deflandre, 1947
- Braarudosphaera bigelowi* Bramlette y Sullivan, 1961
- Braarudosphaera bigelowi* Sachs y Skinner, 1973
- Braarudosphaera bigelowi* Raffi y Rio, 1979
- Braarudosphaera bigelowii* Perch-Nielsen, 1985
- Braarudosphaera bigelowii* Sánchez-Ríos, 1989
- Braarudosphaera bigelowii* Gorostidi, 1993
- Braarudosphaera bigelowii* Moshkovitz y Habib, 1993
- Braarudosphaera bigelowii* Ruiz, 1996
- Braarudosphaera bigelowii* Bown, 1999
- Braarudosphaera bigelowii* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Pentalito de cinco segmentos trapezoidales divididos por suturas que intersectan desde el centro hasta las esquinas del contorno pentagonal. Cada placa constituida por láminas apiladas. Son birrefringentes en N. C.

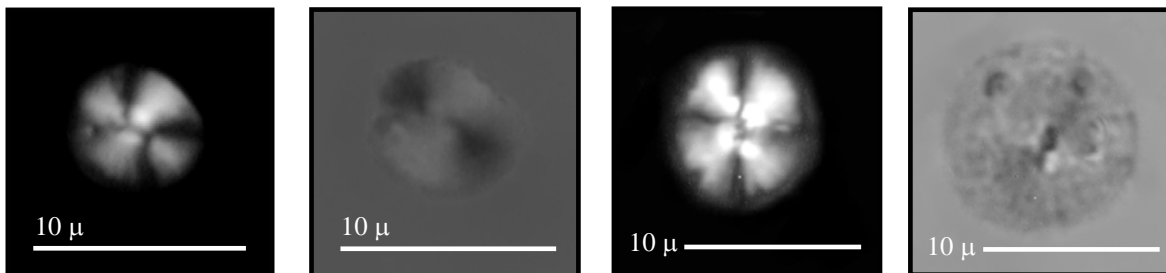
**Dimensiones.** 15 μm.

**Edad.** Cretácico inferior a Holoceno.

**Observaciones.** Se encontró en dos muestras de la Sección Bochil, en la HR-60 y HR-62 sedimentos determinados para el Paleoceno temprano (Biozona NP3). Estas especies pueden mostrar considerable variación en el tamaño incluso en la misma muestra.



*Calcidiscus leptoporus* (Murray y Blackman, 1898) Loeblich  
y Tappan, 1978



**Sinonimia**

*Coccosphaera leptopora* Murray & Blackman, 1898

*Coccolithophora leptopora* Lohmann, 1902

*Coccolithus leptoporus* Kamptner, 1954

*Coccolithus leptoporus* Báldi-Beke, 1960

*Cyclococcolithus leptoporus* Gartner, 1967

*Cyclococcolithina leptopora* Wilcoxon, 1970

*Calcidiscus leptoporus* Loeblich y Tappan, 1978

*Calcidiscus leptoporus* Perch-Nielsen, 1985

*Calcidiscus leptoporus* Wei y Wise, 1990

*Calcidiscus leptoporus* Yongyang y Weiwu, 1992

*Calcidiscus leptoporus* Wells y Okada, 1997

*Calcidicus leptoporus* Wei *et al.*, 1997

*Calcidiscus leptoporus* Kaenel, *et al.*, 1999

*Calcidiscus leptoporus* McGonigal y Wei, 2003

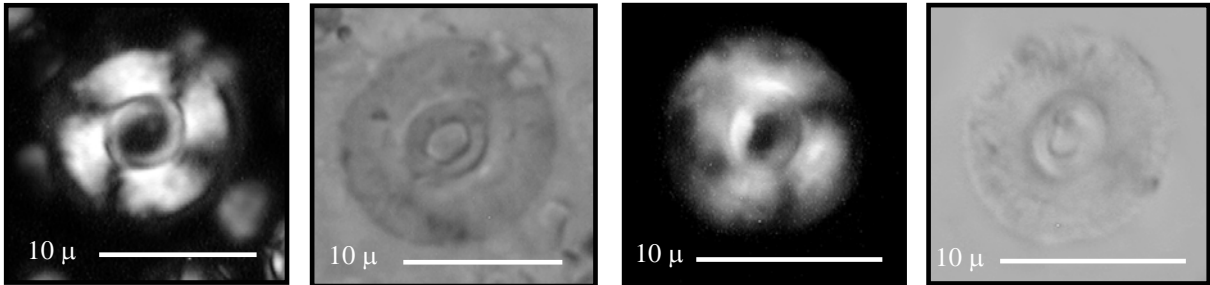
**Diagnosis.** Placolito de forma redonda con un área central pequeña y perforada, en N. C. el escudo proximal es birrefringente. En M. E. se observan menos de 40 elementos radiales conformando su escudo.

**Dimensiones.** 12 x 10 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a Reciente.

**Observaciones.** Se encontró en las muestras HR-9, HR-10, HR-12, HR-13, HR-15 y HR-16 de la Sección el Rosario determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## *Calcidiscus premacintyre* Theodoridis, 1984



### Sinonimia

*Calcidiscus premacintyre* Gartner, 1992

*Calcidiscus macintyre* Fornaciari *et al.*, 1996

*Calcidiscus premacintyre* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Calcidiscus premacintyre* Maiorano y Monechi, 1998

*Calcidiscus premacintyre* Wei, 1998

*Calcidiscus premacintyre* Bown, 1999

*Calcidiscus premacintyre* McGonigal y Wei, 2003

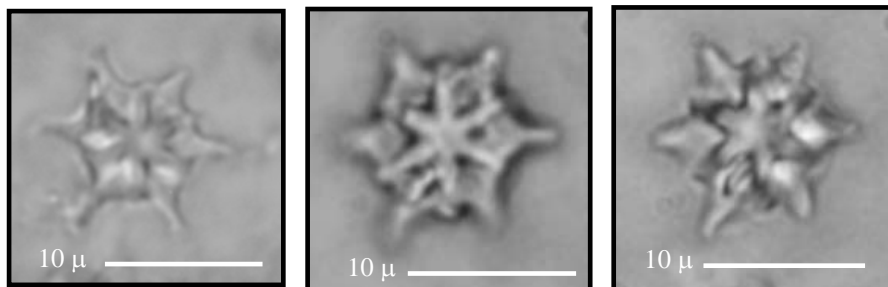
**Diagnosis.** Placolito subelíptico, con una abertura central subelíptica. Escudo distal no birrefringente, escudo proximal birrefringente en N. C. cruz de extinción de este último escudo curva sinestralmente en vista proximal.

**Dimensiones.** 12 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a Mioceno medio.

**Observaciones.** Se encontró en la Sección La Navidad datada en el Mioceno medio (Biozona NN5) en el intervalo comprendido de las muestras HR-18 a la HR-24 y la muestra HR-29, especie cuya presencia fue abundante.

## *Catinaster coalitus* Martini y Bramlette, 1963



### Sinonimia

*Catinaster coalitus*, Perch-Nielsen, 1985

*Catinaster coalitus* Aubry, 1988b

*Catinaster coalitus* Aubry, 1993

*Catinaster coalitus* Huang, 1997

*Catinaster coalitus* Raffi *et al.*, 1998

*Catinaster coalitus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Catinaster coalitus* Bown, 1999

*Catinaster coalitus* Hilgen *et al.*, 2000

*Catinaster coalitus* McGonigal y Wei, 2003

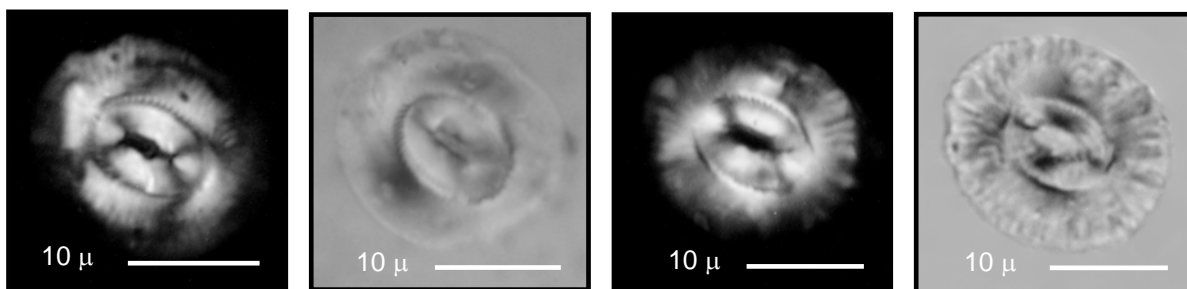
**Diagnosis.** Cocolito en forma de red de básquet o cesta con seis rayos cortos. Área central cubierta por una estructura prominente en forma de estrella, cuyos rayos se prolongan hasta el contorno formando un anillo externo robusto

**Dimensiones.** 9 μm.

**Edad.** Mioceno medio

**Observaciones.** Se encontró en la Sección El Rosario de la muestra HR-1 a la HR-11, HR-13 y HR-15; determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8). En la Sección se observaron ejemplares con una gran variedad de formas, aunque las características distintivas se conservan. Para algunos autores *C. coalitus* se origina probablemente de *D. bollii* o del grupo de *D. musicus* al reducirse los rayos.

## *Coccolithus miopelagicus* Bukry, 1971 emend. Wise, 1973



### **Sinonimia**

*Coccolithus miopelagicus* Perch-Nielsen, 1985

*Coccolithus miopelagicus* Gartner, 1992

*Coccolithus miopelagicus* Aubry, 1993

*Coccolithus miopelagicus* Fornaciari *et al.*, 1996

*Coccolithus miopelagicus* Huang, 1997

*Coccolithus miopelagicus* Sánchez-Ríos, 1998

*Coccolithus miopelagicus* Hilgen *et al.*, 2000

*Coccolithus miopelagicus* Marino y Flores, 2002a

*Coccolithus miopelagicus* McGonigal y Wei, 2003

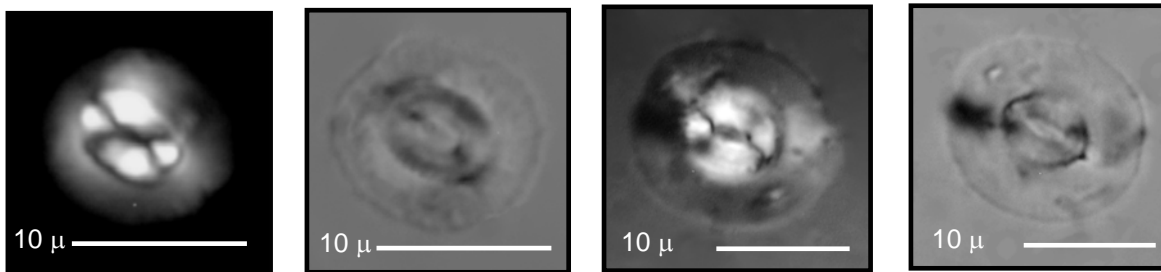
**Diagnosis.** Placolito con un área central de tamaño medio y un anillo distintivo estriado y ancho. En N.C., el área central es brillante con una cruz de extinción característica, el anillo externo es menos birefringente que el área central. La abertura elíptica pequeña del área central se alinea con el eje longitudinal del placolito.

**Dimensiones.** 14 μm o más.

**Edad.** Oligoceno tardío a Mioceno medio.

**Observaciones.** Localizado en la Sección La Navidad en la muestra HR-23 y HR-30, en la Sección Atardecer muestras HR-31, HR-33, HR-35, HR-36 y HR-44 también se encontró. Estas secciones se determinaron en el Mioceno medio (Biozona NN5). Aunque entre algunos autores es controversial su determinación específica, se distingue de *C. pelagicus* por su tamaño mayor.

## *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930



### Sinonimia

*Coccolithus oceanicus* Schwarz, 1894  
*Coccosphaera pelagica* Wallich, 1877  
*Coccolithophora pelagica* Lohmann, 1902  
*Coccolithus pelagicus* Schiller, 1930  
*Ellipsagelosphaera pelagica* Noel, 1965  
*Coccolithus pelagicus* Sachs y Skinner, 1973  
*Coccolithus pelagicus* Perch-Nielsen, 1985  
*Coccolithus pelagicus* Wei y Wise, 1990  
*Coccolithus pelagicus* Gartner, 1992  
*Coccolithus pelagicus* Wells y Okada, 1997  
*Coccolithus pelagicus* Bown, 1999  
*Coccolithus pelagicus* Choiriah, 2001  
*Coccolithus pelagicus* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Placolito elíptico, con un escudo proximal bicíclico, abertura elíptica; el escudo proximal y el área central son birrefringentes.

**Dimensiones.** 13 μm o menos.

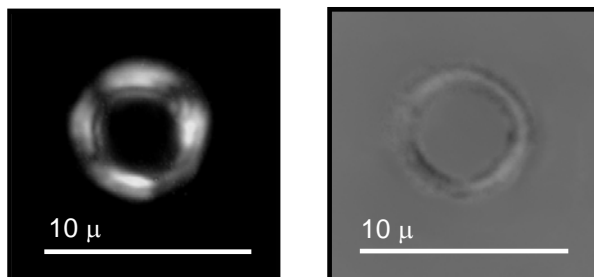
**Edad.** Paleoceno temprano a Reciente.

**Observaciones.** Se encontró en las muestras HR-1, HR-2, HR-4 a la HR-17 de la Sección el Rosario determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8); también en la Sección La Navidad en las muestras HR-18 a la HR-30 y en la Sección El Atardecer HR-31 a la HR-44 y HR-46 a la HR-48, éstas dos últimas secciones datadas en el Mioceno medio pero con la Biozona NN5; su aparición se extiende hasta la Sección Chintul en el intervalo que comprende las muestras HR-50 a la HR-55 del Oligoceno tardío (Biozona

NP25); así como en la Sección San Pedro muestras de la HR-63 a la HR-75 datada en el Paleoceno tardío Biozona (NP5) y por último en la Sección Tapijulapa de la muestra HR-76 a la HR-91 determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP6). Como se vió, su alcance evolutivo es amplio durante el terciario.

## *Coronocyclus nitescens* (Kamptner, 1963)

Bramlette y Wilcoxon, 1967



### Sinonimia

*Umbilicosphaera nitescens* Kamptner, 1963

*Coronocyclus serratus* Hay, *et al.*, 1966

*Coronocyclus nitescens* Bramlette y Wilcoxon, 1967

*Coronocyclus nitescens* Perch-Nielsen, 1985

*Coronocyclus nitescens* Fornaciari *et al.*, 1990

*Coronocyclus nitescens* Aubry, 1993

*Coronocyclus nitescens* Fornaciari *et al.*, 1996

*Coronocyclus nitescens* Sánchez-Ríos, 1998

*Coronocyclus nitescens* Bown, 1999

*Coronocyclus nitescens* McGonigal y Wei, 2003

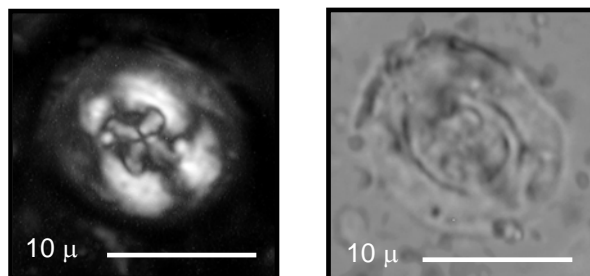
**Diagnosis.** Cocolito en forma de anillo, circular, abertura central prominente, contorno dentado. En N. C. presenta una cruz de extinción característica. En M. E. se observan de 3 a 4 docenas de elementos imbricados.

**Dimensiones.** 9  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Eoceno medio a Mioceno tardío.

**Observaciones.** Encontrada en la Sección El Rosario muestras HR-1, HR-3 a la HR-7, HR-15 y HR-16 definidas en el Mioceno medio (Biozona NN8); así como en la Sección El Atardecer HR-32, HR-34, HR-36 y HR-46 a la HR-48 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay y Moler, 1967



### Sinonimia

*Heliorthus tenuis* Stradner, 1961

*Cruciplacolithus tenuis* Hay y Mohler, 1967

*Chiasmolithus tenuis* Locker, 1972

*Cruciplacolithus tenuis* Perch-Nielsen, 1985

*Cruciplacolithus tenuis* Wei y Wise, 1989

*Cruciplacolithus tenuis* Moshkovitz y Habib, 1993

*Cruciplacolithus tenuis* Loureiro, 1997

*Cruciplacolithus tenuis* Bown, 1999

*Cruciplacolithus tenuis* Arney y Wise, 2003

**Diagnosis.** Cocolito con escudo distal compuesto por anillo amplio externo cuyas paredes internas se inclinan hacia adentro. El área central se caracteriza por presentar una cruz alineada con los dos ejes, las barras se unen con la pared interna en forma de bloques pequeños. En N. C. la pared interna y la cruz central son birrefringentes, escudo distal obscuro.

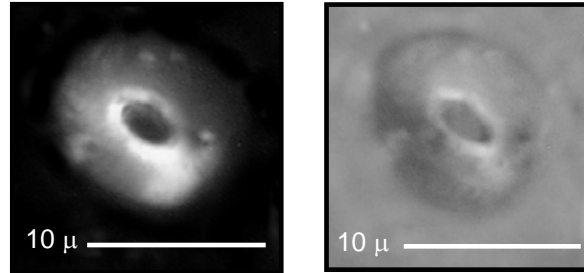
**Dimensiones.** 10μm.

**Edad.** Paleoceno temprano a tardío.

**Observaciones.** Se encontró en tres muestras de la Sección San Pedro HR-65, HR-68 y HR-75 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5)



*Cryptococcolithus mediaperforatus* (Varol, 1991) de Kaenel  
y Villa, 1996



**Sinonimia**

*Cryptococcolithus takayamae* Gartner, 1992

*Cryptococcolithus takayamae* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Cryptococcolithus mediaperforatus* Bown, 1999

*Cryptococcolithus mediaperforatus* McGonigal y Wei, 2003

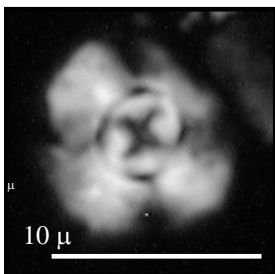
**Diagnosis.** Placolito elíptico cuya área central se caracteriza por una rejilla burda visible en N. C. El escudo proximal es ligeramente birrefringente.

**Dimensiones.** 7μm.

**Edad.** Mioceno

**Observaciones.** Se encontró en el intervalo de la muestra HR-13 a la HR-17 de la Sección El Rosario, definidas en el Mioceno medio (Biozona NN8); en la Sección La Navidad muestras desde la HR-20 hasta la HR-27, HR-29 y HR-30 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5); así como en la Sección Atardecer muestras de la HR-31 a la HR-36, HR-38 hasta la HR-41, HR-44, HR-47 y HR-48 determinada en la misma edad que la Sección La Navidad.

## *Cyclicargolithus abisectus* (Müller, 1970) Wise, 1973



### **Sinonimia**

*Coccolithus? abisectus* Müller, 1970

*Dictyococcites abisectus* Bukry y Percival, 1971

*Reticulofenestra abisecta* Roth y Thierstein, 1972

*Cyclicargolithus abisectus* Perch-Nielsen, 1985

*Cyclicargolithus abisectus* Wei y Wise, 1990

*Cyclicargolithus abisectus* Fornaciari *et al.*, 1990

*Cyclicargolithus abisectus* Fornaciari y Rio, 1996

*Cyclicargolithus abisectus* Huang, 1997

*Cyclicargolithus abisectus* Sánchez-Ríos, 1998

*Cyclicargolithus abisectus* Bown, 1999

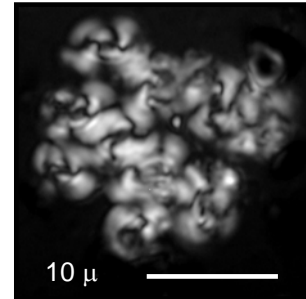
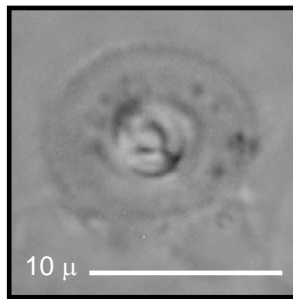
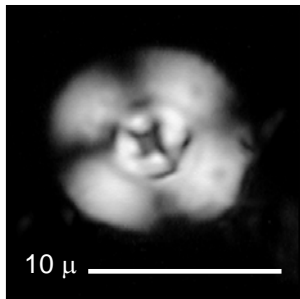
**Diagnosis.** Placolito circular con un escudo simple y una pequeña abertura central redonda; ambos escudos son birefringentes con una figura de pseudointerferencia con patrón cuadrado sobre la abertura central en N. C. En M. E. se observan de uno a cinco elementos finos y el área central esta cubierta por finos elementos elongados.

**Dimensiones.** El tamaño es de 9-12 μm.

**Edad.** Se localiza en sedimentos del Oligoceno tardío a Mioceno temprano.

**Observaciones.** A excepción de la primera muestra de la base, se encontró en toda la Sección Chintul determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Cyclicargolithus floridanus* (Hay *et al.*, 1967) Bukry, 1971



### Sinonimia

*Coccolithus floridanus* Roth y Hay *in* Hay *et al.*, 1967

*Cyclococcolithus floridanus* Hay, 1970

*Cyclococcolithus floridanus* Roth, 1970

*Cyclicargolithus floridanus* Bukry, 1971

*Cyclococcolithina floridana* Roth y Thierstein, 1972

*Reticulofenestra floridana* Theodoridis, 1984

*Cyclicargolithus floridanus* Perch-Nielsen, 1985

*Cyclicargolithus floridanus* Wei y Wise, 1990

*Cyclicargolithus floridanus* Loureiro, 1997

*Cyclicargolithus floridanus* Sánchez-Ríos, 1998

*Cyclicargolithus floridanus* Wei, 1998

*Cyclicargolithus floridanus* Bown, 1999

*Cyclicargolithus floridanus* Marino y Flores, 2002b

*Cyclicargolithus floridanus* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Placolito con forma circular con escudos simples de un ciclo, y abertura central pequeña y redonda. En N.C. ambos escudos son birefringentes con una figura de pseudointerferencia redondeada encima de la abertura central.

**Dimensiones.** 8 μm.

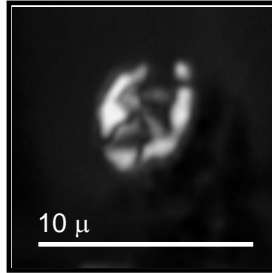
**Edad.** Eoceno tardío a Mioceno medio.

**Observaciones.** Se localizó en todas las muestras de la Sección el Rosario, determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8); así como en la Sección La Navidad muestras de la HR-18 a la HR-30, también en la Sección Atardecer en el intervalo de

muestras HR-31 a la HR-44 y de la HR-46 a la HR-48, definidas en el Mioceno medio (Biozona NN5); y por último en toda la Sección Chintul excepto en la muestra HR-49, ésta última sección se determinó en el Oligoceno tardío (Biozona NP25). Cabe señalar que algunos autores consideran que la última ocurrencia evolutiva de esta especie esta en la Biozona NN6 aunque la abundancia, constancia y muy buena preservación parece indicar que aún no se encuentra bien delimitado su alcance bioestratigráfico.

## *Chiasmolithus danicus* (Brotzen, 1959)

Van Heck y Perch-Nielsen, 1987



### Sinonimia

*Cribrosphaerella danica* Brotzen, 1959

*Coccolithus danicus* Bramlette y Martini, 1964

*Chiasmolithus danicus* Hay y Moler, 1967

*Cretarhabdus danicus* Gartner, 1970

*Chiasmolithus danicus* Perch-Nielsen, 1985

*Chiasmolithus danicus* Van Heck y Perch-Nielsen 1987

*Chiasmolithus danicus* Wei y Wise, 1989

*Sullivania danica* Varol, 1992

*Chiasmolithus danicus* Arney y Wise, 2003

### Diagnosis

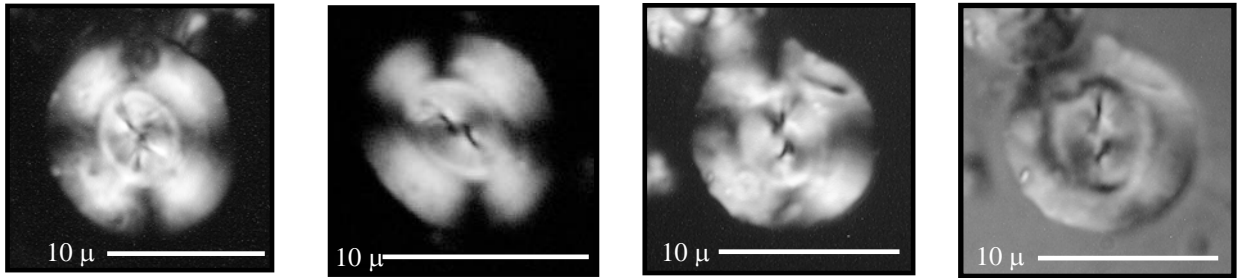
Placolito con una abertura central ocupada por una robusta estructura en forma de "X", dos de las barras están suavemente curvadas. Escudos anchos y estriados con débil birrefringencia en N. C.; estructura central muy birrefringente.

**Dimensiones.** 12 μm.

**Edad.** Daniano superior.

**Observaciones.** Se encontró en las muestras HR-60 y HR-62, de la Sección Bochil en sedimentos pertenecientes al Paleoceno temprano (Biozona NP3).

## *Dictyococcites bisectus* Hay *et al.*, 1966



### Sinonimia

*Reticulofenestra scissura* Hay *et al.*, 1966

*Reticulofenestra bisecta* Roth, 1970

*Dictyococcites bisectus* Bukry y Percival, 1971

*Dictyococcites bisecta* Perch-Nielsen, 1985

*Reticulofenestra bisecta bisecta* Wei y Wise, 1989

*Dictyococcites bisectus* Fornaciari *et al.*, 1990

*Dictyococcites bisectus* Krhovský, 1992

*Dictyococcites bisectus* Sánchez-Ríos, 1998

*Dictyococcites bisectus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Dictyococcites bisectus* Bown, 1999

*Reticulofenestra scissura* Bown, 1999

*Reticulofenestra bisecta* McGonigal y Di Stefano, 2002

*Reticulofenestra bisecta* Arney y Wise, 2003

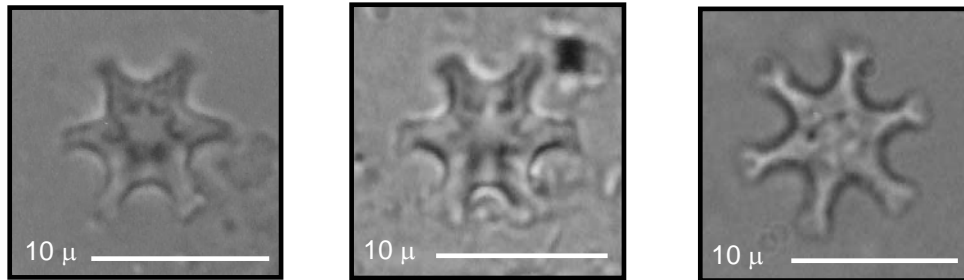
**Diagnosis.** Placolito subcircular con un área central cubierta completamente por elementos elongados distales que radian desde una sutura media, patrón de extinción en forma de dos V opuestas, e inconexas. Con un tapón central desarrollado birrefringente y que rellena el área central.

**Dimensiones.** 14 μm.

**Edad.** Eoceno medio a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Especímenes bien conservados encontrados en la Sección Chintul de la muestra HR-50 a la HR-55, determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Discoaster bollii* Martini y Bramlette, 1963



### Sinonimia

*Discoaster bollii* Martini y Bramlette, 1963

*Eudiscoaster bollii* Prins, 1971

*Eu-discoaster bollii* Theodoridis, 1983

*Discoaster bollii* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster bollii* Flores, 1987a

*Discoaster bollii* Aubry, 1988a

*Discoaster bollii* Aubry, 1993

*Discoaster bollii* Huang, 1997

*Discoaster bollii* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Discoaster bollii* Bown, 1999

*Discoaster bollii* Wei, 2003

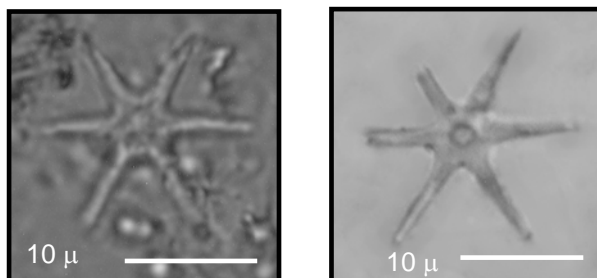
**Diagnosis.** Discoaster formado por 6 brazos cortos y anchos, con el área central muy amplia. Los rayos tienen la mitad o menos que el diámetro del área central y presentan bifurcaciones cortas. Tiene un botón en forma de estrella prominente, siendo característicos de esta especie.

**Dimensiones.** 12μm

**Edad.** Mioceno medio a Mioceno tardío.

**Observaciones.** Se encontró en la Sección El Rosario, muestras HR-1 a la HR-11 y HR-13 a la HR-17 definidas en el Mioceno medio (Biozona NN8). Especímenes que mostraron una considerable variación, pero el botón tan desarrollado es un carácter consistente que lo diferencia de cualquier especie de apariencia similar.

*Discoaster brouweri* Tan, 1927, emend. Bramlette y Riedel,  
1954



### Sinonimia

*Discoaster brouweri* Tan, 1927

*Discoaster brouweri* emended Bramlette y Riedel, 1954

*Eudiscoaster brouweri* Prins, 1971

*Eu-discoaster brouweri* Theodoridis, 1983

*Eu-discoaster brouweri* ssp. *brouweri* Theodoridis, 1984

*Discoaster brouweri* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster brouweri* Flores, 1986

*Discoaster brouweri* Aubry, 1988a

*Discoaster brouweri* Loureiro, 1997

*Discoaster brouweri* Triantaphyllou, 1998

*Discoaster brouweri* Bown, 1999

*Discoaster brouweri* Hadavi, 2000

*Discoaster brouweri* Choiriah, 2001

### Diagnósis

Discoaster con 6 brazos largos y delgados con un área central, en ocasiones se observa a los brazos arqueándose se mejante a las costillas de una sombrilla; pueden tener un botón central en el lado concavo.

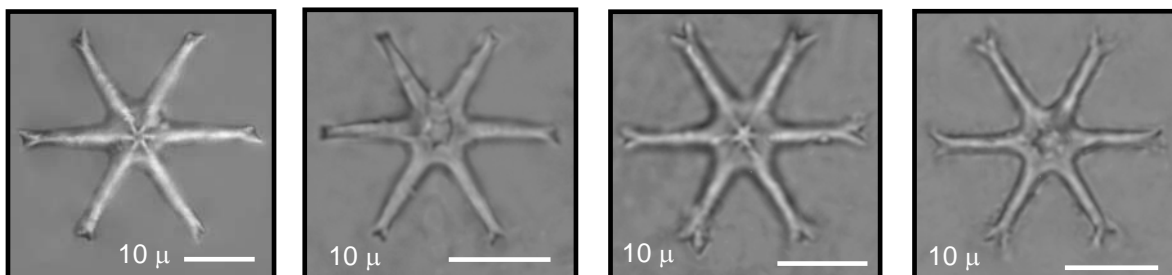
**Dimensiones.** 13 μm

**Edad.** Mioceno medio a Plioceno tardío.

**Observaciones.** Localizado en la Sección El Rosario de las muestras HR-9 a la HR-17, determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8).



*Discoaster calcaris* Tan, 1927 emend. Bramlette y Riedel,  
1954



**Sinonimia**

*Discoaster calcaris* Gartner, 1967

*Discoaster brouweri calcaris* Hay, 1970

*Clavodiscoaster calcaris* Prins, 1971

*Eu-discoaster calcaris* Theodoridis, 1983

*Discoaster calcaris* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster calcaris* Huang, 1997

*Discoaster cal caris* Aubry, 1988a

*Discoaster calcaris* Bown, 1999

*Discoaster calcaris* Hadavi, 2000

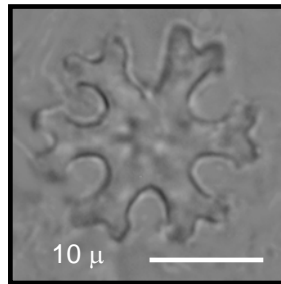
**Diagnosis.** Discoaster con 6 brazos largos y delgados que se bifurcan asimétricamente hacia los extremos. La ramificación mas larga de la bifurcación de los brazos curva en la misma dirección y se extiende ligeramente mas allá de la punta del brazo. Presenta un botón en forma de estrella.

**Dimensiones.** 20 μm.

**Edad.** Mioceno medio a tardío.

**Observaciones.** Esta especie es abundante y se encuentra bien conservada en la Sección El Rosario de la muestra HR-1 a la HR-17, en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## *Discoaster deflandrei* Bramlette y Riedel, 1954



### Sinonimia

*Discoaster deflandrei* Bramlette y Riedel, 1954

*Discoaster deflandrei* Bramlette y Sullivan, 1961

*Clavodiscoaster deflandrei* Prins, 1971 INVALIDO

*Discoaster deflandrei* Bukry, 1971

*Eu-discoaster deflandrei* Theodoridis, 1983

*Discoaster deflandrei* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster deflandrei* Aubry, 1988a

*Discoaster deflandrei* Aubry, 1993

*Discoaster deflandrei* Fornaciari *et al.*, 1996

*Discoaster deflandrei* Loureiro, 1997

*Discoaster deflandrei* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Discoaster deflandrei* Bown, 1999

*Discoaster deflandrei* McGonigal y Wei, 2003

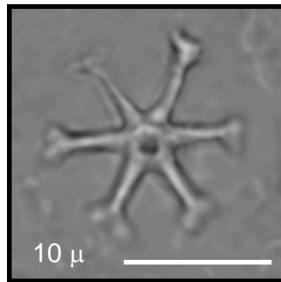
**Diagnosis.** Discoáster formado de 5 a 7 (usualmente 6) brazos cortos y anchos con terminaciones en forma de “llave inglesa”. Los espacios entre los brazos son redondeados. El área central ancha ligeramente elevada con un botón indistinguible.

**Dimensiones.** 15  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Eoceno temprano a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Chintul muestras HR-50, HR-51, HR-53 y HR-55; datada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25). Los especímenes generalmente no se reconocen fácilmente cuando existe mucha recristalización.

## *Discoaster exilis* Martini y Bramlette, 1963



### **Sinonimia**

*Discoaster exilis* Martini y Bramlette, 1963

*Eudiscoaster exilis* Prins, 1971 INVALIDO

*Discoaster exilis* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster exilis* Flores, 1987a

*Discoaster exilis* Aubry, 1988a

*Discoaster exilis* Aubry, 1993

*Discoaster exilis* Fornaciari *et al.*, 1996

*Discoaster exilis* Loureiro, 1997

*Discoaster exilis* Sanchez-Rios, 1998

*Discoaster exilis* Bown, 1999

*Discoaster exilis* McGonigal y Wei 2003

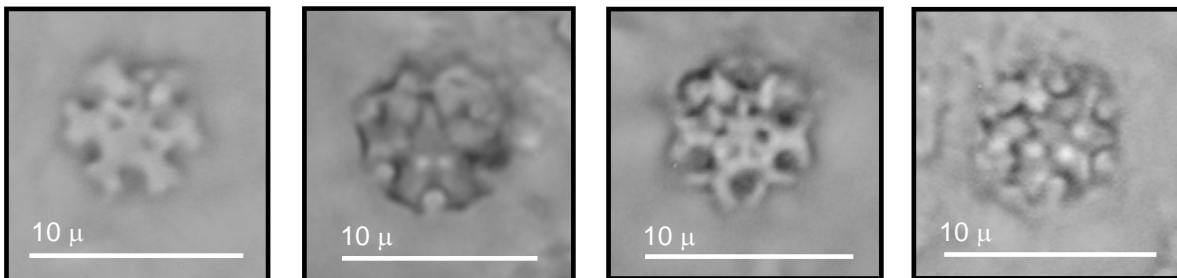
**Diagnosis.** Discoaster de 6 o raramente 5 brazos largos, área central pequeña con un botón central en forma de estrella oscuro. La punta de los rayos está bifurcada, aunque algunas veces se observa solo como una pequeña muesca.

**Dimensiones.** 13 μm.

**Edad.** Mioceno Temprano al Mioceno Medio.

**Observaciones.** Se observó en la Sección La Navidad HR-18 a HR-20, HR-22, HR-23, HR-26 y HR-28 a HR-30, datada en Mioceno Medio (Biozona NN5), El Atardecer HR-31 a HR-36, HR-42 a HR-44 y HR-46 a HR-48 también del Mioceno Medio (Biozona NN5).

## *Discoaster micros* (Theodoridis, 1984) Kaenel y Villa, 1996



### **Sinonimia**

*Discoaster micros* Raffi *et al.*, 1998

*Discoaster micros* Hilgen *et al.*, 2000

### **Diagnosis**

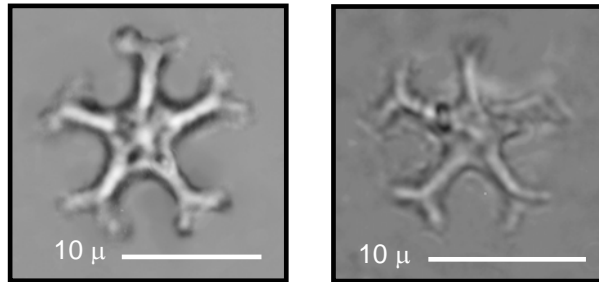
*Discoaster* con área central amplia, brazos anchos y cortos con bifurcaciones en sus puntas. Generalmente se observa un botón en forma de estrella que ocupa gran parte del área central, los rayos del botón se extienden en dirección del área Interadial.

**Dimensiones.** 6 μm.

**Edad.** Mioceno medio.

**Observaciones.** Se encontró en la base de la Sección El Rosario de la muestra HR-1 a la HR-3, datada en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## *Discoaster moorei* Bukry, 1971



### Sinonimia

*Discoaster moorei* Bukry, 1971

*Eu-discoaster moorei* Theodoridis, 1983

*Discoaster moorei* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster moorei* Bown, 1999

**Diagnosis.** Discoaster de 5 brazos largos cuyas puntas se bifurcan ampliamente, se caracteriza por un arreglo asimétrico de los brazos; el centro del área es pequeño y puede presentar un botón.

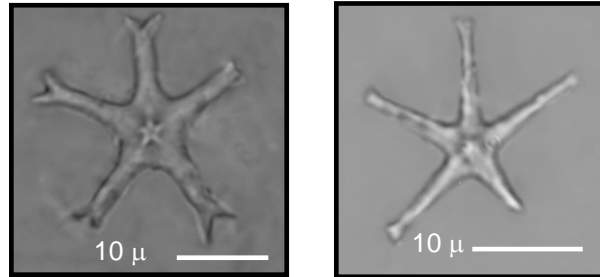
**Dimensiones.** 13 µm.

**Edad.** Mioceno temprano a Mioceno medio.

**Observaciones.** Se observó en sedimentos del Mioceno medio de la Sección La Navidad, muestra HR-18 determinada en el Mioceno medio (Biozona NN5).

***Discoaster pentaradiatus* Tan, 1927 emend.**

**Bramlette y Riedel, 1954**



**Sinonimia**

*Discoaster pentaradiatus* Tan, 1927

*Discoaster pentaradiatus* emended Bramlette y Riedel, 1954

*Discoaster pentaradiatus* Bukry, 1971

*Discoaster pentaradiatus* Raffi y Rio, 1979

*Eu-discoaster pentaradiatus* Theodoridis, 1983

*Discoaster pentaradiatus* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster pentaradiatus* Flores, 1986

*Discoaster pentaradiatus* Huang, 1997

*Discoaster pentaradiatus* Bown, 1999

*Discoaster pentaradiatus* Wei, 2003

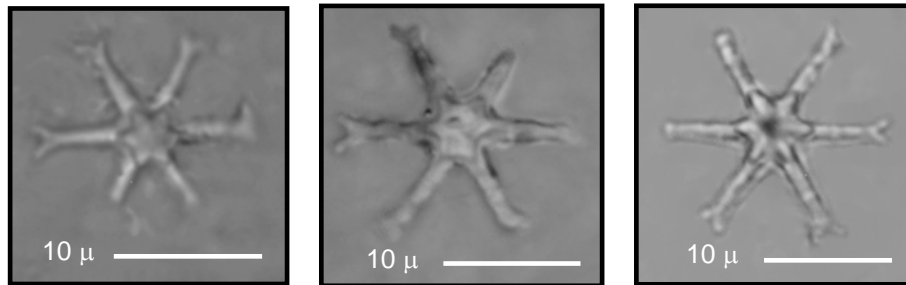
**Diagnosis.** Discoaster con 5 brazos delgados (aunque puede tener 6) con bifurcaciones característicamente agudas y delicadas. El margen distal de los rayos entre las bifurcaciones curva suavemente. En cada rayo, una rama de la bifurcación es más larga que la otra.

**Dimensiones.** 15 μm.

**Edad.** Mioceno tardío a Plioceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en las muestras HR-4, HR-5, y de la HR-8 a la HR-16 de la Sección El Rosario cuyos sedimentos fueron definidos en el Mioceno medio (Biozona NN8). Esta especie se cree es de aguas cálidas.

## *Discoaster petaliformis* Moshkovitz y Ehrlich, 1980



### **Sinonimia**

*Discoaster petaliformis* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster petaliformis* Bown, 1999

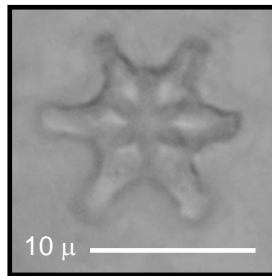
**Diagnosis.** Discoaster generalmente de 6 rayos bifurcados. Se observa un tallo muy pronunciado, en la forma de una pequeña estrella que lo rodea y que cubre más del área central, los rayos del botón son semejantes a pétalos y se encuentran alineados con los rayos principales del discoáster.

**Dimensiones.** 14 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a medio.

**Observaciones.** Se encontró en la Sección La Navidad en las muestras HR-18 a la HR-24 y HR-26 a la HR-30; también en la Sección El Atardecer de las muestras HR-32 a la HR-36, y de la HR-38 a la HR-41, HR-43, HR-44, HR-46 a la HR-48, definidas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Discoaster sanmiguelenses* Bukry, 1981



### **Sinonimia**

*Discoaster musicus* Stradner, 1959

*Discoaster sanmiguelenses* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster sanmiguelensis* Aubry, 1988a

*Discoaster sanmiguelensis* Aubry, 1993

*Discoaster musicus* Aubry, 1993

*Discoaster musicus* Fornaciari *et al.*, 1996

*Discoaster sanmiguelensis* Bown, 1999

**Diagnosis.** Discoaster de 6 brazos, botón en forma de estrella ocupando casi toda el área central. Las puntas del botón se dirigen al área interradial, el lado opuesto con un botón poco desarrollado. Rayos cortos con terminaciones ligeramente bifurcadas o en forma de muesca.

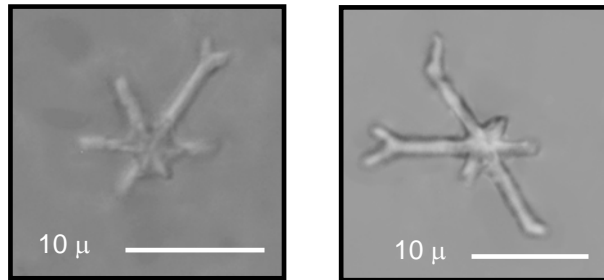
**Dimensiones.** 13μm.

**Edad.** Mioceno medio.

**Observaciones.** Se observó las muestras HR-18 a la HR-23, HR-26, HR-28 y HR-30 de la Sección La Navidad determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).



## *Discoaster signus* Bukry, 1971



### **Sinonimia**

*Discoaster signus* Bukry, 1971

*Discoaster signus* Perch-Nielsen, 1985

*Discoaster signus* Maiorano y Monechi, 1998

*Discoaster signus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

**Diagnosis.** Discoaster de 6 rayos muy delgados, bifurcados con disposición simétrica.

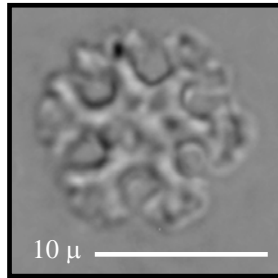
La longitud de la bifurcación es igual a la mitad o más de la longitud de los rayos no bifurcados. Área central pequeña.

**Dimensiones.** 20 μm.

**Edad.** Mioceno medio.

**Observaciones.** Se encontró en la Sección El Rosario en las muestras HR-1 a la HR-3, HR-5, HR-7 a la HR-9 en el Mioceno medio (Biozona NN8); y en la Sección El Atardecer muestra HR-34 y HR-35 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Discoaster subsurculus* Gartner, 1967



### **Sinonimia**

*Eu-discoaster subsurculus* Theodoridis, 1983

*Discoaster subsurculus* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster subsurculus* Flores, 1987a

*Discoaster subsurculus* Aubry, 1988a

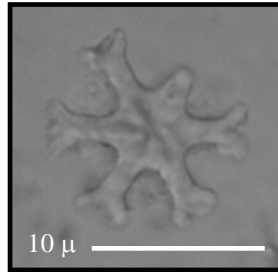
**Diagnosis.** Discoaster con rayos largos y un área central pequeña, generalmente se observa un botón central. De 5 a 6 brazos lateralmente paralelos con bifurcaciones amplias entre las cuales se extiende una gran prominencia semejante a un botón.

**Dimensiones.** 12 μm.

**Edad.** Mioceno medio.

**Observaciones.** Se observó en sedimentos de la Sección El Rosario muestras HR-1 a la HR-16 definidas en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## *Discoaster variabilis* Martini y Bramlette, 1963



### **Sinonimia**

*Discoaster variabilis* Martini y Bramlette, 1963

*Clavodiscoaster variabilis* Prins, 1971

*Discoaster variabilis* Raffi y Rio, 1979

*Eu-discoaster variabilis* Theodoridis, 1983

*Discoaster variabilis* Perch-Nielsen, 1985

*Eu-discoaster variabilis* Flores, 1987a

*Discoaster variabilis* Aubry, 1988a

*Discoaster variabilis* Fornaciari *et al.*, 1996

*Discoaster variabilis* Sánchez-Ríos, 1998

*Discoaster variabilis* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Discoaster variabilis* Bown, 1999

*Discoaster variabilis* Hadavi, 2000

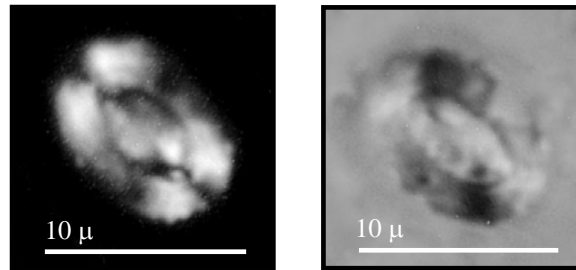
**Diagnosis.** Discoaster de rayos largos, forma ligeramente cóncava-convexa con 5 a 6 y muy raramente 3 o 4 brazos bifurcados. El lado convexo tiene un botón central ligeramente estrellado cuyas puntas se extienden hacia el margen entre los rayos. Los rayos son bifurcados.

**Dimensiones.** 15  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Mioceno temprano a Plioceno medio.

**Observaciones.** Se encontró en toda la Sección El Rosario definida en el Mioceno medio (Biozona NN8); en la Sección La Navidad muestras HR-18, HR-20 a la HR-23 y HR-26 a la HR-30 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Ellipsolithus macellus* (Bramlette y Sullivan, 1961)



### **Sinonimia**

*Coccolithites macellus* Bramlette y Sullivan, 1961

*Coccolithus macellus* Stradner, 1963

*Ellipsolithus macellus* Sullivan, 1964

*Ellipsolithus macellus* Perch-Nielsen, 1985

*Ellipsolithus macellus* Wei y Wise, 1989

*Ellipsolithus macellus* Bown, 1999

*Ellipsolithus macellus* Mita, 2001

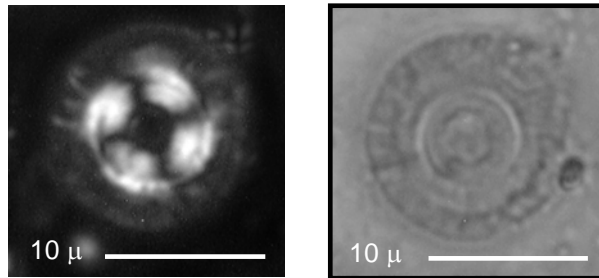
**Diagnosis.** Cocolito elíptico birrefringente, ligeramente liso y muy delgado, con un área central ligeramente levantada rellena por elementos radiales que se encuentran a lo largo de la sutura media longitudinal.

**Dimensiones.** 14 μm.

**Edad.** Paleoceno tardío a Eoceno temprano.

**Observaciones.** Solo se observó en una muestra HR-73 de la Sección San Pedro, determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP5).

## *Ericsonia formosa* Haq, 1971



### **Sinonimia**

- Cyclococcolithus formosus* Kamptner, 1963  
*Umbilicosphaera formosa* Reinhardt, 1966  
*Cyclococcolithus formosus* Martini, 1969  
*Cyclococcolithina formosa* Wilcoxon, 1970  
*Cycloplacolithella formosa* Báldi-Beke, 1960  
*Ericsonia formosa* Haq, 1971  
*Coccolithus formosus* Wise, 1973  
*Calcidiscus formosus* Loeblich y Tappan, 1978  
*Ericsonia formosa* Romein, 1979  
*Ericsonia formosa* Perch-Nielsen, 1985  
*Coccolithus formosus* Wei y Wise, 1989  
*Coccolithus formosus* Krhovský, 1992  
*Ericsonia formosa* Huang, 1997  
*Ericsonia formosa* Sánchez-Ríos, 1998  
*Coccolithus formosus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998  
*Coccolithus formosus* Bown, 1999  
*Ericsonia formosa* Mita, 2001  
*Coccolithus formosus* McGonigal y Di Stefano, 2002

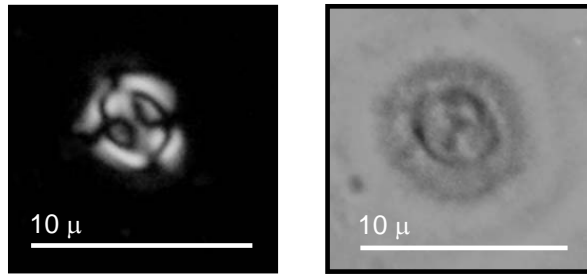
**Diagnosis.** Placolito redondo con una abertura central redonda de tamaño moderado; solo el escudo proximal y el área central son birrefringentes en N. C., con frecuencia muestra anillos concéntricos al escudo mayor limitando el ciclo.

**Dimensiones.** 9 μm.

**Edad.** Eoceno temprano a Oligoceno temprano.

**Observaciones.** Se encontró en las Secciones Secciones San Pedro de la muestra HR-63 a la HR-68 y de la HR-70 a la HR-75 datadas para Paleoceno tardío (Biozona NP5); también en la Sección Tapijulapa muestras HR-76, HR-78, HR-79, HR-81, HR-87 y HR-91 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP6). De acuerdo a varios autores su aparición evolutiva es en el Eoceno temprano, sin embargo, esta especie mostró excelente preservación y abundancia en sedimentos determinados en el Paleoceno tardío en este estudio, por lo que se piensa tiene un alcance bioestratigráfico más antiguo que lo reportado.

## *Ericsonia obruta* (Perch-Nielsen, 1971b) Prins, 1979



### **Sinonimia**

*Ericsonia obruta* Perch-Nielsen, 1971b

*Coccolithus obrutus* Bukry, 1973

*Clausicoccus obrutus* Prins, 1979

*Ericsonia obruta* Perch-Nielsen, 1985

**Diagnosis.** Placolito elíptico con un escudo bicíclico proximal con una gran área central llena por grandes cristales laminares y que se encuentra rodeada por un collar brillante en N. C.; solo el escudo proximal tiene un área central birrefringente.

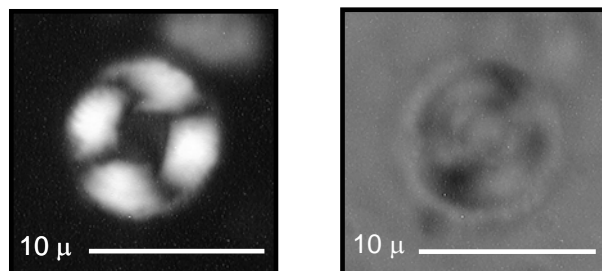
**Dimensiones** 6  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Eoceno medio a Mioceno temprano.

### **Observaciones**

Se encuentra en toda la Sección Chintul, excepto en la muestra HR-50. Los sedimentos de esta sección se determinaron en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

*Ericsonia subpertusa* (Hay y Mohler, 1967) Wei y Pospichal,  
1991



**Sinonimia**

*Ericsonia subpertusa* Hay y Mohler, 1967

*Ericsonia subpertusa* Perch-Nielsen, 1985

*Coccolithus subpertusus* Heck y Prins, 1987

*Coccolithus subpertusus* Wei y Pospichal, 1991

*Coccolithus subpertusus* Bown, 1999

*Ericsonia subpertusa* Mita, 2001

**Diagnosis.** Placolito redondo, con un escudo proximal bicíclico y una abertura en el área central redonda de aproximadamente una tercera parte del diámetro total y redondeada en el lado distal. Solo el escudo proximal y el área central son birrefringentes en N. C..

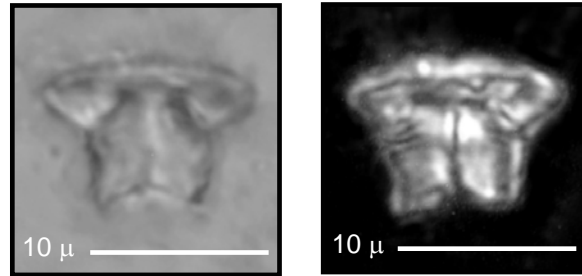
**Dimensiones.** 6 µm.

**Edad.** Paleoceno temprano a tardío.

**Observaciones.** Se encontró en dos muestras de la Sección San Pedro, la HR-63 y la HR-65 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5).



## *Fasciculithus bitectus* Romein, 1979



### **Sinonimia**

*Fasciculithus bitectus* Romein, 1979

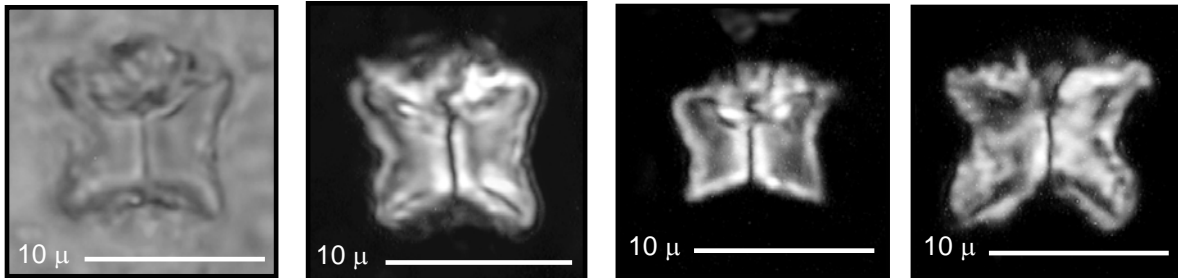
**Diagnosis.** Presenta una columna que se afila ligeramente hacia la base concava proximal, pero es dominado distalmente por un “techo” de doble capa que se extiende lateralmente hacia afuera y produce en conjunto un contorno triangular.

**Dimensiones.** 7 x 8  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Paleoceno medio, de acuerdo a la división tripartita.

**Observaciones.** Se encontró en la Sección Tapijulapa en la muestra HR-76, definida en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Fasciculithus janii* Perch-Nielsen, 1971a



### Sinonimia

*Fasciculithus janii* Perch-Nielsen, 1985

*Fasciculithus janii* Aubry, 1989

### Diagnosis

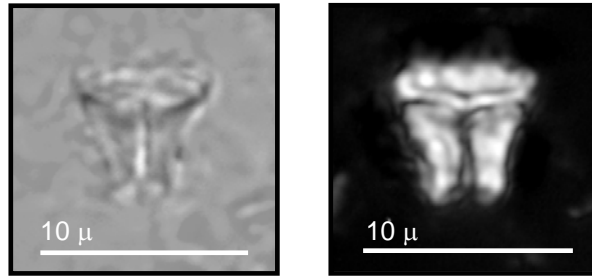
De forma cilíndrica corta con una columna proximal que brilla tanto distal como proximalmente hacia la terminación concava. El extremo distal consiste de un domo ligeramente cónico (disco distal). El diámetro del disco distal rebasa al de la columna proximal en forma de un collar distintivo. Los especímenes son birrefringentes en N. C.

**Dimensiones.** 7 μm.

**Edad.** Paleoceno medio en la división tripartita.

**Observaciones.** Se encontró en las muestras HR-67 a la HR-75 de la Sección San Pedro determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5).

## *Fasciculithus pileatus* Bukry, 1973



### **Sinonimia**

*Fasciculithus merloti* Pavsic, 1977

*Fasciculithus stonehengei* PROBABLE SINONIMIA Perch-Nielsen, 1985

*Fasciculithus merloti* PROBABLE SINONIMIA Perch-Nielsen, 1985

*Fasciculithus pileatus* Perch-Nielsen, 1985

*Fasciculithus pileatus* Aubry, 1989

**Diagnosis.** Presenta una terminación proximal concava lisa, las paredes de la columna son rectas y se expanden suavemente en sentido distal donde esta cubierta por un capuchón en forma de lente, en la cima convexa.

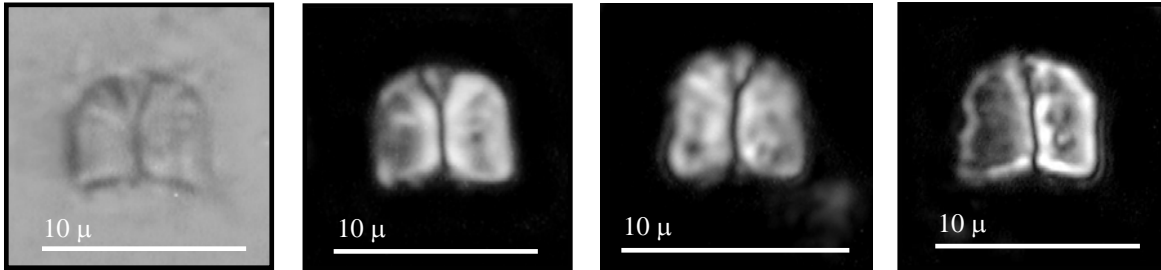
**Dimensiones.** 10 μm.

**Edad.** Paleoceno tardío.

### **Observaciones**

Se encontró en sedimentos del Paleoceno tardío en la Sección San Pedro muestras HR-74 y 75 determinadas en la Biozona NP5.

## *Fasciculithus tympaniformis* Hay y Moler, 1967



### Sinonimia

*Fasciculithus tympaniformis* Perch-Nielsen, 1985

*Fasciculithus tympaniformis* Wei y Wise, 1989

*Fasciculithus tympaniformis* Aubry, 1989

*Fasciculithus tympaniformis* Pospichal y Wise, 1990

*Fasciculithus tympaniformis* Loureiro, 1997

*Fasciculithus tympaniformis* Mita, 2001

*Fasciculithus tympaniformis* Arney y Wise, 2003

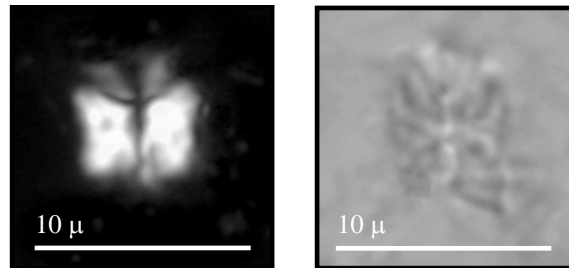
**Diagnoses.** Fasciculithus corto subcilíndrico; un extremo se va agudizando ligeramente mientras que el otro extremo es cóncavo. Superficie lisa sin ornamentación. En ocasiones se presentan unas cuantas placas al final de la punta. En M. E. se observa la columna constituida de aproximadamente 16 elementos en forma de cuña.

**Dimensiones.** 5 μm.

**Edad.** Paleoceno medio a tardío.

**Observaciones.** Se observó en sedimentos de la Sección San Pedro muestras HR-67 a la HR-72, HR-74 y HR-75, definidas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5); también en la Sección Tapijulapa de las muestras HR-76 a la HR-82 y HR-84 a la HR-89 determinadas en el Paleoceno tardío pero en la Biozona NP6.

## *Fasciculithus ulii* Perch-Nielsen, 1971a



### **Sinonimia**

*Fasciculithus ulii* Perch-Nielsen, 1971a

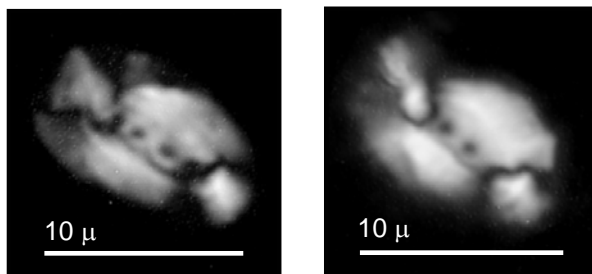
**Diagnosis.** Fasciculithus con una pequeña columna proximal ligeramente brillante. En M. E. la columna disminuye finalizando en un ciclo de elementos distal.

**Dimensiones.** 7 μm.

**Edad.** Paleoceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Tapijulapa en la muestra HR-76, definida en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Helicosphaera burkei* Black, 1971



### **Sinonimia**

*Helicosphaera granulata*, Haq, 1973; in Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera burkei* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera burkei* Aubry, 1990

*Helicosphaera paleocarteri* Sánchez-Ríos, 1998

*Helicosphaera paleocarteri* McGonigal y Wei, 2003

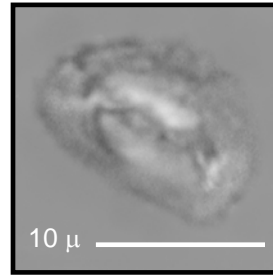
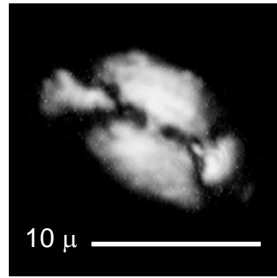
**Descripción.** Cocolito cuyos elementos radiales son toscos y de forma irregular, presenta un escudo central con contorno desigual, sin ornamentación especial en el margen externo. Se aprecian dos perforaciones circulares contiguas. Se observa en N. C. una sutura longitudinal que corre al lado de las perforaciones.

**Dimensiones.** 8  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Mioceno medio

**Observaciones.** Su presencia se estableció en gran parte de las secciones determinadas en el Mioceno medio que son El Rosario en la Biozona NN8 y en La Navidad como en El Atardecer en la Biozona NN5, los especímenes reflejaron un bajo grado de deterioro, siendo una forma resistente a la diagénesis.

## *Helicosphaera carteri* Bramlette y Wilcoxon, 1967



### Sinonimia

- Coccosphaera carteri* Wallich, 1877
- Coccolithophora carterii* Lohmann, 1919
- Coccolithophora pelagica* Kamptner, 1927
- Coccolithus carteri* Kamptner, 1941
- Helicosphaera carteri* Deflandre y Fert, 1954
- Helicosphaera carteri* Kamptner, 1954
- Helicopontosphaera carteri* Gartner, 1970
- Helicosphaera carteri* var. *carteri* Theodoridis, 1984
- Helicosphaera carteri* Yongyang y Weiwu, 1992
- Helicosphaera carteri* Fornaciari y Rio, 1996
- Helicosphaera carteri* Wells y Okada, 1997
- Helicosphaera carteri* Vathi, 1998
- Helicosphaera carteri* Loureiro, 1997
- Helicosphaera carteri* Wei, 1998
- Helicosphaera carteri* Marino *et al.*, 2003

### Diagnosis

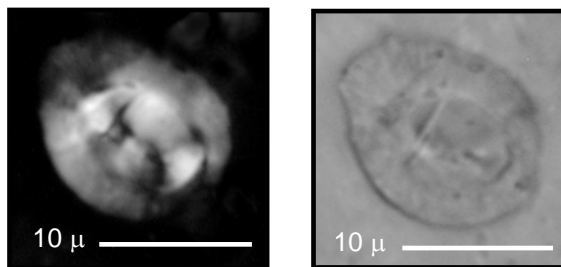
Helicolito elíptico simétrico o asimétrico, con el flanco fusionado y dos aberturas pequeñas elongadas orientadas paralelamente a lo largo del eje del área central; la superficie distal es muy birrefringente en N. C. excepto por la punta del ala.

**Dimensiones.** 15 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a Reciente

**Observaciones.** Se determinó en todas las muestras de la Sección La Navidad y El Atardecer, secciones determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Helicosphaera compacta* Bramlette y Wilcoxon, 1967



### Sinonimia

*Helicosphaera compacta* Bramlette y Wilcoxon, 1967

*Helicopontosphaera compacta* Bukry y Bramlette, 1969 INVALIDO

*Helicopontosphaera compacta* Hay, 1970

*Helicopontosphaera compacta* Haq, 1973

*Helicosphaera compacta* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera compacta* Wei y Wise, 1989

*Helicosphaera compacta* Fornaciari *et al.*, 1990

*Helicosphaera compacta* Aubry, 1990

*Helicosphaera compacta formosus* Krhovský, 1992

*Helicosphaera compacta* Sánchez-Ríos, 1998

*Helicosphaera compacta* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Helicosphaera compacta* Bown, 1999

*Helicosphaera compacta* McGonigal y Wei, 2003

### Diagnosis

Forma elíptica a redonda, robusta, con el flanco fusionado; escudos relativamente gruesos. Barra ópticamente continua, centro distal y proximal fuertemente birrefringente en N. C. Dos aberturas en el área central.

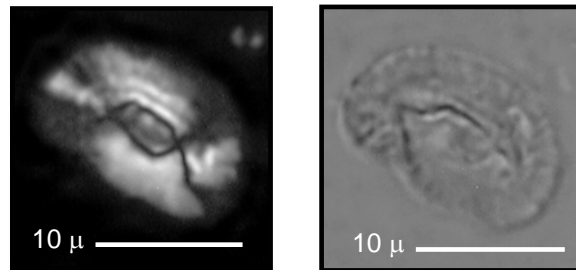
**Dimensiones.** 12 μm.

**Edad.** Eoceno medio a Oligoceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en la muestra HR-51 de la Sección Chintul determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).



## *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966



### Sinonimia

*Helicopontosphaera euphratis* Haq, 1973

*Helicosphaera parallela* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera euphratis* Aubry, 1990

*Helicosphaera parallela* Aubry, 1990

*Helicosphaera euphratis* Fornaciari y Rio, 1996

*Helicosphaera parallela* Sánchez-Ríos, 1998

*Helicosphaera euphratis* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Helicosphaera euphratis* Bown, 1999

*Helicosphaera euphratis* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Helicolito con forma relativamente alongada y área central cubierta por una barra inconexa muy inclinada. Es birrefringente en N. C..

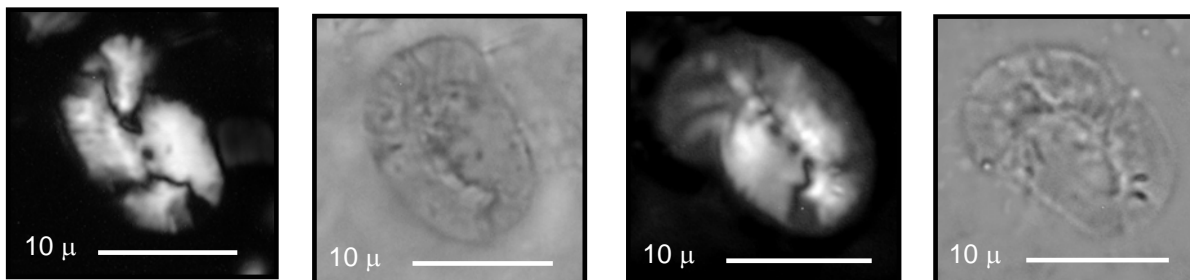
**Dimensiones.** 14 μm.

**Edad.** Eoceno tardío a Mioceno medio.

### Observaciones

Su abundancia fue muy escasa, localizándose solo en la muestra HR-51 de la Sección Chintul definida en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Helicosphaera kamptneri* (Hay y Mohler en Hay *et al.*, 1967)



### **Sinonimia**

*Helicopontosphaera kamptneri* Hay y Mohler, 1967

*Helicopontosphaera kamptneri* Haq, 1973

*Helicopontosphaera kamptneri* Sachs y Skinner, 1973

*Helicosphaera kamptneri* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera kamptneri* Aubry, 1990

*Helicosphaera kamptneri* Sánchez-Ríos, 1998

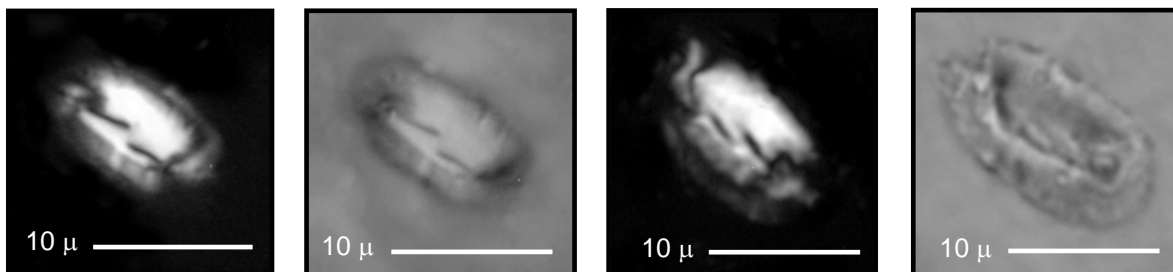
**Descripción.** Helicolito oblongo de tamaño medio, con el área central imperforada o con dos pequeños orificios alargados; la superficie distal es muy birefringente en N. C.

**Dimensiones.** 10 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a Reciente.

**Observaciones.** Esta es una de las especies más comunes en las secciones estudiadas. Se determinó en la Sección El Rosario de la muestra HR-1 a la HR-17, definida en el Mioceno medio (Biozona NN8), en la Sección La Navidad HR-18 a la HR-30, datada en el Mioceno medio (Biozona NN5) y en las muestras HR-31 a la HR-41, HR-43, HR-44 y HR-46 a la HR-48 de la Sección El Atardecer determinada también en la Biozona NN5.

## *Helicosphaera obliqua* Bramlette y Wicoxon, 1967



### **Sinonimia**

*Helicopontosphaera obliqua* Roth y Thierstein, 1972

*Helicopontosphaera obliqua* Haq, 1973

*Helicosphaera obliqua* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera obliqua* Aubry, 1990

*Helicosphaera obliqua* Sánchez-Ríos, 1998

*Helicosphaera obliqua* Bown, 1999

*Helicosphaera obliqua* McGonigal y Wei, 2003

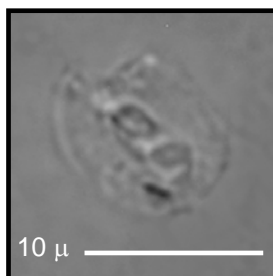
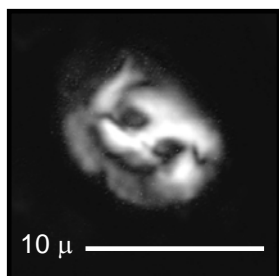
**Diagnosis.** Helicolito en forma de huso con una terminación estrecha, flanco que se esconde y su ala forma un aguijón terminal. Una barra delgada orientada inversamente y ópticamente continua separa dos pequeñas rajaduras; solo el centro distal es muy birrefringente en N. C..

**Dimensiones.** Su tamaño longitudinal es de 9 μm.

**Edad.** Oligoceno tardío a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Chintul en las muestras HR-50, HR-51, HR-54 y HR-55 determinadas en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Helicosphaera recta* Jafar y Martini, 1975



### **Sinonimia**

*Helicosphaera seminulum recta* Haq, 1966

*Helicopontosphaera recta* Martini, 1969

*Helicosphaera recta* Jafar y Martini, 1975

*Helicosphaera recta* Aubry, 1990

*Helicosphaera recta* Nagymarosy y Voronina, 1992

*Helicosphaera recta* Krhovský, 1992

*Helicosphaera recta* Fornaciari y Rio, 1996

*Helicosphaera recta* Loureiro, 1997

*Helicosphaera recta* Bown, 1999

*Helicosphaera recta* Sánchez-Ríos, 1998

*Helicosphaera recta* McGonigal y Wei, 2003

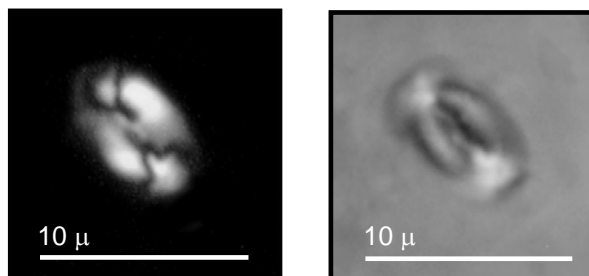
**Diagnosis.** Helicolito con contorno rectangular y flanco oculto; la punta del ala tiene forma de uno o dos agujones gruesos que sobresalen. Barra horizontal casi recta, ópticamente continua que separa dos aberturas centrales; centro distal birrefringente en N. C..

**Dimensiones.** 12 μm.

**Edad.** Oligoceno tardío a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Chintul en las muestras HR-50, HR-51, HR-53 y HR-54, determinadas en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Helicosphaera stalis* (Theodoridis, 1984)



### **Sinonimia**

*Helicosphaera stalis* Fornaciari *et al.*, 1996

*Helicosphaera stalis* Bertini *et al.*, 1998

*Helicosphaera stalis* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Helicosphaera stalis* Negri *et al.*, 1999

*Helicosphaera stalis* Hilgen *et al.*, 2000

### **Diagnosis**

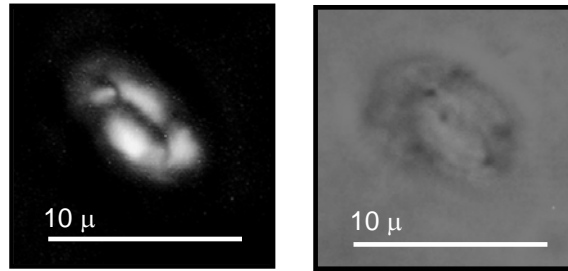
*Helicosphaera* con un contorno en forma lenticular a romboidal. No se distingue la terminación del flanco. Se observan dos poros inclinados en el área central.

**Dimensiones.** 6 μm.

**Edad.** Mioceno medio a tardío.

**Observaciones.** Se observó las muestras HR-3, HR-5 a la HR-17 de la Sección El Rosario determinada en el Mioceno medio (Biozona NN8), también se localizó en las muestras HR-18 a la HR-23 y HR-25 de la Sección La Navidad determinada en el Mioceno medio (Biozona NN5), así como en las muestras HR-31 a la HR-35 y HR39 correspondientes a la Sección El Atardecer determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Helicosphaera walbersdorfensis* Müller, 1974



### Sinonimia

*Helicosphaera walbersdorfensis* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera minuta* Perch-Nielsen, 1985

*Helicosphaera walbersdorfensis* Aubry, 1990

*Helicosphaera walbersdorfensis* Fornaciari *et al.*, 1996

*Helicosphaera walbersdorfensis* Fornaciari y Rio, 1996

*Helicosphaera walbersdorfensis* Negri *et al.*, 1999

*Helicosphaera walbersdorfensis* Bown, 1999

*Helicosphaera walbersdorfensis* Hilgen *et al.*, 2000

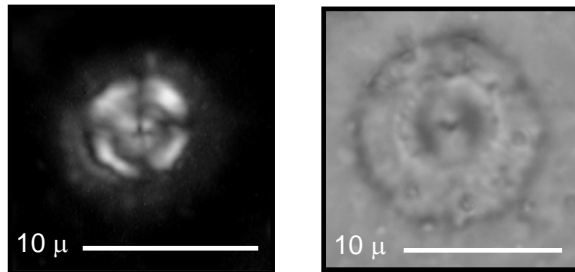
**Diagnosis.** Helicolito con el ala fusionada; la cual se extiende distalmente hacia el lado opuesto. Área central estrecha, dividida por dos hendiduras finas (difíciles de distinguir) las cuales están separadas por un puente estrecho oblicuo.

**Dimensiones.** 4  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Mioceno medio.

**Observaciones.** Se encuentra en la Sección Atardecer HR-31 a HR-41, HR-44 y HR-46 a HR-48; datada para Mioceno medio (Biozona NN5)

## *Heliolithus kleinpellii* Sullivan, 1964



### **Sinonimia**

*Heliolithus kleinpellii* Sullivan, 1964

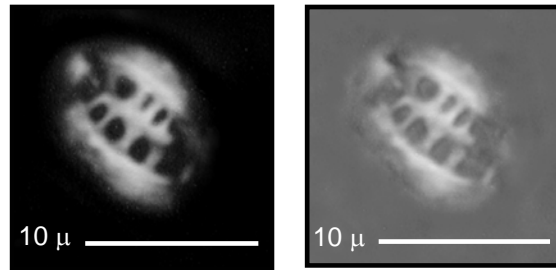
**Diagnosis.** Cocolito en plano constituido por tres ciclos de elementos, siendo el ciclo distal considerablemente más ancho que los otros. Abertura central estrecha. Los tres ciclos completos son muy birrefringentes en N. C.

**Dimensiones.** 15 μm.

**Edad.** Paleoceno medio a tardío.

**Observaciones.** Se encontró en tres muestras HR-76, HR-78 y HR-81 de la Sección Tapijulapa cuyos sedimentos se definieron dentro del Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Hornibrookina teuriensis* Edwards, 1973



### **Sinonimia**

*Hornibrookina teuriensis* Perch-Nielsen, 1985

**Diagnosis.** Placolito alargado con escudos unicíclicos, presenta un gran centro parcialmente abierto, lleno por barras radiales que se unen a lo largo de una sutura media o cresta. En M. E. se observan los escudos compuestos de elementos no imbricados.

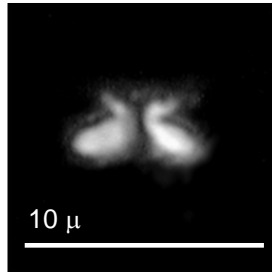
**Dimensiones.** 8 μm.

**Edad.** Paleoceno temprano a medio en la división tripartita.

**Observaciones.** Se observó en la Sección San Pedro en las muestras HR-63, HR-64, HR-67 a HR-70 y HR-72 a la HR-75, determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5).



## *Ilselithina fusa* Roth, 1970



### **Sinonimia**

*Ilselithina fusa* Aubry, 1989

*Ilselithina fusa* Perch-Nielsen, 1985

*Ilselithina fusa* Bown, 1999

*Ilselithina fusa* McGonigal y Wei, 2003

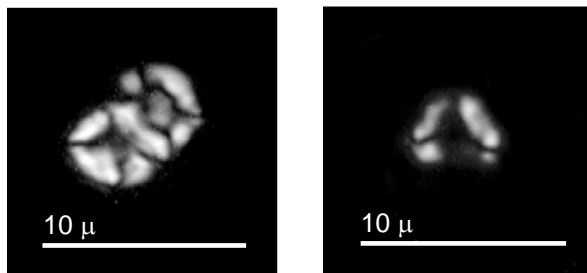
**Diagnosis.** Heterocolito circular con un escudo proximal cónico. En M. E. se observan de 10-15 elementos radiales que se ahusan hacia el centro, y que sirven de base para un anillo de 6 a 10 rayos radiales con terminaciones bulbosas (semejante a anteras de flores). El escudo distal es birefringente en N. C.

**Dimensiones.** 3 μm.

**Edad.** Oligoceno temprano a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Chintul en la muestra HR-55 determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25). Esta especie es fácil de observarse en vista lateral. Se encuentra en latitudes altas en sedimentos del Mioceno inferior, sin haber sido reportada en latitudes bajas.

## *Lanternithus minutus* Stradner, 1962



### **Sinonimia**

*Lanternithus minutus* Martini, 1969

*Lanternithus minutus* Perch-Nielsen, 1985

*Lanternithus minutus* Aubry, 1988b

*Lanternithus minutus* Krhovský, 1992

*Lanternithus minutus* Bown, 1999

**Diagnosis.** Holococolito alargado con una base hexagonal. Se observa una pared angosta de 6 segmentos que se levanta hacia adentro rodeando un hueco central, presenta un patrón complejo de birefringencia.

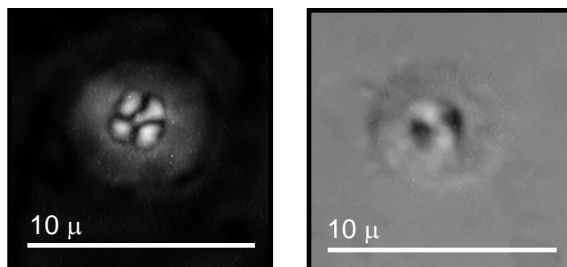
**Dimensiones.** 5 x 3 x 3  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Eoceno medio a Oligoceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en las muestras HR-70, HR-72 a la HR-75 de la Sección San Pedro determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP5), su aparición relativamente constante y en buenas condiciones en estas muestras probablemente indica que su aparición evolutiva comienza en el Paleoceno tardío.

***Markalius inversus*** (Deflandre en Deflandre y Fert, 1954)

Bramlette y Martini, 1964



**Sinonimia**

*Cyclococcolithus leptoporus inversus* Deflandre in Deflandre y Fert, 1954

*Markalius inversus* Bramlette y Martini, 1964

*Cyclococcolithus inversus* Reinhardt, 1966

*Cyclococcolithus inversus* Martini, 1969

*Cyclococcolithina inversa* Wilcoxon, 1970

*Markalius inversus* Perch-Nielsen, 1985

*Markalius inversus* Wei y Wise, 1990

*Markalius inversus* Krhovský, 1992

*Markalius inversus* Wei, 1998

*Markalius inversus* Gorostidi, 1993

*Markalius inversus* Moshkovitz y Habib, 1993

*Markalius inversus* Ruiz, 1996

*Markalius inversus* Bown, 1999

*Markalius inversus* Arney y Wise, 2003

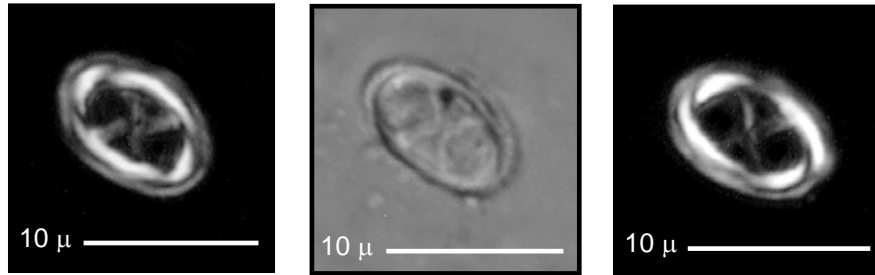
**Diagnosis.** Placolito circular con ciclos individuales y un área central prominente y birrefringente. En M. E. el área central esta rellena por elementos radiales no imbricados.

**Dimensiones.** 9 μm.

**Edad.** Cretácico a Eoceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en la muestra HR-88 de la Sección Tapijulapa determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

*Neochiastozygus concinnus* (Martini, 1961) Perch-Nielsen,  
1971b



**Sinonimia**

*Zygoolithus concinnus* Martini, 1961

*Staurolithites concinnus* Caratini, 1963

*Heliorthus concinnus* Hay y Mohler, 1967

*Neochiastozygus concinnus* Perch-Nielsen, 1971b

*Neochiastozygus concinnus* Perch-Nielsen, 1985

*Neochiastozygus concinnus* Aubry, 1999

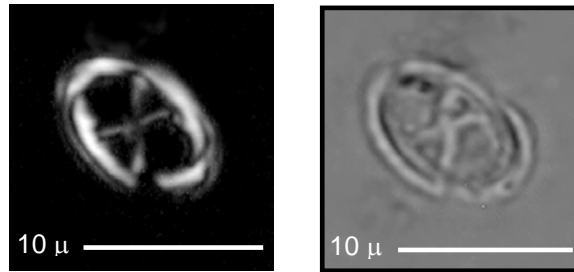
**Diagnosis.** Cocolito en forma de elipse con un anillo externo muy fino y uno interno muy prominente; las barras de la cruz central se conectan al anillo en forma de bifurcaciones pequeñas, claramente visibles en N. C.; la cruz es más o menos simétrica, formando un ángulo aproximadamente 90 grados menor con respecto al eje menor.

**Dimensiones.** 10 x 7  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Paleoceno medio a tardío.

**Observaciones.** Se observó en la Sección San Pedro en las muestras HR-65, HR-67, HR-69 a la HR-72, HR-74 y HR-75 datadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5), y también en la Sección Tapijulapa HR-76, HR-77, HR-79 a la HR-81, HR-83, HR-84, HR-86 a la HR-88 y HR-91 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP6). Las bifurcaciones de las terminaciones en las barras cruzadas son la única característica distintiva de este taxón.

## *Neochiastozygus perfectus* Perch-Nielsen, 1971b



### **Sinonimia**

*Neochiastozygus perfectus* Perch-Nielsen, 1985

*Neochiastozygus perfectus* Bown, 1999

*Neochiastozygus perfectus* Aubry, 1999

**Diagnosis** Cocolito en forma de elipse con dos anillos angostos completamente desarrollados, área central con una estructura en forma de “X” con los brazos dispuestos simétricamente. En N. C. el anillo interno es más brillante que el externo.

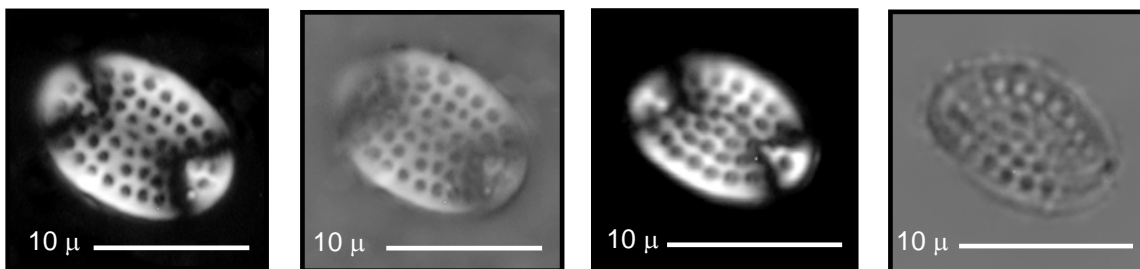
**Dimensiones.** 7 μm.

**Edad.** Paleoceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en en las muestras HR-63 a la HR-75 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5) de la Sección San Pedro y en la Sección Tapijulapa en las muestras HR-76, HR-78 a la HR-82, HR-84, HR-86, HR-87, HR-89 y HR-91 también en el Paleoceno tardío pero con Biozona NP6.

## *Pontosphaera multipora* (Kamptner, 1948)

Roth, 1970 emend. Burns, 1973



### Sinonimia

*Discolithus multiporus* Kamptner, 1948 INVÁLIDO

*Discolithus multiporus* Kamptner ex Deflandre, 1959

*Discolithina multipora* Martini, 1965

*Pontosphaera multipora* Roth, 1970

*Pontosphaera indoceanica* Cepek, 1973

*Cristallolithus multiporus* Akers, 1979

*Pontosphaera multipora* Perch-Nielsen, 1985

*Pontosphaera multipora* Aubry, 1990

*Pontosphaera multipora* Bubík, 1992

*Pontosphaera multipora* Nagymarosy y Voronina, 1992

*Pontosphaera multipora* Wei *et al.*, 1997

*Pontosphaera multipora* Wei, 1998

*Pontosphaera multipora* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Cocolito elíptico que consiste de una placa basal con múltiples perforaciones. El número de perforaciones varía de 10 a 44, las cuales están arregladas en una elipse externa muy regular y de una a tres elipses irregulares internos.

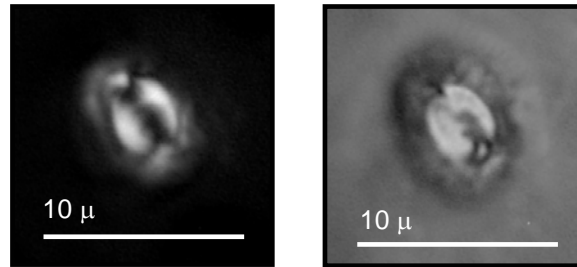
**Dimensiones.** 8 x 7 x 3 μm.

**Edad.** Eoceno tardío a Mioceno tardío

**Observaciones.** Se observó en la Sección Chintul en las muestras HR-51, HR-54 y HR-55 determinadas en el Oligoceno tardío (Biozona NP25); en la Sección El Rosario en las muestras HR-1 a la HR-16 datadas en el Mioceno medio (Biozona NN8), en la Sección La Navidad en las muestras HR-18 a la HR-24 y HR-28 a la HR-30, y en la Sección Atardecer HR-31, HR-33 a HR-38, HR-41, HR-44, HR-46 a la HR-48 estas últimas

secciones definidas en el Mioceno medio (Biozona NN5). El margen grueso es mayor en especímenes tardíos que en formas tempranas.

*Prinsius bisulcus* (Stradner, 1963) Hay y Mohler, 1967



**Sinonimia**

*Prinsius bisulcus* Hay y Mohler, 1967

**Diagnosis.** Placolito elíptico con escudos no birrefringentes y un área central bicíclica, perforada, altamente birrefringente. Los elementos internos radiales, produciendo en N. C. líneas oscuras cortas que se dirigen hacia los polos.

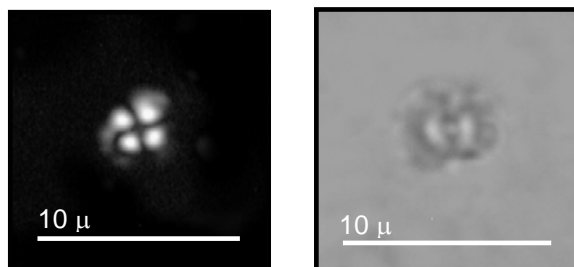
**Dimensiones.** 5 μm.

**Edad.** Paleoceno medio a tardío.

**Observaciones.** Se observó en las muestras HR-76, HR-79 a la HR-81, HR-83, HR-87 y HR-91 de la Sección Tapijulapa determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).



*Prinsius dimorphosus* (Perch-Nielsen, 1969) Perch-Nielsen,  
1977



**Sinonimia**

*Biscutum dimorphosum* Perch-Nielsen, 1969

*Prinsius dimorphosus* Perch-Nielsen, 1971b

*Biscutum dimorphosus* Perch-Nielsen, 1972

*Prinsius dimorphosus* Perch-Nielsen, 1977

*Praeprinsius dimorphosus* Varol y Jakubowski, 1989

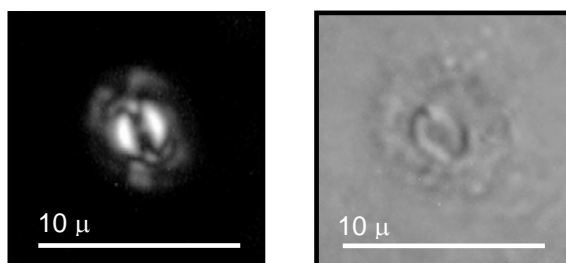
**Diagnosis.** Placolito redondo a elíptico con escudos no birrefringentes y un área central altamente birrefringente.

**Dimensiones.** 3 μm.

**Edad.** Paleoceno temprano a medio.

**Observaciones.** Se encuentra en la Sección Tapijulapa en las muestras HR-76 a la HR-85, HR-87, HR-89 y HR-91, determinada en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Prinsius martinii* (Perch-Nielsen, 1969) Haq, 1971



### Sinonimia

*Ericsonia? martinii* Perch-Nielsen, 1969

*Prinsius martinii* Haq, 1971

*Reticulofenestra martinii* Perch-Nielsen, 1971b

**Diagnosis.** Placolito elíptico con escudos no birrefringentes y un área central muy birrefringente, en M. E.. Está constituido por una cubierta formada por dos ciclos de elementos radiales, los cuales forman una cubierta sólida.

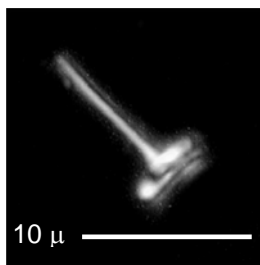
**Dimensiones.** 4μm.

**Edad.** Paleoceno temprano a tardío.

### Observaciones

Se observó en el intervalo de muestras HR-76 a la HR-91 de la Sección Tapijulapa determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Rhabdosphaera claviger* Murray y Blackman, 1898



### **Sinonimia**

*Rhabdosphaera claviger* Murray y Blackman, 1898

*Rhabdolithus claviger* Noel, 1957

*Rhabdosphaera clavigera* Sachs y Skinner, 1973

*Rhabdosphaera claviger* Perch-Nielsen, 1985

*Rhabdosphaera clavigera* Sánchez-Ríos, 1998

*Rhabdosphaera clavigera* Bown, 1999

*Rhabdosphaera clavigera* Aubry, 1999

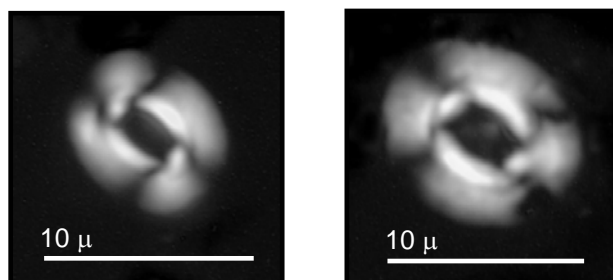
**Diagnosis.** Escudo basal circular, atravesado por una espina en forma de bastón o palo alargado, en N. C. es birrefringente. En M. E. el bastón se ve compuesto por varios elementos alargados.

**Dimensiones.** 8 x 5  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Mioceno medio a Plioceno medio.

**Observaciones.** Se observó en la Sección El Rosario en las muestras HR-1 a la HR-13 y HR-15 a la HR-17 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8), en la Sección La Navidad en las muestras HR-19, HR-20, HR-22, HR-23, HR-26, HR-27 y HR-30 datada en el Mioceno medio (Biozona NN5), y con la misma edad que la Sección El Atardecer vista en las muestras HR-31, HR-33 a HR-35, HR-38, HR-41, HR-43, HR-44, HR-47 y HR-48.

*Reticulofenestra pseudumbilica* (Gartner, 1967) Gartner,  
1969



**Sinonimia**

- Reticulofenestra pseudumbilica* Raffi y Rio, 1979  
*Reticulofenestra pseudumbilica* Perch-Nielsen, 1985  
*Reticulofenestra pseudumbilica* Wei y Wise, 1990  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Aubry, 1993  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Fornaciari *et al.*, 1996  
*Reticulofenestra pseudumbilica* Loureiro, 1997  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Huang, 1997  
*Reticulofenestra pseudumbilica* Sánchez-Ríos, 1998  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Bertini *et al.*, 1998  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Maiorano y Monechi, 1998  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Castradori, 1998  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Bown, 1999  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* Choiriah, 2001  
*Reticulofenestra pseudumbilicus* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Placolito elíptico con un collar distal amplio y una abertura central cubierta por una delicada redecilla de barras que se juntan a lo largo de la sutura media. En N. C. y en especímenes bien conservados esta se observa ligeramente birrefringente, sin embargo se conserva raramente, área central oscura.

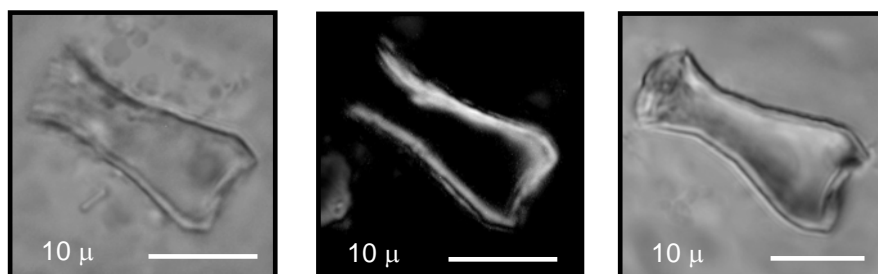
**Dimensiones.** 8 μm.

**Edad.** Mioceno medio a Plioceno medio.

**Observaciones.** Se localizó en el intervalo de muestras HR-1 a la HR-17 de la Sección El Rosario determinada en el Mioceno medio (Biozona NN8), también en toda la

Sección La Navidad muestras HR-18 a la HR-30 y en la Sección Atardecer en las muestras HR-31 a HR-44 y 46 a la HR-48, esta dos últimas secciones determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Scyphosphaera intermedia* Deflandre, 1942



### **Sinonimia**

*Scyphosphaera intermedia* Perch-Nielsen, 1985

*Pontosphaera intermedia* Janin, 1987

*Scyphosphaera intermedia* Aubry, 1990

*Scyphosphaera intermedia* Siesser, 1998

*Scyphosphaera intermedia* Bown, 1999

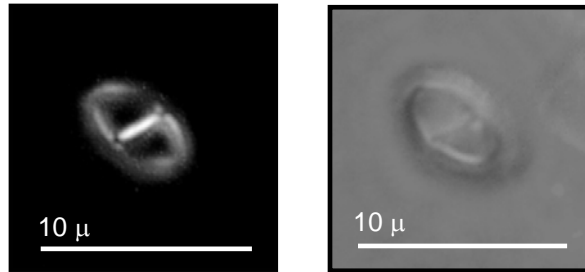
**Diagnosis.** Lopadolito tubular alargado. En N. C. tiene un contorno birrefringente similar a bordes. La abertura distal es casi igual al ancho de la base. La placa basal es gruesa, distalmente convexa. La superficie marginal es ornamentada con crestas longitudinales que parecen más prominentes hacia la cima.

**Dimensiones.** 20 x 8 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a Plioceno tardío.

**Observaciones.** Se observó en las muestras HR-3, HR-5, HR-6 y HR-10 de la Sección El Rosario determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## *Solidopons petrae* Theodoridis, 1984



### **Sinonimia**

*Solidopons petrae* Theodoridis, 1984

*Solidopons petrae* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

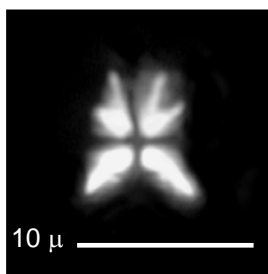
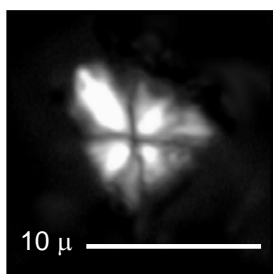
**Diagnosis.** Placolito elíptico formado por un anillo estrecho y una gran área central amplia, dividida por un puente transverso delgado.

**Dimensiones.** 6 μm.

**Edad.** Mioceno.

**Observaciones.** Se observó en la muestra HR-2 de la Sección El Atardecer determinada en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Sphenolithus abies* Deflandre en Deflandre y Fert, 1954



### Sinonimia

*Sphenolithus abies* Akers y Koepfel, 1973

*Sphenolithus abies* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus abies* Flores, 1987b

*Sphenolithus abies* Aubry, 1989

*Sphenolithus abies* Huang, 1997

*Sphenolithus abies* Sánchez-Ríos, 1998

*Sphenolithus abies* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Sphenolithus abies* Bown, 1999

**Diagnosis.** Forma ligeramente cónica. Columna proximal robusta de aproximadamente una tercera parte del largo total; elementos laterales cortos y una espina apical sin punta. En N. C. y visto a 0° su base y los elementos laterales se iluminan, a 45° la espina apical es corta y desigual.

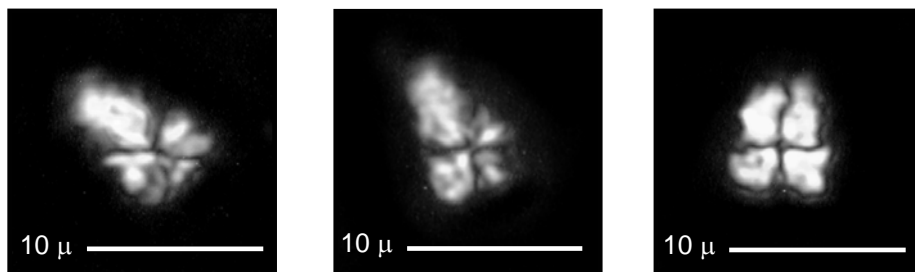
**Dimensiones.** 5 x 4 μm.

**Edad.** Mioceno medio a Plioceno medio.

**Observaciones.** Se observó en la Sección El Rosario de las muestras HR-2 a la HR-4 y HR-6 a la HR-16 determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8).



## *Sphenolithus anarrhopus* Bukry y Bramlette, 1969



### **Sinonimia**

*Sphenolithus anarrhopus* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus anarrhopus* Aubry, 1989

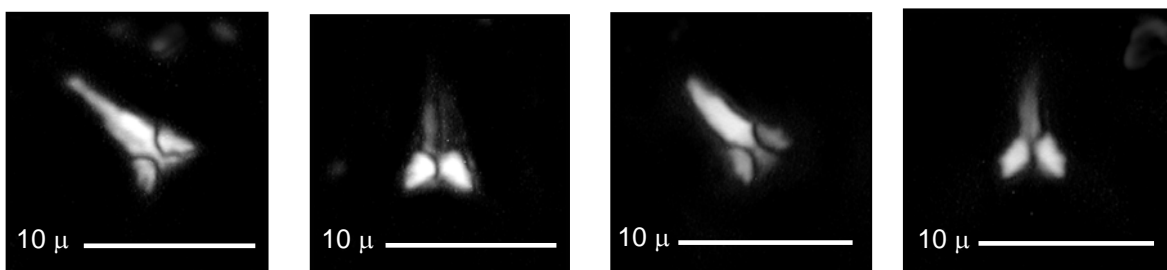
**Diagnosis.** Contorno triangular. Columna proximal gruesa, elementos laterales grandes y una espina apical alargada. En N. C. a 0° la espina apical permanece oscura; aproximadamente a los 20° la espina se ilumina asimétricamente y se inclina, a 45° la espina apical es brillante y robusta.

**Dimensiones.** 7 μm.

**Edad.** Paleoceno medio a Eoceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Tapijulapa en los intervalos de muestras que van de la HR-76 a la HR-82, de la HR-84 a la HR-86, HR-89 y HR-90 datada en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Sphenolithus ciperensis* Bramlette y Wilcoxon, 1967



### Sinonimia

*Sphenolithus ciperensis* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus ciperensis* Aubry, 1989

*Sphenolithus ciperensis* Fornaciari *et al.*, 1990

*Sphenolithus ciperensis* Fornaciari y Rio, 1996

*Sphenolithus ciperensis* Huang, 1997

*Sphenolithus ciperensis* Sánchez-Ríos, 1998

*Sphenolithus ciperensis* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

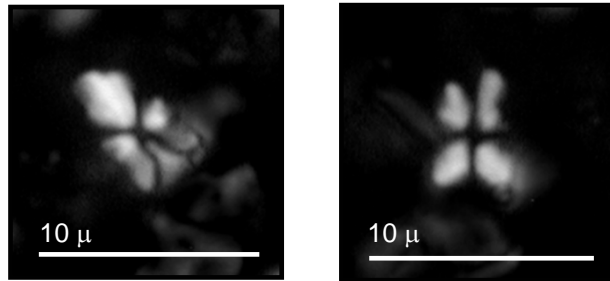
**Diagnosis.** En M. E. se observan de 10 a 12 espinas rodeando el área basal. La espina puede o no estar bifurcada y consiste de unidades coalescentes de calcita orientadas de manera diferente, por lo tanto no muestra una extinción completa de la espina apical en N. C..

**Dimensiones.** 12  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Oligoceno tardío.

**Observaciones.** Se encuentra en el intervalo de muestras de la Sección Chintul HR-50 a la HR-55 determinadas en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Sphenolithus dissimilis* Bukry y Percival, 1971



### **Sinonimia**

*Sphenolithus dissimilis* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus dissimilis* Aubry, 1989

*Sphenolithus dissimilis* Fornaciari y Rio, 1996

*Sphenolithus dissimilis* Huang, 1997

*Sphenolithus dissimilis* Maiorano y Monechi, 1998

*Sphenolithus dissimilis* Bown, 1999

*Sphenolithus dissimilis* McGonigal y Wei, 2003

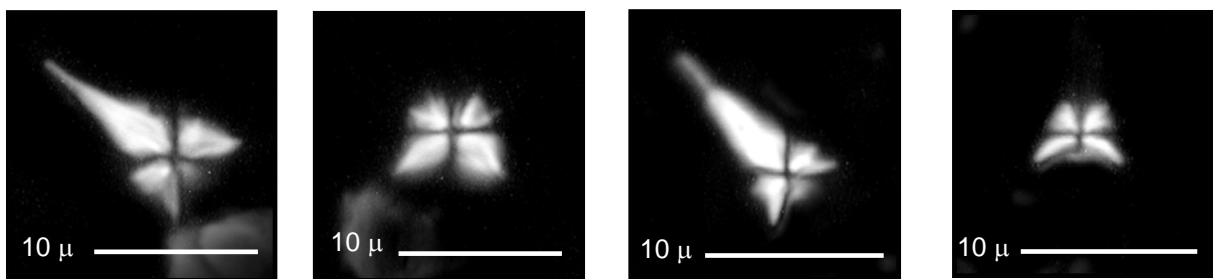
**Diagnosis.** En N. C. esta especie muestra dos tipos de orientación cristalina; un ciclo proximal constituido por espinas inclinadas hacia el eje central del nanofósil y un ciclo distal formado de espinas dispuestas perpendicularmente al eje del sphenolitho. A 45° se caracteriza por el arreglo en tres partes de los cristales que forman la espina apical.

**Dimensiones.** 8 μm.

**Edad.** Oligoceno tardío a Mioceno temprano.

**Observaciones.** Se encuentra en casi toda la Sección Chintul de la muestra HR-50 a la HR-55 determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, 1953



### **Sinonimia**

*Sphenolithus heteromorphus* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus heteromorphus* Aubry, 1989

*Sphenolithus heteromorphus* Aubry, 1993

*Sphenolithus heteromorphus* Fornaciari *et al.*, 1996

*Sphenolithus heteromorphus* Fornaciari y Rio, 1996

*Sphenolithus heteromorphus* Loureiro, 1997

*Sphenolithus heteromorphus* Huang, 1997

*Sphenolithus heteromorphus* Maiorano y Monechi, 1998

*Sphenolithus heteromorphus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Sphenolithus heteromorphus* Wei, 1998

*Sphenolithus heteromorphus* Bown, 1999

*Sphenolithus heteromorphus* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Nanolito de forma cónica o piramidal. En M. E. se observa una serie de 8 a 9 espinas que rodean el área basal; espinas cortas dispuestas radialmente en la parte superior del área basal. La espina apical es larga, robusta y puntiaguda.

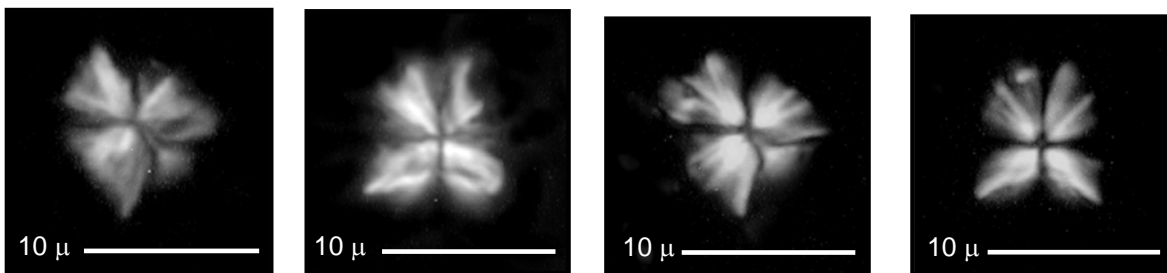
**Dimensiones.** 10 μm x 6 μm.

**Edad.** Mioceno temprano a medio.

**Observaciones.** Se observó en toda la Sección La Navidad, muestras HR-18 a la HR-30 y en la Sección Atardecer de la muestra HR-31 a la HR-44 y de la HR-46 a la HR-48; ambas secciones determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5). Son especies de agua caliente. Nanofósil resistente a la disolución. Espina apical bien desarrollada

## *Sphenolithus moriformis* (Brönnimann y Stradner, 1960)

Bramlette y Wilcoxon, 1967



### Sinonimia

*Sphenolithus moriformis* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus moriformis* Flores, 1987b

*Sphenolithus moriformis* Aubry, 1989

*Sphenolithus moriformis* Wei y Wise, 1990

*Sphenolithus moriformis* Pospichal y Wise, 1990

*Sphenolithus moriformis* Yongyang y Weiwu, 1992

*Sphenolithus moriformis* Bubík, 1992

*Sphenolithus moriformis* Loureiro, 1997

*Sphenolithus moriformis* Wei, 1998

*Sphenolithus moriformis* Bown, 1999

*Sphenolithus moriformis* Mita, 2001

*Sphenolithus moriformis* McGonigal y Di Stefano, 2002

*Sphenolithus moriformis* Arney y Wise, 2003

*Sphenolithus moriformis* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Forma bulbosa con numerosas espinas radiales y área proximal deprimida.

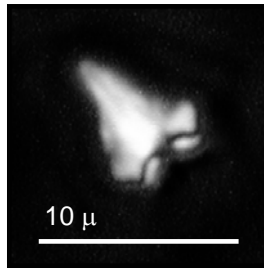
Contorno en forma de panal o cono de pino. Consiste de un ciclo basal de elementos atravesados por espinas cortas distribuidas radialmente. En N. C., a 0° el nanolito es completamente birrefringente, a 45° y a 90° se observan 4 partes simétricas.

**Dimensiones.** 6 μm.

**Edad.** Eoceno inferior a Mioceno tardío.

**Observaciones.** Se encuentra en las muestras HR-50 a la HR-55 de la sección Chintul datada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25); también en la Sección El Rosario en las muestras HR-1, HR-2 y HR-7 a la HR-17 del Mioceno medio (Biozona NN8); en la Sección La Navidad muestra HR-18, HR-21 a la HR-23 y HR-26 a HR-29; y por último en la Sección Atardecer muestras HR-31, HR-35, HR-39, HR-47 y HR-48; estas dos últimas secciones determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN5).

## *Sphenolithus predistentus* Bramlette y Wicoxon, 1967



### **Sinonimia**

*Sphenolithus predistentus* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus predistentus* Aubry, 1989

*Sphenolithus predistentus* Fornaciari *et al.*, 1990

*Sphenolithus predistentus* Loureiro, 1997

*Sphenolithus predistentus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Sphenolithus predistentus* Bown, 1999

### **Diagnosis**

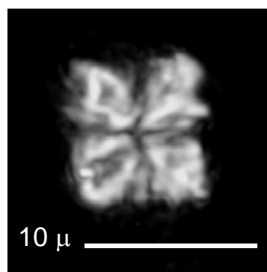
Espina apical larga, puntiaguda, lisa o suavemente deprimida hacia la base donde se une a un círculo anular, el cual en M. E. se observa constituido de 10 a 12 espinas laterales. Entre N. C. la espina apical parece estar formada de unidades de calcita que se unen.

**Dimensiones.** 12  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Eoceno medio a Oligoceno tardío.

**Observaciones.** Se encontró en dos muestras HR-51 y HR-52 de la Sección Chintul determinada en el Oligoceno tardío (Biozona NP25).

## *Sphenolithus primus* Perch-Nielsen, 1971a



### **Sinonimia**

*Sphenolithus primus* Perch-Nielsen, 1985

*Sphenolithus primus* Aubry, 1989

*Sphenolithus primus* Arney y Wise, 2003

**Diagnosis.** Contorno con forma de panal formado por elementos múltiples sin una espina apical distintiva. En M.E. se observa una columna proximal constituida de 9-12 espinas que rodean una cavidad proximal en forma de domo. El domo es hemisférico o ligeramente alargado, elementos laterales característicos.

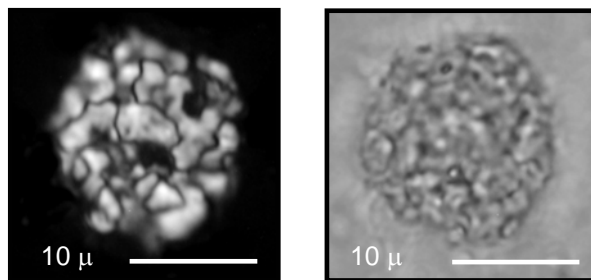
**Dimensiones.** 6 x 7 μm

**Edad.** Paleoceno medio a Eoceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en los sedimentos de la Sección San Pedro en las muestras HR-64, HR-67 a la HR-69 y HR-71 a la HR-75 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP5); también en la Sección Tapijulapa HR-76 a la HR-78, HR-80 a la HR-83 y HR-89 del Paleoceno tardío (Biozona NP6). Esta especie es la representante más antigua de los *Sphenolithus*.



## *Thoracosphaera saxea* Stradner, 1961



### **Sinonimia**

*Thoracosphaera saxea* Perch-Nielsen, 1985

*Thoracosphaera saxea* Eshet y Moshkovitz, 1995

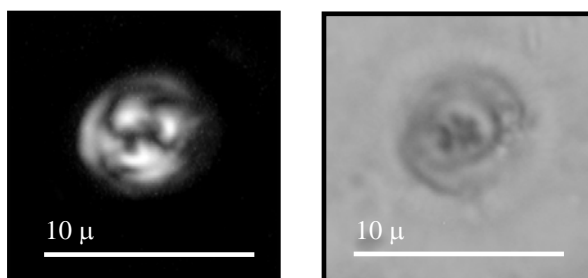
**Diagnosis.** Testa esférica de tamaño medio compuesta de un mosaico de cristallitos irregulares ensamblados con suturas en forma de rompecabeza y sin perforaciones; arqueópilo esférico.

**Dimensiones.** Cocósfera de 30  $\mu\text{m}$ , cristales individuales de 4  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Paleoceno medio a Reciente en la división tripartita.

**Observaciones.** Se encontró en las muestras HR-56 a la HR-62 de la Sección Bochil determinadas en el Paleoceno temprano (Biozona NP3).

## *Toweius pertusus* (Sullivan, 1965) Romein, 1979



### Sinonimia

*Coccolithus pertusus* Sullivan, 1965

*Toweius craticulus* Hay y Mohler, 1967

*Cyclococcolithus pertusus* Reinhardt, 1967

*Cyclococcolithina pertusa* Wilcoxon, 1970

*Toweius pertusus* Romein, 1979

*Toweius pertusus* Perch-Nielsen, 1985

*Toweius pertusus* Bown, 1999

*Toweius pertusus* Mita, 2001

*Toweius pertusus* Arney y Wise, 2003

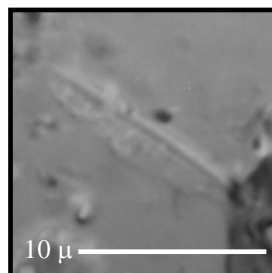
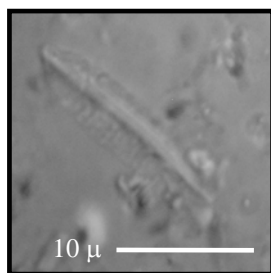
**Diagnosis.** Placolito ligeramente circular a subelíptico que en N. C. los escudos no son birrefringentes, área central bilaminada, robusta, altamente birrefringente y perforada por numerosos orificios pequeños y redondos.

**Dimensiones.** 7 μm.

**Edad.** Paleoceno tardío a Eoceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en la Sección Tapijulapa en las muestras HR-76 a la HR-93 determinadas en el Paleoceno tardío (Biozona NP6).

## *Triquetrorhabdulus rugosus* Bramlette y Wilcoxon, 1967



### **Sinonimia**

*Ceratolithus rugosus* Lipps, 1969

*Triquetrorhabdulus rugosus* Raffi y Rio, 1979

*Triquetrorhabdulus rugosus* Perch-Nielsen, 1985

*Triquetrorhabdulus rugosus* Aubry, 1988b

*Triquetrorhabdulus rugosus* Loureiro, 1997

*Triquetrorhabdulus rugosus* Sánchez-Ríos, 1998

*Triquetrorhabdulus rugosus* Raffi *et al.*, 1998

*Triquetrorhabdulus rugosus* Howe y Sblendorio-Levy, 1998

*Triquetrorhabdulus rugosus* Bown, 1999

*Triquetrorhabdulus rugosus* McGonigal y Wei, 2003

**Diagnosis.** Forma ortholítida elongada, generalmente tienen un tercio de ancho con respecto a su largo. Un extremo más puntiagudo que el otro. Con bordes que se extienden gruesos y rugosos semejando un peine.

**Dimensiones.** Su tamaño es de 12  $\mu\text{m}$ .

**Edad.** Mioceno temprano a Plioceno temprano.

**Observaciones.** Se observó en las muestras HR-5 a la HR-13 y HR-15 de la Sección el Rosario determinadas en el Mioceno medio (Biozona NN8).

## **7. BIOESTRATIGRAFÍA**

La bioestratigrafía con base a los nanofósiles calcáreo representa una herramienta de primordial importancia, ya que la biozona, unidad básica de la bioestratigrafía permite subdividir los estratos y realizar correlaciones a nivel local y regional (Viñas, 1982).

Los primeros trabajos del Cenozoico proponiendo esquemas zonales con base al nanoplancton calcáreo datan de los años cincuentas y fueron realizados principalmente por Bramlette y Riedel en 1954, sin embargo, la zonación estándar más utilizada hasta la actualidad para regiones de latitudes bajas y medias es la de Martini (1971). Otro esquema zonal de gran utilidad es la revisión propuesta por Okada y Bukry (1980). De una manera general, la mayor parte de los autores han basado sus propuestas posteriores en estas dos biozonificaciones. En este estudio se realizó la bioestratigrafía con base al nanoplancton calcáreo, identificando las biozonas contenidas en los sedimentos terciarios de las secciones del Sureste de México, asimismo, se propone la correlación de las biozonas determinadas en este estudio con las biozonas propuestas por otros autores para regiones de latitudes bajas y medias [Martín (1971) *in* Perch-Nielsen (1985), Okada y Bukry (1980)]. Las secciones del Sureste de México son La Sección Bochil, La Sección San Pedro, La Sección Tapijulapa, La Sección Chintul, La Sección La Navidad, La Sección El Atardecer y la Sección El Rosario.

### **7.1. BIOZONIFICACIÓN**

Se describen las biozonas identificadas en los afloramientos analizados, de acuerdo al esquema zonal propuesto por Martini (1971) *in* Perch-Nielsen (1985). La descripción de las biozonas se realiza de lo más antiguo a lo más moderno, procediendo a describirse, primeramente las biozonas del Paleógeno y enseguida las biozonas del Neógeno. Los alcances bioestratigráficos de las especies de cada afloramiento fueron tomados principalmente de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).

### **BIOZONA de *Chiasmolithus danicus* (NP3)**

**Definición:** Se define el límite superior de esta Biozona por la primera ocurrencia de *Chiasmolithus danicus* y su límite inferior se establece por la primera ocurrencia de *Elipsolithus macellus*.

**Autores:** Martini (1970)

**Asociación:** La asociación nanoflorística característica de esta biozona es *Chiasmolithus danicus* y *Neochiastozygus* sp., *Thoracosphaera saxea*, *Thoracosphaera* sp., *Braarudosphaera discula* y *Braarudosphaera bigelowii*.

**Observación:** En la Sección Bochil se determinó esta biozona, con escasa presencia de formas terciarias, y en parte mal conservadas, principalmente en la base de la sección; ya que en la cima predominan los picos de abundancia de *Thoracosphaera* sp. y *Braarudosphaera* sp..

**Correlación:** Esta Biozona se correlaciona con precisión con la Biozona CP2 de Okada y Bukry (1980).

**Edad:** Paleoceno temprano (Daniano tardío)

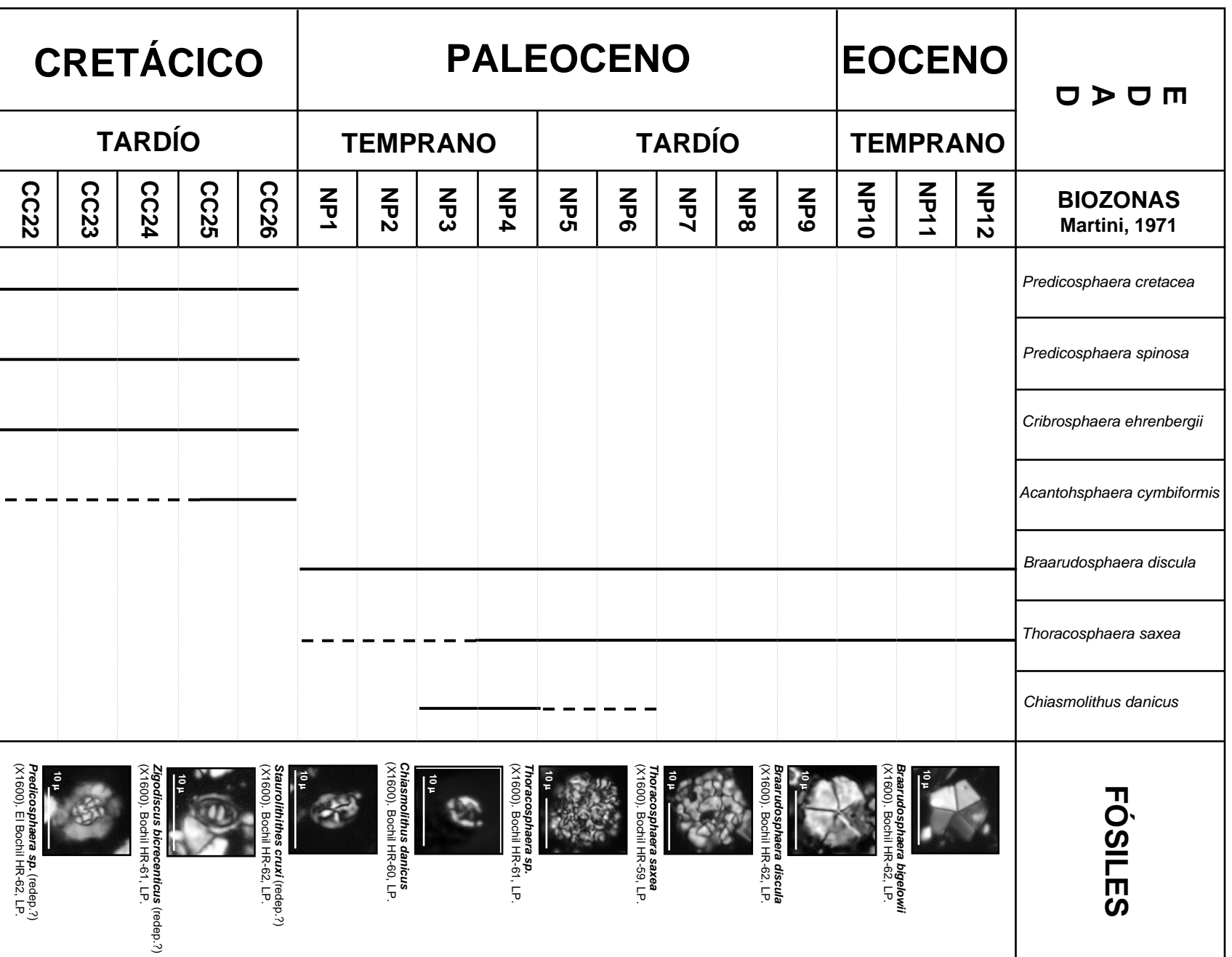


FIGURA 29. Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplankton calcáreo de la Sección Bochil tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).

### **BIOZONA de *Fasciculithus tympaniformis* (NP5)**

**Definición:** Definida por la primera ocurrencia evolutiva de *Fasciculithus tympaniformis* en su límite inferior mientras que el límite superior esta definido por la primera ocurrencia de *Heliolithus kleinpellii*.

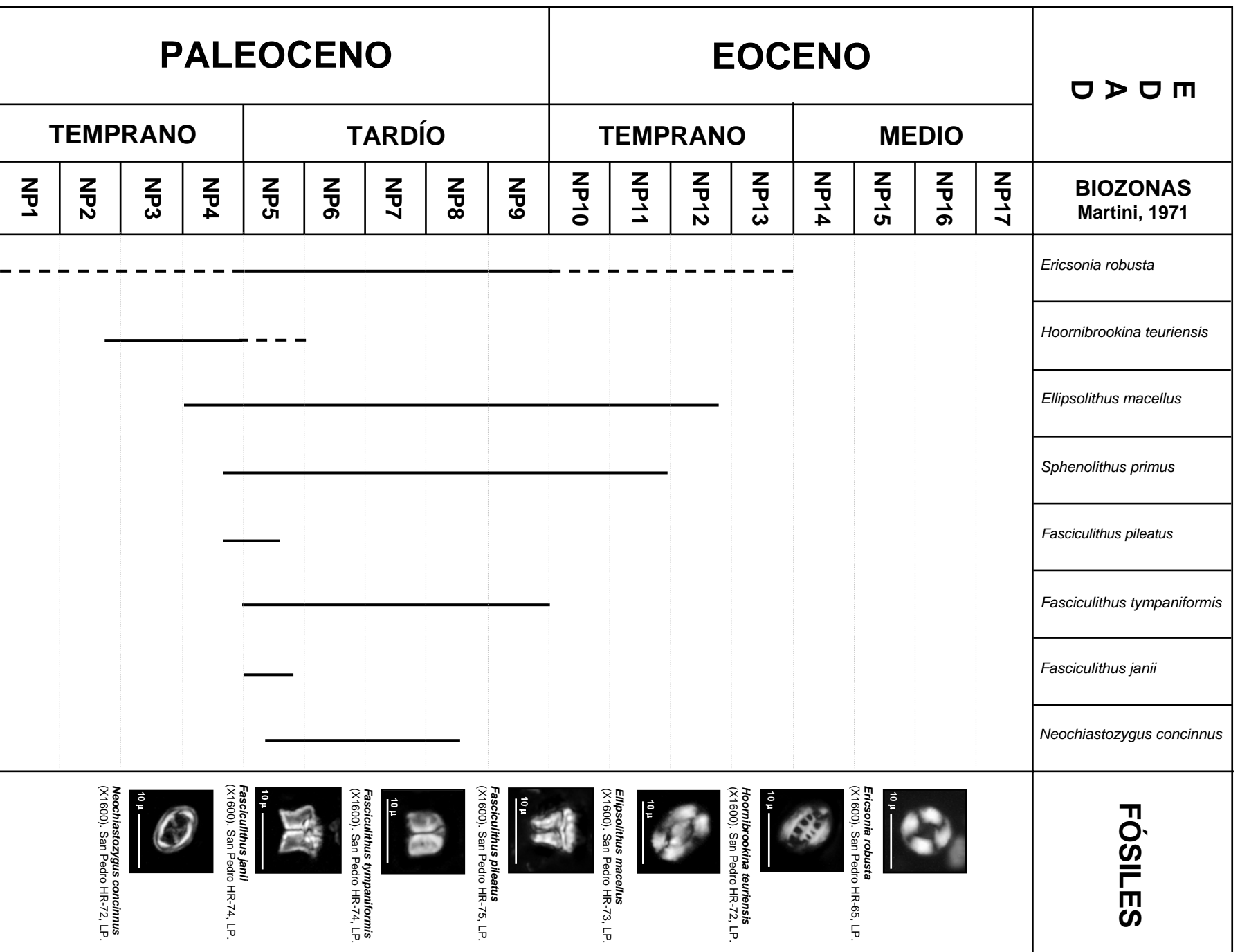
**Autores:** Mohler y Hay *in* Hay *et al.* (1967)

**Asociación:** La asociación nanoflorística característica de esta biozona es *Fasciculithus* sp., *Fasciculithus janii*, *Fasciculithus pileatus*, *Hoornibrokina teuriensis*, *Sphenolithus primus*, *Neochiastozygus perfectus*, *Neochiastozygus concinnus*, *Cruciplacolithus tenuis*, *Ellipsolithus macellus*, *Ericsonia subpertusa*, *Semihololithus kerabyi* y *Toweius pertusus*.

**Observación:** Esta biozona se determinó en la Sección San Pedro, resaltando la mala conservación de *Fasciculithus tympaniformis* debido a recristalización secundaria. Se determinaron de manera continua especies muy bien conservadas del género *Neochiastozygus* sp.

**Correlación:** La Biozona de *Fasciculithus tympaniformis* corresponde a la Biozona CP4 de Okada y Bukry (1980).

**Edad:** Paleoceno tardío (Thenetiano, Selandiano)



**FIGURA 30.** Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplankton calcáreo de la Sección San Pedro tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).



### **BIOZONA de *Heliolithus kleinpellii* (NP6)**

**Definición:** El límite inferior de la biozona esta definida por la primera ocurrencia evolutiva de *Heliolithus kleinpellii* mientras que su límite superior esta dado por la primera ocurrencia de *Discoaster mohleri*.

**Autores:** Mohler y Hay in Hay *et al.* (1967)

**Asociación:** La asociación nanoflorística característica de esta biozona es *Heliolithus kleinpellii*, *Fasciculithus bitectus*, *Fasciculithus tympaniformis*, *Fasciculithus clinatus*, *Sphenolithus anarrhopus*, *Sphenolithus primus*, *Neochiastozygus concinnus*, *Neochiastozygus perfectus*, *Ericsonia formosa*, *Toweius pertusus*, *Prinsius dimorphus*, *Prinsius martini* y *Prinsius bisulcus*.

**Observación:** Esta biozona se determinó en la Sección Tapijulapa, aunque fueron escasos los especímenes de *Heliolithus kleinpellii*, la presencia de *Sphenolithus anarrhopus* fue continua en las muestras. Es notoria la aparición de formas tardías de *Fasciculithus* sp. y *Prinsius* sp. características del Paleoceno tardío.

**Correlación:** Esta Biozona corresponde a la Biozona CP5 de Okada y Bukry (1980).

**Edad:** Paleoceno tardío (Thanetiano, Selandiano).



### **BIOZONA de *Sphenolithus ciproensis* (NP25)**

**Definición:** Definida por la última ocurrencia de *Sphenolithus distentus* en su límite inferior y la última ocurrencia de *Helicosphaera recta* y/o *Sphenolithus ciproensis* en su límite superior.

**Autores:** Bramlette y Wilcoxon (1967), modificado Martini (1976)

**Asociación:** La asociación nanoflorística característica de esta biozona es *Sphenolithus ciproensis*, *Sphenolithus dissimilis*, *Helicosphaera recta*, *Helicosphaera oblicua*, *Discoaster deflandrei*, *Dictyococcites bisectus* y *Cyclicargolithus abisectus*.

**Observación:** Esta biozona se encontró en la Sección Chintul caracterizadas por la presencia de *Sphenolithus ciproensis* como fósil índice, siendo notoria la ausencia de *Sphenolithus distentus*.

**Correlación:** Esta Biozona corresponde a la Biozona CP19 Subzona b de Okada & Bukry (1980).

**Edad:** Oligoceno tardío

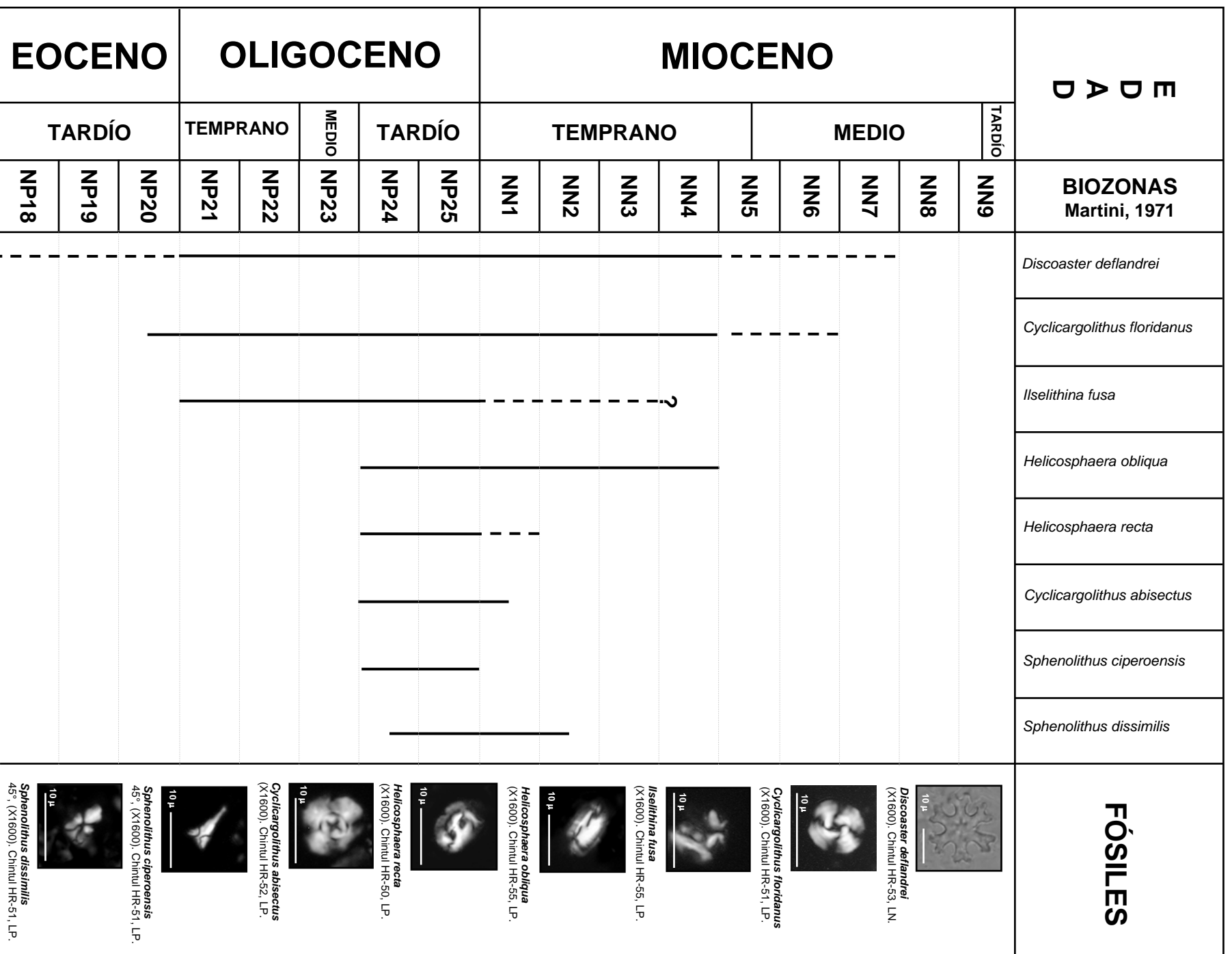


FIGURA 32. Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplancton calcáreo de la Sección Chintul tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).

### **BIOZONA de *Sphenolithus heteromorphus* (NN5)**

**Definición:** Se define esta biozona en el límite inferior por la última aparición evolutiva de *Helicosphaera ampliaperta*, delimitando su parte superior la última aparición evolutiva de *Sphenolithus heteromorphus*.

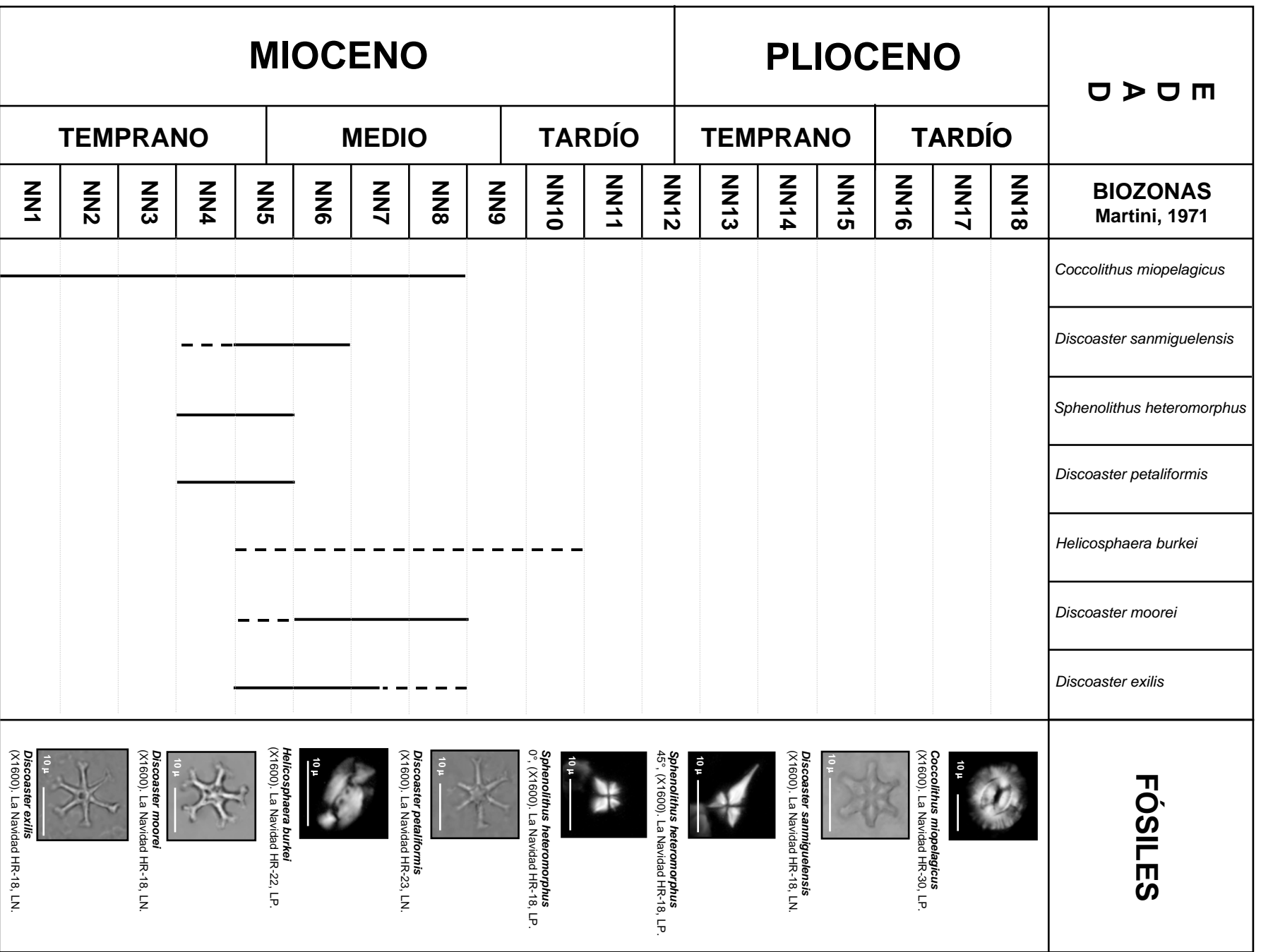
**Autores:** Bramlette y Wilcoxon (1967).

**Asociación:** La asociación nanoflorística característica de esta biozona es *Sphenolithus heteromorphus*, *Sphenolithus moriformis*, *Discoaster petaliformis*, *Discoaster sanmiguelensis*, *Discoaster exilis*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Calcidiscus premacintyreii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Helicosphaera burkei* y *Helicosphaera kamptneri*.

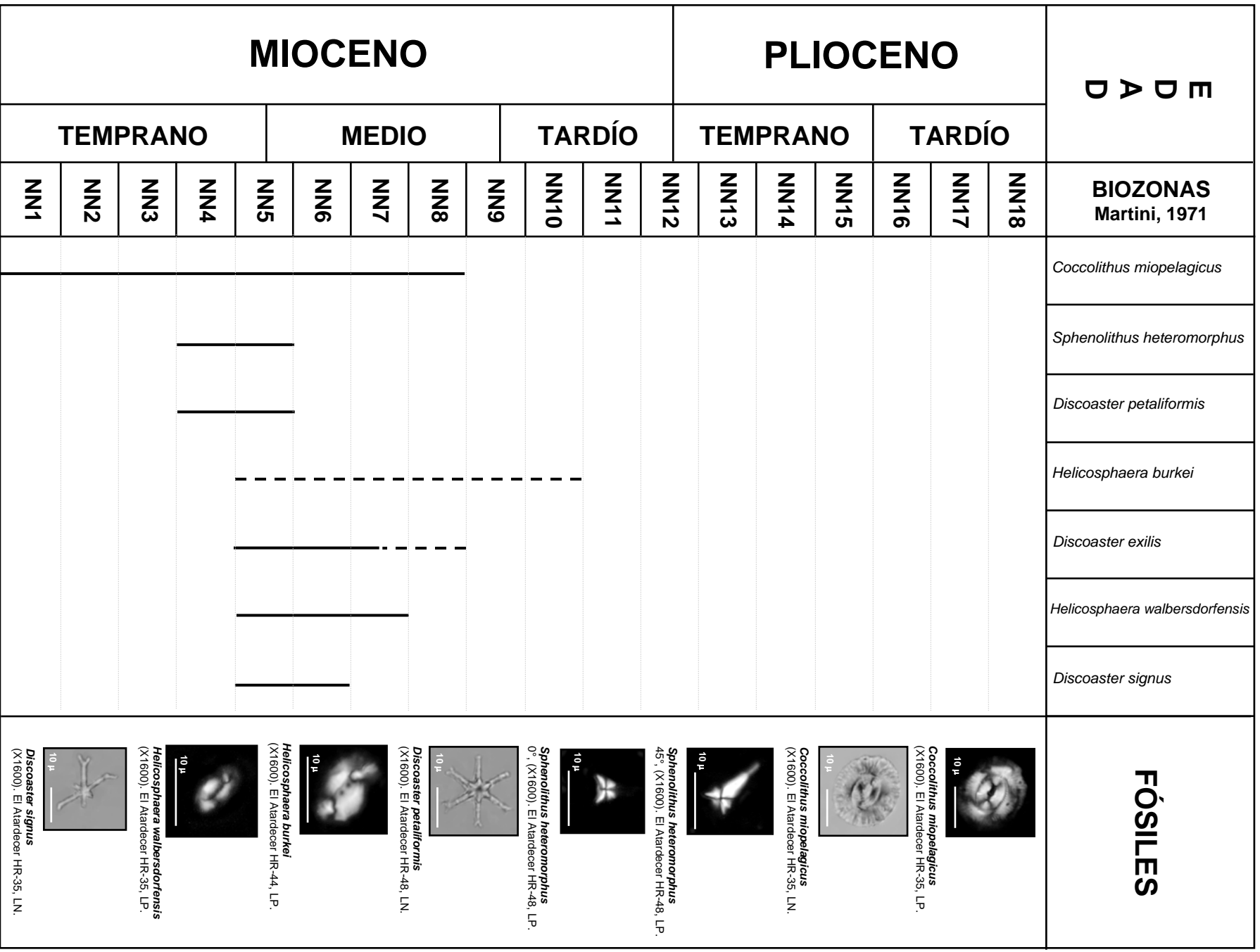
**Observación:** Esta biozona se determinó en la Sección La Navidad y El Atardecer caracterizadas por la continua y abundante presencia de *Sphenolithus heteromorphus* y *Discoaster petaliformis* como fósiles índice, y *Cyclicargolithus floridanus* como fauna asociada.

**Correlación:** La biozona de *Sphenolithus heteromorphus* se puede correlacionar con la Biozona CN4 de Okada y Bukry (1980).

**Edad:** Mioceno temprano/medio.



**FIGURA 33.** Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplankton calcáreo de la Sección La Navidad tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).



**FIGURA 34.** Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplankton calcáreo de la Sección El Atardecer tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).

### **BIOZONA de *Catinaster Coalitus* (NN8)**

**Definición:** Esta biozona se encuentra definida en su límite inferior por la primera aparición evolutiva de *Catinaster coalitus* y su límite superior por la primera aparición evolutiva de *Discoaster hamatus*.

**Autores:** Bramlette y Wilcoxon (1967), corregido Martini (1971).

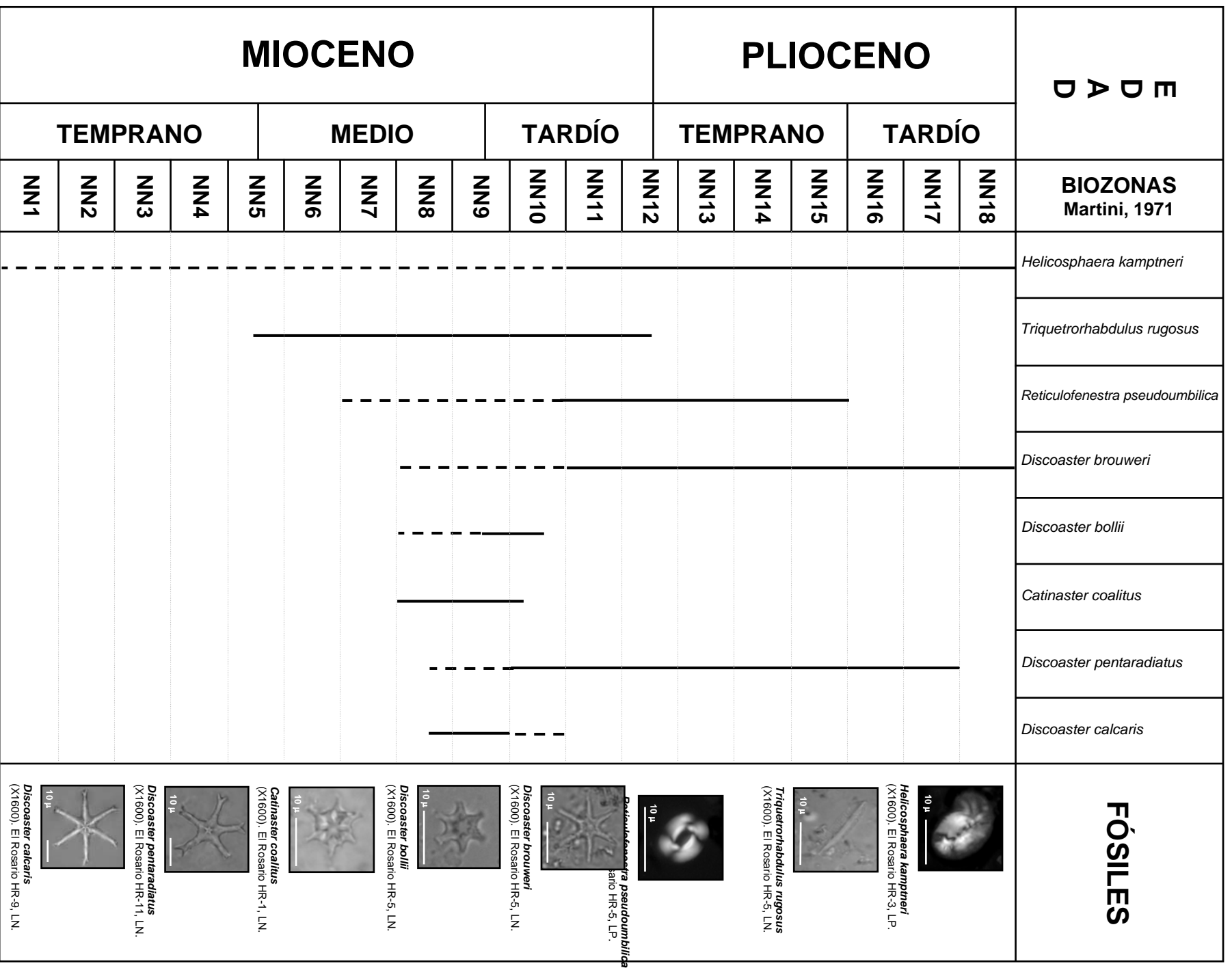
**Asociación:** La nanoflora característica de esta biozona es *Catinaster coalitus*, *Discoaster bollii*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster calcaris*, *Discoaster variabilis*, *Helicosphaera kamptneri*, *Triquetrorhabdulus rugosus*, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Calcidiscus macintyreii* y *Sphenolithus abies*.

**Observación:** Esta biozona se identificó en la Sección El Rosario, dos características sobresalientes es la gran abundancia de *Discoaster calcaris* y la presencia de diferentes morfotipos de especímenes que corresponden a *Catinaster coalitus*.

**Correlación:** Esta Biozona se puede correlacionar con la Biozona CN6 de Okada y Bukry (1980).

**Edad:** Mioceno medio.

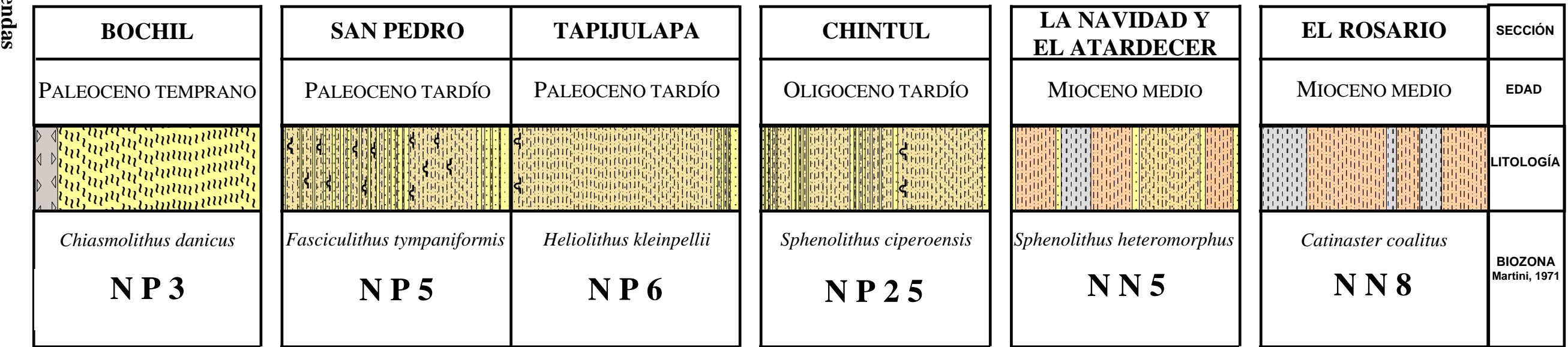




**FIGURA 35.** Distribución bioestratigráfica de las especies índice de nanoplankton calcáreo de la Sección EI Rosario tomadas de Perch-Nielsen (1985), Bown (1999) y Wise (2002).

## **7.2. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA COMPUESTA DE LAS SECCIONES DEL SURESTE DE MÉXICO**

La correlación entre las diferentes secciones analizadas permitió determinar intervalos de la columna Terciaria del Sureste de México. Se encontró fauna representativa del Paleoceno, Oligoceno y Mioceno, la ausencia de sedimentos del Eoceno y de sus representantes nanoflorísticos no permitió completar una columna terciaria en este intervalo de tiempo (Figura 36).



EDAD		EPOCA		Tiempo (M.A.)		Esquema Biozonal		Biozonación Integración de Martini (1971), Okada y Bukry (1980) y Shalik et al. (1998)																																								
		temprano	tardío	temprano	tardío	Martini (1971)	Bukry & Okada (1980)																																									
Paleoceno		Eoceno		Oligoceno		Mioceno																																										
	temprano	temprano		temprano	tardío	temprano	medio	tardío																																								
	65.00		54.05	49.00	37.00	33.70	28.50	23.80	16.40	-11.20																																						
	NP1	NP2	NP3	NP4	NP5	NP6	NP7	NP8	NP9	NP10	NP11	NP12	NP13	NP14	NP15	NP16	NP17	NP18	NP19-20	NP21	NP22	NP23	NP24	NP25	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	NN9	NN10	NN11	NN12												
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10	CP11	CP12	CP13	CP14	CP15	CP16	CP17	CP18	CP19	CN1	CN2	CN3	CN4	CN5	CN6	CN7	CN8	CN9	CN10																			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b										
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑										
	Cruciplacolithus tenuis	Chiasmolithus danicus	Ellipsolithus macellus	Fasciculithus tympaniformis	Heliolithus kleinpellii	Discoaster mohleri	Discoaster nobilis	Discoaster multiradiatus	Campylosphaera eodela	Discoaster diastypus	Tribracliatius contortus	Discoaster lodoenensis	Tribracliatius orthostylus	Discoaster subloedenensis	Rhabdosphaera inflatus	Discoaster subloedenensis	Nannotrinita fulgens	Chiasmolithus gigas	Chiasmolithus gigas	Reticulofenestra umbilica	Chiasmolithus solitus	Chiasmolithus grandis	Istrinolithus recurvus	Discoaster barbadensis	Acme E. subadisticha	Ericsonia formosa	Reticulofenestra umbilica	Sphenolithus distentus	Sphenolithus ciperoensis	Sphenolithus distentus	Sphenolithus ciperoensis	Acme C. abisectus	Discoaster drugli	Sphenolithus belermos	Sphenolithus heteromorphus	Helicosphaera amplipecta	Sphenolithus heteromorphus	Discoaster kugleri	Catinaster coalitus	Discoaster hamatus	Catinaster calyculus	Catinaster hamatus	Discoaster boilli	Discoaster quinqueramus	Minyitha convalis	Discoaster quinqueramus	Discoaster quinqueramus	Discoaster quinqueramus

**Legendas**

- Lutita (horizontal lines)
- Limolita (vertical lines)
- Limolita arcillosa (diagonal lines)
- Arenisca (stippled)
- Marga (triangles)
- Brecha (irregular shapes)
- Bioturbación (wavy lines)
- Última Aparición Evolutiva (upward arrow)
- Primera Aparición Evolutiva (downward arrow)

Figura 36. Columna Biozonológica Compuesta de las Secciones Terciarias estudiadas en el Sureste de México

## 8. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA

### Bochil

Los sedimentos de la Sección Bochil contienen una menor abundancia y diversidad de especies comparada con las otras secciones estudiadas.

Las curvas de diversidad y abundancia de los nanofósiles muestran un pico de abundancia de especies muy significativo en la cima de la sección, mientras que hacia la base disminuye gradualmente la abundancia específica. La asociación de la Biozona NP3 (*Chiasmolithus danicus*) del Paleoceno temprano se presentó en todas las muestras analizadas.

La preservación de las especies es de pobre en la base de la sección a buena en la cima de esta, observándose nuevamente que los procesos diagenéticos afectan fuertemente a los organismos produciendo cambios variables en los porcentajes de abundancia y diversidad.

En esta sección, no se determinaron especies re TRABAJADAS del Terciario, no obstante, la proporción de especies cretácicas consideradas como re depositadas es considerablemente importante, consecuencia probable de su cercanía con el límite K/T.

Cabe señalar que en este estudio solo se consideran como especies “persistentes” *Thoracosphaera* sp., *Braarudosphaera bigelowii*, es decir especies que aparecen en el Cretácico Tardío y se extinguen en el Terciario Inferior, por lo tanto, sobrevivieron al evento de extinción masiva de las especies cretácicas. Las demás especies como son los representantes de los géneros *Watznaueria barnesae*, *Cretarhabdus crenulatus*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*, etc., se consideran como especies re TRABAJADAS en los sedimentos estudiados debido a que no se tuvo una secuencia que atravesara la columna del Maastrichtiano/Daniano y permitiera observar el comportamiento en la abundancia y diversidad de especies a través de este límite.

## **San Pedro**

En la Sección San Pedro se determinó una gran proporción en la abundancia y diversidad de las especies. Las curvas que muestran estos parámetros presentan homogeneidad a lo largo de la sección, sin fluctuaciones importantes. La asociación nanoflorística correspondiente a la Biozona NP 5 (*Fasciculithus tympaniformis*) del Paleoceno tardío no mostró variaciones evolutivas.

La preservación de la nanoflora estudiada es de pobre a buena, mostrando una ligera mejoría de la conservación hacia la cima de la sección.

Con respecto a la diversidad y abundancia de especies redepositadas del Cretácico sus proporciones fueron similares a lo reportado para las especies *in situ*, aquí como en la Sección Bochil, encontramos especies que algunos autores consideran “persistentes” del Maastrichtiano tardío.

## **Tapijulapa**

Las gráficas de diversidad y abundancia de la Sección Tapijulapa no muestran fluctuaciones importantes. En la parte central disminuyen ligeramente estos parámetros, no obstante, la asociación florística de la Biozona NP6 (*Heliolithus kleinpellii*) del Paleoceno tardío se presenta constante en los sedimentos.

En general, la preservación de los nanofósiles es regular en la base de la sección, mejorando hasta llegar a ser buena en su cima, incrementando la recristalización de la nanoflora hacia la base de la columna.

La abundancia de especies cretácicas y terciarias redepositadas fue mínima, sin embargo, la diversidad de estas especies se incrementa notablemente.

## **Chintul**

La abundancia y diversidad de los nanofósiles en la Sección Chintul es relativamente constante, con un incremento ligero en la parte media-baja de la sección, no obstante, se determinó los fósiles índice y la asociación florística correspondiente a la Biozona NP25 (*Sphenolithus ciperoensis*) del Oligoceno tardío.

La muestra HR-49 constituida por un horizonte de areniscas solo contiene una especie cretácica considerada como redepositada, lo cual seguramente está asociado a la litología que no permitió la conservación de organismos *in situ*.

La preservación de los especímenes varió de regular a buena.

El redepósito de especies cretácicas y terciarias no es muy notorio, no obstante, existe un pequeño incremento en la diversidad de especies redepositadas con respecto a la abundancia de las especies que no están *in situ*.

### **La Navidad**

Los sedimentos de la Sección la Navidad no muestran variaciones considerables en cuanto a la abundancia y diversidad de especies en la columna. La asociación nanoflorística del Mioceno medio y Biozona NN5 (*Sphenolithus heteromorphus*) esta representada en todas las muestras estudiadas.

La preservación de los nanofósiles fue de regular a buena, en ocasiones los discoastéridos, afectados por la recristalización, muestran recristalización secundaria de los cristales que constituyen los nanofósiles, haciendo difícil la determinación precisa de este grupo de nanofósiles.

La abundancia y diversidad de especies cretácicas y terciarias redepositadas son mínimas en relación a las encontradas *in situ*.

### **El Atardecer**

La Sección el Atardecer muestra dos picos de abundancia y diversidad de especies que sobresalen del resto de la sección, uno cerca de la cima y otro en la base de la sección, no obstante, la asociación florística de la Biozona NN5 (*Sphenolithus heteromorphus*) del Mioceno medio se conserva a través de toda la sección.

Es importante mencionar la similitud en cuanto al porcentaje de abundancia y diversidad de especies *in situ* y redepositadas con respecto a la Sección La Navidad.

La preservación de la nanoflora fue de regular a buena, observando prácticamente lo mismo que en la Sección La Navidad, los discoastéridos presentan cierta

disolución y recristalización, incluso algunos de estos se encuentran fraccionados, y en ocasiones solo se preservó el área central.

La proporción de especies retrabajadas del Terciario y del Cretácico fue mínima.

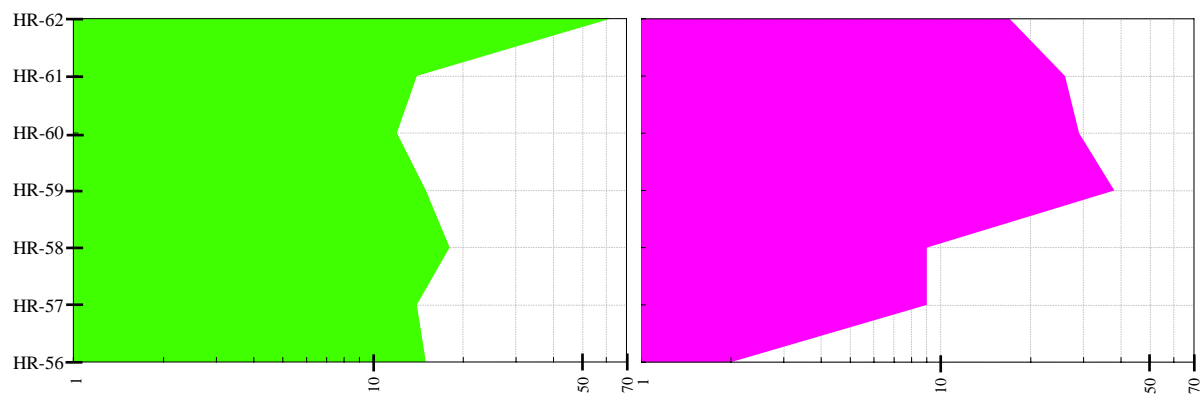
### **El Rosario**

La Sección el Rosario presenta una abundancia de especies *in situ* relativamente homogénea entre cada muestra, las variaciones son insignificantes; este comportamiento tan regular también se ve reflejado en la diversidad específica. Asimismo, se observa la misma asociación florística de la Biozona NN8 (*Catinaster coalitus*) del Mioceno medio, con sus respectivos fósiles índice en toda la sección.

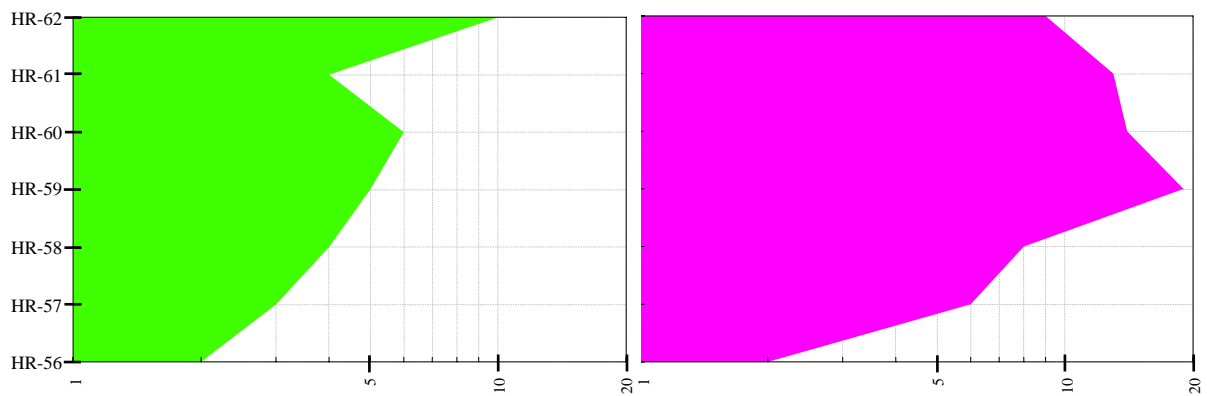
La abundancia y diversidad de las especies esta aparentemente relacionada a procesos diagenéticos, como disolución y recristalización, lo cual no permitió la buena conservación de los nanofósiles. Algunas especies de nanoplancton calcáreo se encuentran mejor conservadas que otras.

En la Sección el Rosario se observó casi la misma cantidad de especies redepositadas del Terciario, esto en diversidad, ya que en abundancia las especies redepositadas fueron mínimas con respecto a las especies *in situ*. Lo anterior puede indicar probable erosión de sedimentos más antiguos que el Mioceno medio.

### ABUNDANCIA



### DIVERSIDAD



### BOCHIL

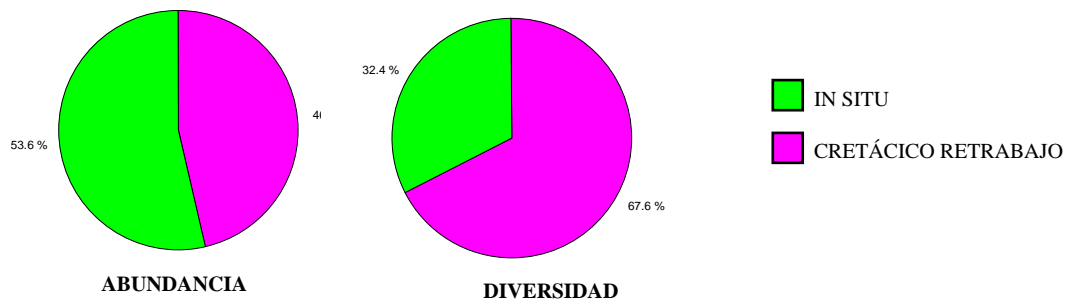
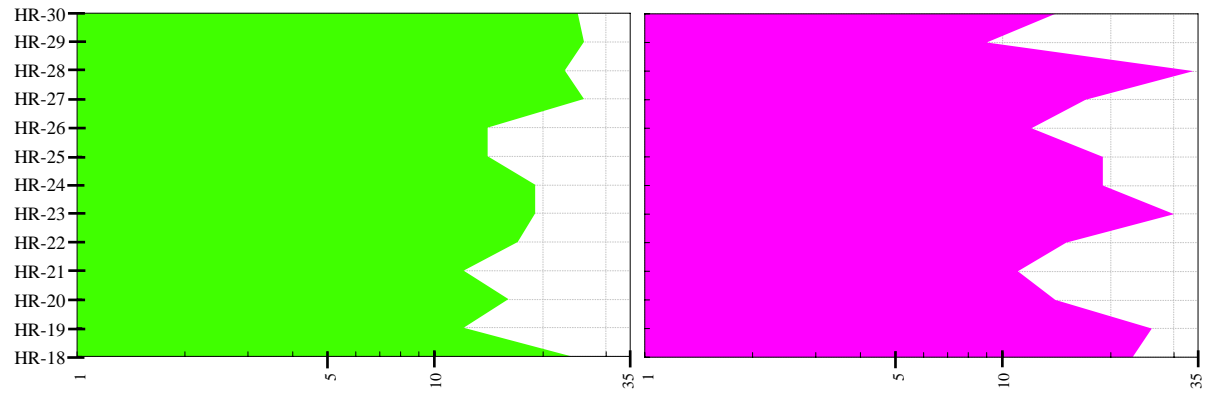


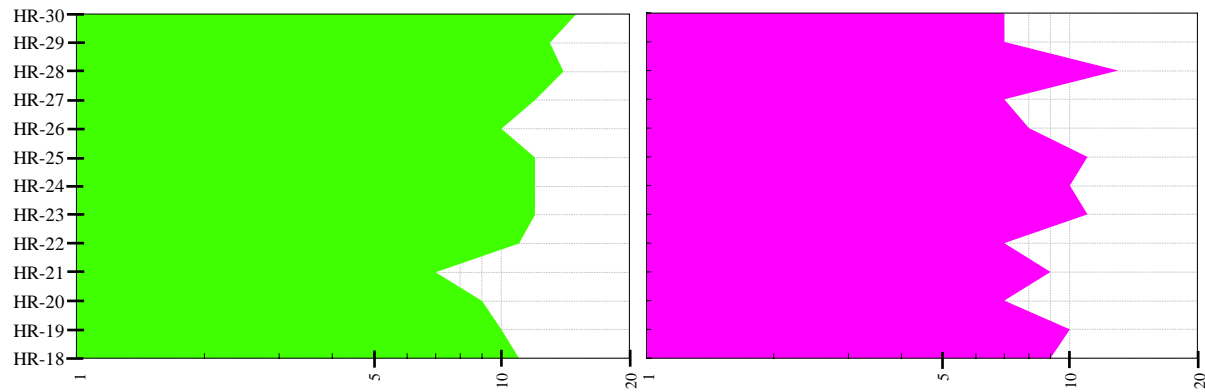
Figura 37. Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección Bochil



### ABUNDANCIA



### DIVERSIDAD



### SAN PEDRO

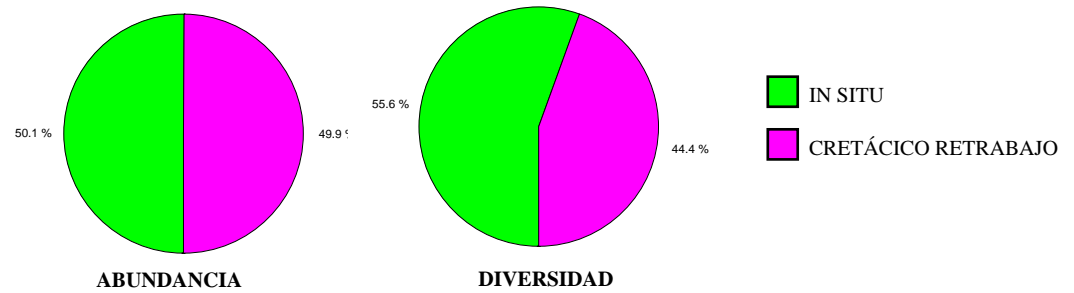
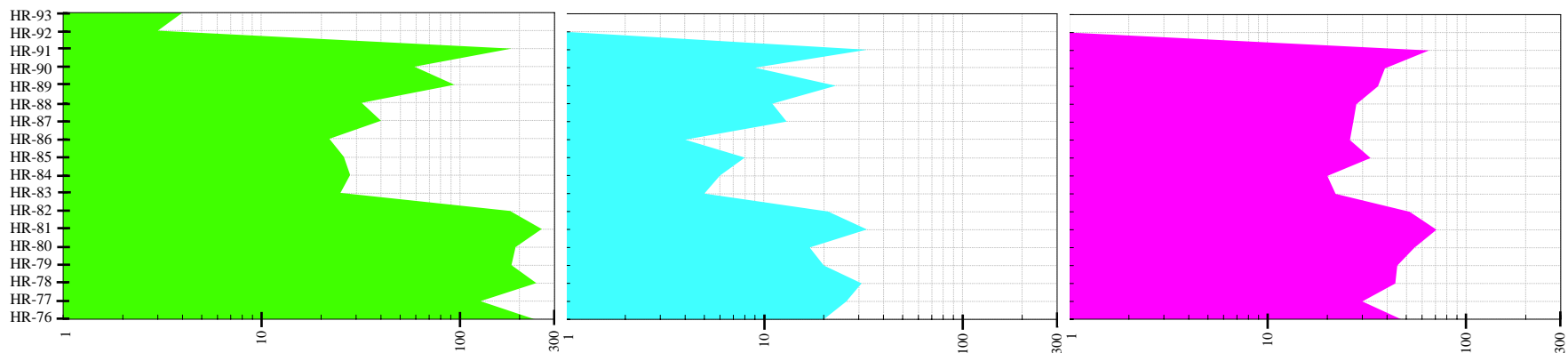
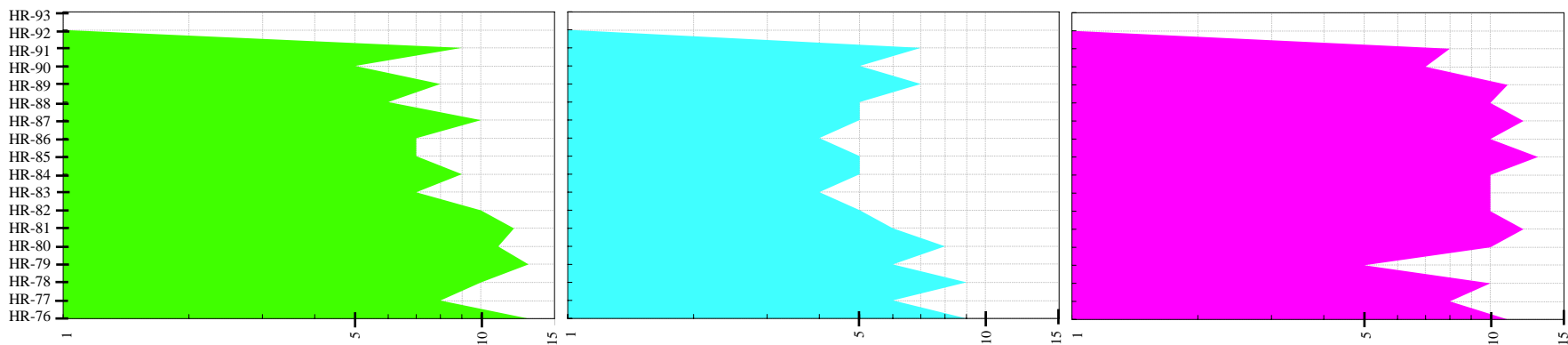


Figura 38. Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección San Pedro

### ABUNDANCIA



### DIVERSIDAD



### TAPIJULAPA

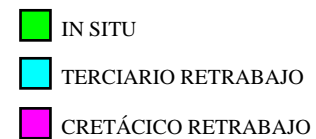
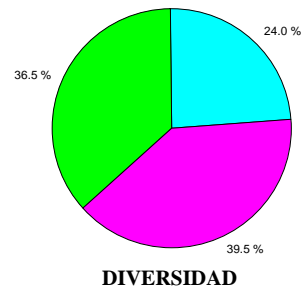
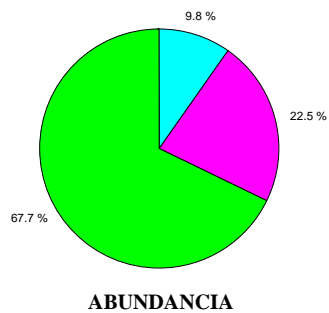
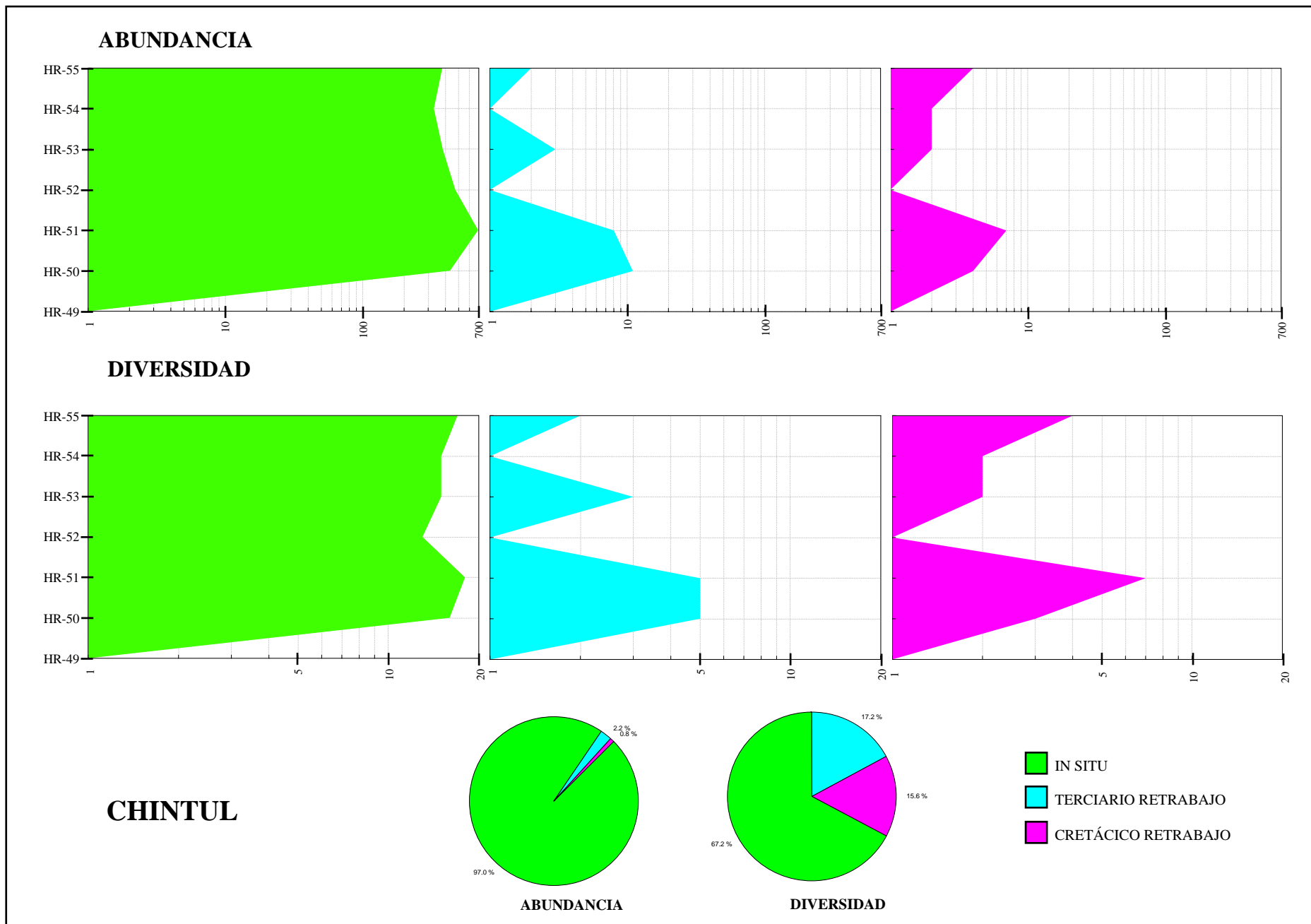
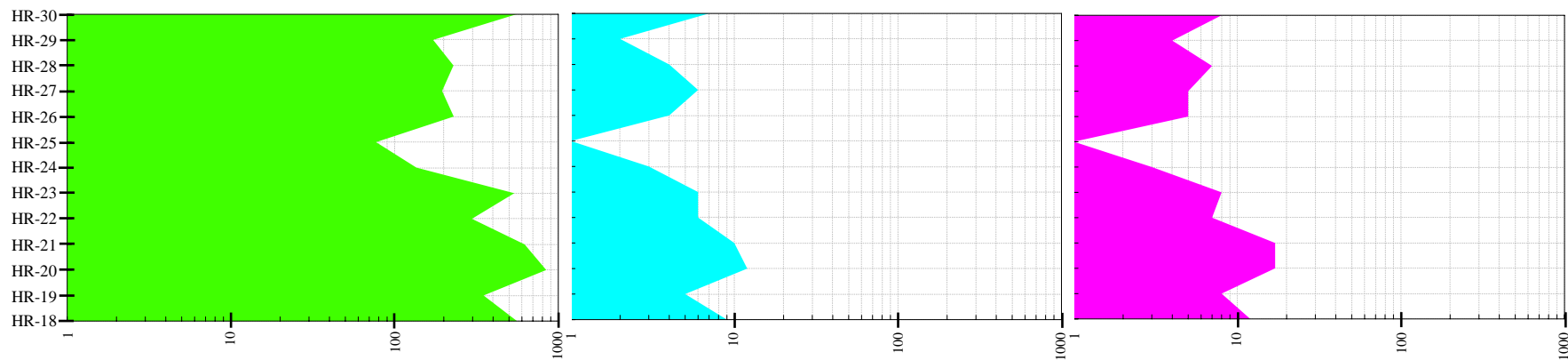


Figura 39. Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección Tapijulapa

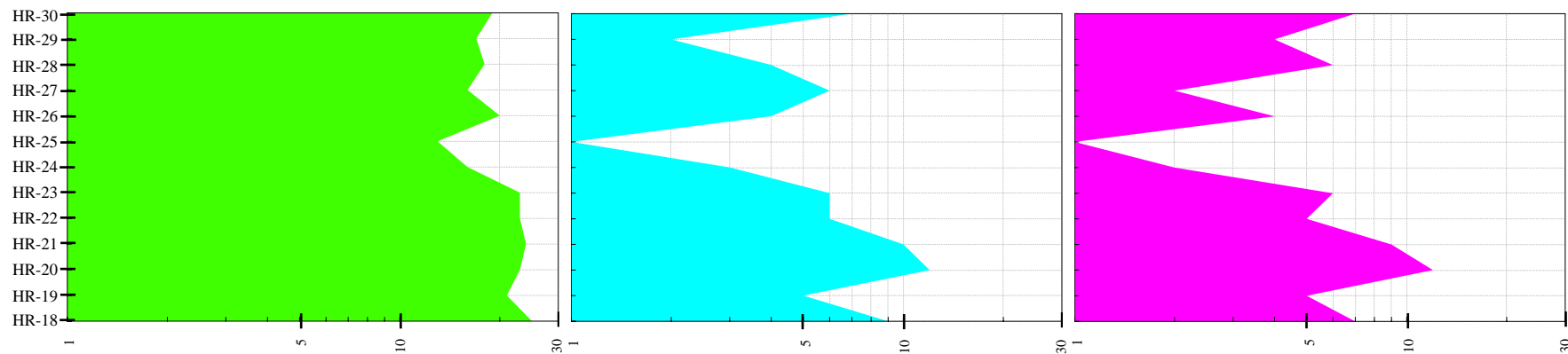


**Figura 40.** Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección Chintul

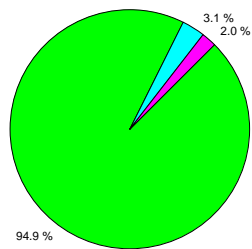
### ABUNDANCIA



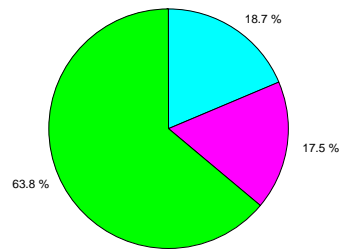
### DIVERSIDAD



### LA NAVIDAD



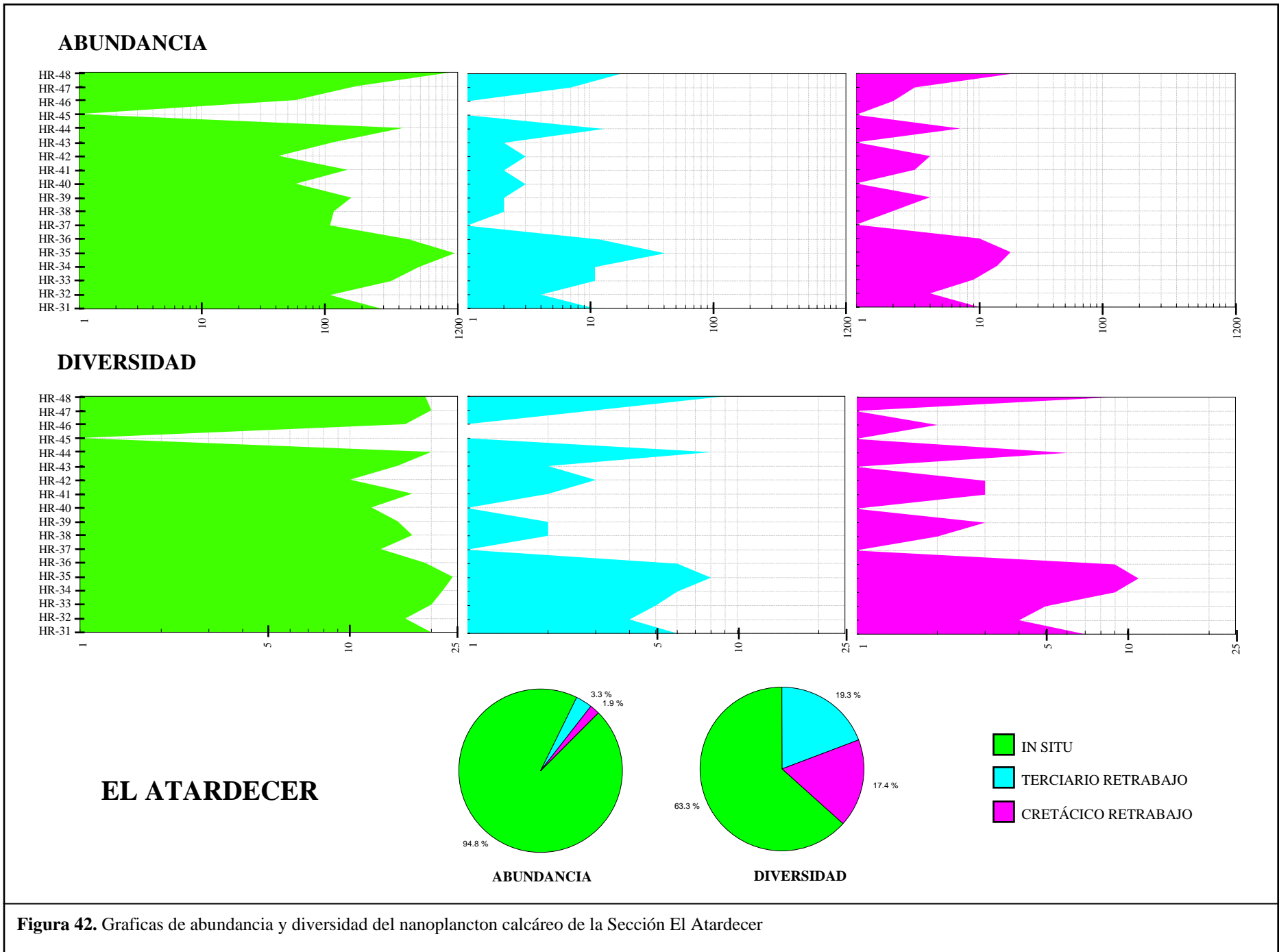
ABUNDANCIA



DIVERSIDAD

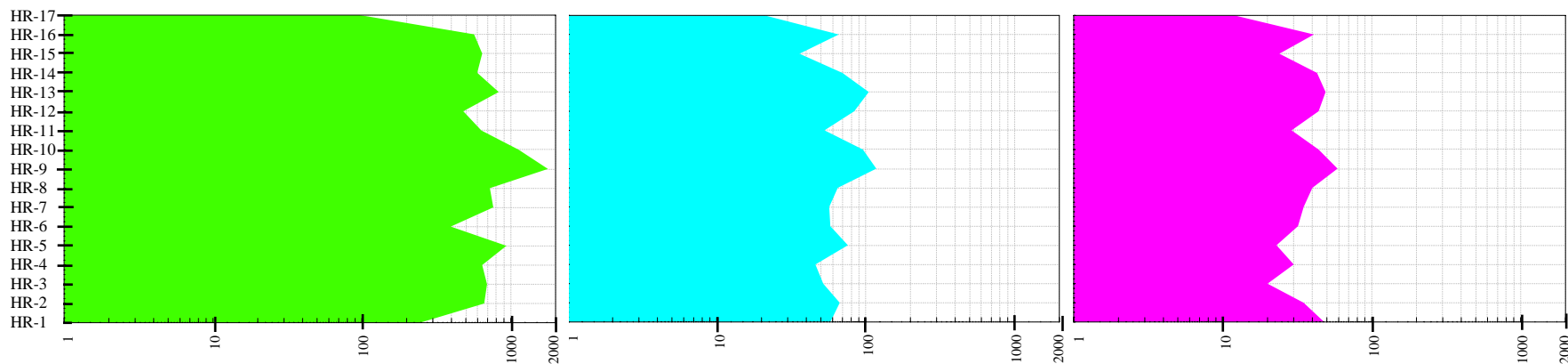
- IN SITU
- TERCARIO RETRABAJO
- CRETÁCICO RETRABAJO

Figura 41. Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección La Navidad

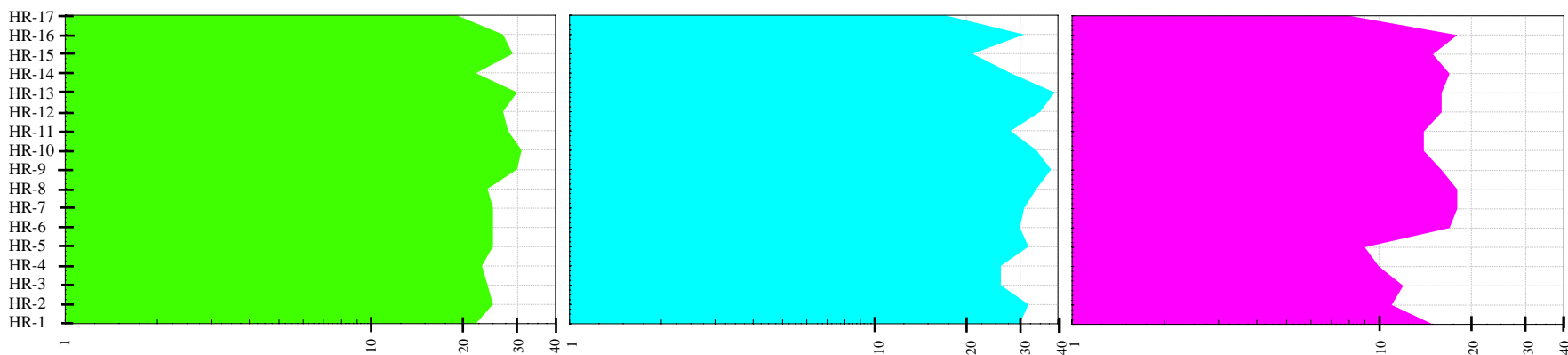


**Figura 42.** Graficas de abundancia y diversidad del nanoplankton calcáreo de la Sección El Atardecer

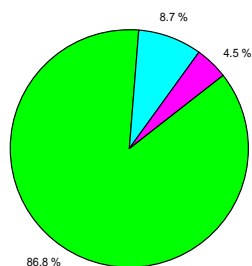
## ABUNDANCIA



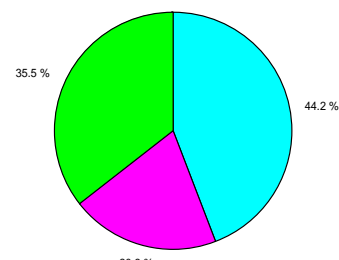
## DIVERSIDAD



## EL ROSARIO



ABUNDANCIA



DIVERSIDAD

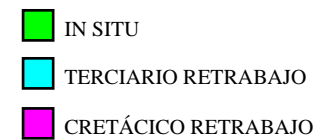


Figura 43. Graficas de abundancia y diversidad del nanoplancton calcáreo de la Sección El Rosario

## CONCLUSIONES

El análisis bioestratigráfico permitió precisar edades para las secciones terciarias analizadas con base al nanoplancton calcáreo, identificándose un total de 74 especies. Las edades propuestas con estos nanofósiles son Paleoceno temprano, Paleoceno tardío, Oligoceno tardío y Mioceno medio.

El Paleoceno temprano está representado por escasos y relativamente bien conservados nanofósiles correspondientes a la **Biozona de *Chiasmolithus danicus* (NP3)**. Esta Biozona se identificó en la Sección Bochil.

El Paleoceno tardío se caracteriza por una abundancia común de la nanoflora y una buena conservación, las asociaciones representativas de esta edad corresponden a la **Biozona de *Fasciculithus tympaniformis* (NP5)** y a la **Biozona de *Heliolithus kleinpellii* (NP6)**. Estas biozonas se determinaron en la Sección San Pedro y en la Sección Tapijulapa respectivamente.

El Oligoceno tardío está definido por nanoplancton calcáreo abundante y relativamente bien conservado correspondiente a la **Biozona de *Sphenolithus ciperensis* (NP25)**. Esta biozona se observó en la Sección Chintul.

El Mioceno medio está representado por nanofósiles abundantes y bien conservados correspondientes a la **Biozona de *Sphenolithus heteromorphus* (NN5)** y a la **Biozona de *Catinaster coalitus* (NN8)**. La primera biozona mencionada se determinó en las Secciones La Navidad y El Atardecer, mientras que la segunda biozona se determinó en la Sección El Rosario.

Los datos bioestratigráficos de todas las especies se incorporaron al Banco de Datos Paleontológicos mediante el software Checklist, y se elaboró un catálogo con las especies representativas de las secciones estudiadas.

Es importante resaltar la resolución estratigráfica que se puede alcanzar mediante estudios bioestratigráficos basados en nanoplancton calcáreo. La datación de sedimentos, fundamental en la exploración de hidrocarburos, se beneficia directamente al tener estudios más detallados y confiables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Akers, W. H. 1965. Plioceno – Pleistocene Boundary, Northern Gulf of México. *Science*. 149. pp. 741-742.
- Akers, W. H. y P. E. Koeppe, 1973. Age of Some Neogene Formations, Atlantic Coastal Plains, United States and Mexico. *Proceedings of Symposium on Calcareous Nannofossils*. Houston Texas 1973: 80-93
- Akers, W. H. 1979. Planktic Foraminifera and Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy of the Neogene of México. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*. 15 (1). pp. 1-32.
- Akers, W. H. 1981. Planktic Foraminifera and Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy of the Neogene of Mexico. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*. Parte 1, 6 (4). Pp. 145-148.
- Akers, W. H. 1984. Planktic Foraminifera and Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy of the Neogene of Mexico. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*. Parte 2 18 (1-2). Pp. 21-36.
- Arney J. E. y Wise S. W. 2003. Paleocene-Eocene Nannofossil Biostratigraphy of ODP Leg 183, Kerguelen Plateau. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 183: 1-59
- Aubry, M. P., 1988a. Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton; Book 1, Discoaster. *Micropaleontology handbook series*.V.
- Aubry, M. P., 1988b. Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton; Book 2, Ortholithae (catinaster, ceratoliths, rhabdoliths). *Micropaleontology handbook series*. V.
- Aubry, M. P., 1989. Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton; Book 3, Ortholithae (catinaster, ceratoliths, rhabdoliths). *Micropaleontology handbook series*. V.



- Aubry, M. P., 1990. Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton; Book 4, Heliolithae (helicoliths, cribriliths, lopadoliths and others). Micropaleontology handbook series. V.
- Aubry, M. P., 1993. Neogene allostratigraphy and depositional history of the De Soto Canyon area, northern Gulf of Mexico. *Micropaleontology*, 39 (4): 327-366.
- Aubry, M. P., 1999. Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton; Book 5, Heliolithae (Zygoliths and Rhabdoliths). Micropaleontology handbook series. V.
- Báldi-Beke, M., 1960, Magyarországi miocen coccolithophoridák retegtani jelentosege. *Foldtani Kozlony*, 90, 213-112.
- Bertini, A., Londeix L., Maniscalco R. di Stefano A., Suc J. P., Clauzon G., Gautier F. y Grasso M. 1998. Paleobiological evidence of depositional conditions in the Salt Member, Gessoso-Solfifera Formation (Messinian, Upper Miocene) of Sicily. *Micropaleontology*, Vol 44 Num 4: 413-433
- Black, M. 1964, Cretaceous and Tertiary coccoliths from Atlantic seamounts. *Palaeontology*, 7, 306-16
- Black, M., 1971, Coccoliths of the Speeton Clay and Sutterby Marl. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 38, 381-424.
- Bolli, H. M., J. B. Saunders y K. Perch-Nielsen, eds., 1985. *Plankton Stratigraphy, Volumen 1: Planktic Foraminifera, Calcareous Nannofossils and Calpionellids*: Cambridge University Press, 509 p.
- Boudreaux , J. E. y Hay W. W., 1969. Calcareous nannoplankton and biostratigraphy of the Late Pliocene-Pleistocene-Recent sediments in the Submarex cores. *Revista Española de Micropaleontologia*, 1(3): 249-292.
- Bown, P. R. 1999. *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*; Kluwer Academic Publishers, 314 p.
- Bramlette M. N. y Riedel W. R. 1954. Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. *Journal of Paleontology*, Tulsa, Vol. 28, No. 4, p. 385-403.

- Bramlette M. N. y F. R. Sullivan. 1961. Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, Vol 7 Num 2. 129-188.
- Bramlette M. N. y Martini, E., 1964, The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. *Micropaleontology*, 10, 291-322.
- Bramlette M. N. y Wilcoxon, J. A., 1967, Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Ciperó section, Trinidad, W.I. . *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 5, 93-131.
- Brönnimann, P. y Stradner, H., 1960, Die Foraminiferen-und Discoasteriden-zonen von Kuba und ihre interkontinentale Korrelation. *Erdoel-Zeitschrift für Bohr-und Foerdertechnik*, 76, 364-369.
- Brotzen, F. 1959. On tylocidaris species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden, with a bibliography of the Danian and the Paleocene. *Sver. geol. Und. C* 571; 81.
- Bubík, M. 1992. Low Diversity Calcareous Nannoplankton Assemblages from the Oligocene Sitborice Member of the Menilitic Formation (West Carpathians, Czechoslovakia) from Bystrice Nad Olsí. *Proceedings of the Fourth INA Conference, Prague 1991. Nannoplankton Research. Vol II: Tertiary Biostratigraphy and Paleoecology; Quaternary coccoliths: 223-245*
- Bukry, D. 1971. Discoaster evolutionary trends. *Micropaleontology* Vol 17 Num 1:43-5
- Bukry, D. 1973. Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Initial Reports of the DSDP*, 15, 685-703.
- Bukry, D. y Percival, S. F., 1971, New Tertiary calcareous nanofossils. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 8, 123-146.

- Bukry, D. y Bramlette, M. N., 1969, Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 7, 131-142.
- Bukry, D. 1981, Cenozoic coccoliths from the Deep Sea Drilling Project, in *The Deep Sea Drilling Project: a decade of progress* (eds J.E. Warme, R. G. Douglas and E. L. Winterer) SEPM Special Publication, 32, pp. 335-353.
- Burns, D. A., 1973, Structural analysis of flanged coccoliths in sediments from the South West Pacific Ocean. *Rev. Esp. Micropaleontol.*, 5 (1), 147-60
- Cabrera, C. R. y Lugo, R. J. E. 1984. Estratigrafía-Sedimentología de las Cuencas Terciarias. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 3, Núm. 2, V.XXXVI, Julio, 3-55p.
- Caratini, C., 1963, Contribution à l'étude des coccolithes du Cénomanién supérieur et du Turonien de la région de Rouen, Thèse, Université d'Alger, Faculté des Sciences, Publication du Laboratoire de Géologie Appliquée, 1-61.
- Castradori, D. 1998. Calcareous nannofossils in the basal zanclean of the eastern Mediterranean sea: remarks on paleoceanography and sapropel formation. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 160: 113-123.
- Cepek, P., 1973, Die Art *Pontosphaera indoceanica* n. sp. Und ihre Bedeutung für die Stratigraphie der jungsten Sedimente des Indischen Ozeans. *Meteor Forschungsergebnisse, Reihe D. Biologie, ser. C*, 12, 1-8.
- Choiriah, S., 2001. The pliocene/pleistocene boundary, based on calcareous nannofossils, and related palaeoclimatic implications, solo river section, ngawi region, east java, indonesia. *Journal of Nannoplankton Research*, Vol 23 Num 1: 15-20
- Deflandre, G. 1942, Coccolithophoridés fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, Bulletin*, 77, 125-137.

- Deflandre, G. 1952. Classe de Coccolithophoridés (Coccolithophoridae Lohmann, 1902). In *Traité de zoologie 1 (1), Phylogénie. Protozoaires : généralités. Flagellés.* Ed. by P. P. Grassé. Paris.
- Deflandre, G. 1953, Hétérogénéité intrinsèque et pluralité des éléments dans les coccolithes actuels et fossiles. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris, 237, 1785-1787.*
- Deflandre, G. y Fert, C., 1954, Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Annales de Paléontologie, 40, 115-176.*
- Deflandre, G. 1957. *Braarudosphaera* nov. gen., type d'une famille nouvelle de Coccolithophoridés actuels à éléments composites. *Comptes Rendus (Hebdomadaires des Séances) de l'Académie des Sciences, Paris, 225, 439-441.*
- Deflandre, G., 1959, Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Revue de Micropaléontologie, 2, 127-152.*
- Edwards, A. R., 1973, Key species of New Zealand calcareous nannofossils. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 16, 68-89.*
- Eshet, Y. y S. Moshkovitz, 1995. New nannofossil biostratigraphy for Upper Cretaceous organic-rich carbonates in Israel. *Micropaleontology, 41 (4): 321-341.*
- Farinacci, A. 1989. *Catalogue of calcareous nannofossils; Vol. 1-9.* Ed. Tecnoscienza.
- Flores V. J. A. 1986. .Estudio Sistemático de los Asterolitos de Algunas Series del Sector N.O. de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España) y Sondeos Oceánicos D.S.D.P. Próximos I. *Stvdia Geologicaa Salmantica, XXIII, 219-263*
- Flores, V. J. A. 1987a. Estudio Sistemático de los Asterolitos de Algunas Series del Sector N.O. de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España) y Sondeos Oceánicos D.S.D.P. Próximos II. *Stvdia Geologicaa Salmantica, XXIV, 25-65*

- Flores V. J. A. 1987b. El "Grupo" Sphenolithus abies en el Neógeno de las Cuencas del Guadalquivir (España) y Surrifeña (Marruecos), y Sondeos D.S.D.P. del Atlántico Nororiental. *Revista Española de Paleontología*, 2, 9-17
- Fornaciari E., Raffi, I., Rio, D., Villa, G., Backman, J., y Olafsson, G., 1990. Quantitative Distribution Patterns of Oligocene and Miocene Calcareous Nannofossils from the Western Equatorial Indian Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol 115*. 237-254
- Fornaciari E. y D. Rio. 1996. Latest Oligocene to early middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, Vol 42 Num 1: 1-19
- Fornaciari, E., Di Stefano, A., Rio, D., y Negri, A., 1996. Middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region. *Micropaleontology*, Vol 42 Num1: 37-63
- Gartner, S. 1967. Nannofossil Species Related to *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray & Blackman). *Paleontological Contributions The University of Kansas*. Paper 28: 1-6.
- Gartner, S. 1969, Two new calcareous nannofossils from the Gulf Coast Eocene. *Micropaleontology*, 15, 31-34.
- Gartner, S. 1970, Coccolith age determinations Leg 5. *Deep Sea Drilling Project, Initial Reports, Vol 5*. 495-500
- Gartner, S. Jr., Chen M. P. and Stanton R. J. 1983-84. Late Neogene Nannofossil Biostratigraphy and Paleoceanography of The Northeastern Gulf of Mexico and adjacent areas. *Marine Micropaleontology*. 8. pp. 17-50.
- Gartner, S. 1992. Miocene nannofossil chronology in the North Atlantic, DSDP Site 608. *Marine Micropaleontology*, 18:307-331
- Gorostidi, D. A. 1993. Nanofósiles Calcáreos y Eventos del Cretácico Medio-Superior de la Región Vasco-cantábrica. Departamento de

Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Facultad de Ciencias  
Universidad del País Vasco/E.H.U. 1993. Tesis Doctorado. 304 pp.

- Gran, H. H. y Braarud, T. 1935. A quantitative study of the phytoplankton in the Bay of Fundy and de Gulf of Maine. *Journal of the Biological Board of Canada*, 1, 279-467.
- Grassé, P. P., 1952. *Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie*. Vol 1, fasc 1 : Phylogénie. Protozoaires : généralités. Flagellés : Paris.
- Haeckel, E. 1894. *Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen*. Reimer, Berlin, 400 pp.
- Haq, B. U. 1966, Electron microscope studies on some upper Eocene calcareous nannoplankton from Syria. *Stockholm Contributions in Geology*, 15, 23-37.
- Haq, B. U. 1971, Paleogene calcareous nannoflora. Parts I-IV. *Stockholm Contributions in Geology*, 25, 1-158.
- Haq, B. U. 1973. Evolutionary trends in the Cenozoic coccolithophore genus *Helicopontosphaera*. *Micropaleontology*, Vol. 19 Num 1: 32-52
- Hadavi, F. 2000. Calcareous Nannofossils from the Konarak Area of the Coastal Makran, Iran: A Note. *Journal of Nannoplankton Research*, Vol 22 Num 3: 195-198
- Hay, W. W., Mohler, H. P. y Wade, M. E., 1966, Calcareous nannofossils from Nal'chik (northwest Caucasus). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 59, 379-399.
- Hay, W. W., Mohler, H. P., Roth, P. H., Schimidt, R. R. y 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.*, 17, 428-80.

- Hay, W. W. and Mohler, H.P., 1967, Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Eocene correlations. *Journal of Palaeontology*, 41, 1505-1541.
- Hay, W. W., 1970, Calcareous nannofossils from cores recovered on Leg 4. *Initial Reports of the DSDP*, 4, 455-501.
- Hay, W. W., 1977, Calcareous nannofossils. In: A. T. S. Ramsay, *Oceanic Micropaleontology*, pp. 1055-1200, Academic Press.
- Heck, S. E. van and Pris, B., 1987, A refined nannoplankton zonation for the Danian of the Central North Sea. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 39, 285-303.
- Hilgen, F. J., Krijgsman, W., Raffi, I., Turco, E., y Zachariasse, W. J., 2000. Integrated stratigraphy and astronomical calibration of the Serravallian/Tortonian boundary section at Monte Gibliscemi (Sicily, Italy). *Marine Micropaleontology*. (38): 181-211
- Howe, H. R. y Sblendorio-Levy A. 1998. Calcareous nannofossil biostratigraphy and sediment accumulation of turbidite sequences on the madeira abyssal plain, sites 950-952. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 157: 501-520.
- Huang, L. 1997. Calcareous nannofossil biostratigraphy in the Pearl River Mouth Basin, South China Sea, and Neogene reticulofenestrid coccoliths size distribution pattern. *Marine Micropaleontology*, (32): 31-57
- Jafar, S. A. y Martini, E., 1975, On the validity of the calcareous nannoplankton genus *Helicosphaera*. *Senckenbergiana Lethaea*, 56, 381-397.
- Janin, M. C., 1987, *Micropaléontologie de concrétions polymétalliques du Pacifique central : zone Clarion-Clipperton, chaîne Centre-Pacifique, Iles de la Ligne et archipel des Tuamotou (Eocène-Actuel)*, Société Géologique de France, *Memories*, 152, 315.

- Jerkovic, L. 1970. Noelaerhabdus nov. Gen. Type d'une nouvelle famille de coccolithophoridés fossiles : Noelaerhabdaceae du Miocène supérieur de Yougoslavie. C.r. Hebd. Seances Acad. Sci., 270, 468-70.
- Jordan, R. W., Kleijne, A., Heimdal, B. R. & Green J. C., 1995. A glossary of the extant haptophyta of the world. Journal of the Marine Biological Association, UK, 75, 769-814.
- Kaenel, E., y Villa, G., 1996, Oligocene-Miocene calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology from the Iberia Abyssal Plain. Proceedings of the ODP, Scientific Results, 149, 79-145.
- Kaenel, E., Siesser, W. G. y Murat. A. 1999. Pleistocene calcareous nannofossil biostratigraphy and the western Mediterranean sapropels, sites 974 to 977 and 979. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 161: 159-183.
- Klumpp, B. 1953. Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des Mittleren und Oberen Eozän. Palaeontographica, 103A, 377-406.
- Krhovský, J., 1992. Paleoenvironmental changes across the eocene/oligocene boundary in the zdánice and pouzdrany units (western carpathians, Czechoslovakia): the long-term trend and orbitally forced changes in calcareous nannofossil assemblages. Proceedings of the Fourth INA Conference, Prague 1991. Nannoplankton Research. Vol II: Tertiary Biostratigraphy and Paleoecology; Quaternary coccoliths:105-187
- Kamptner, E., 1927, Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden. Archiv für Protistenkunde, 58, 173-184.
- Kamptner, E., 1941, Die Coccolithineen der Sudwestküste von Istrien. Naturhistorischen Museum in Wien. Annalen, 51, 54-149.
- Kamptner, E., 1948, Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens. Sitzungberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abt. 1, 157, 1-16.



- Kamptner, E., 1950, Über den submikroskopischen Aufbau der Coccolithen. Anz. Österr. Akad. Wiss., Math.-Naturw. Kl., 87, 152-8.
- Kamptner, E., 1954, Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. Archiv für Protistenkunde, 100, 1-90.
- Kamptner, E., 1963, Coccolithineen-Skelettreste aus Tiefseeablagerungen des Pazifischen Ozeans. Naturhistorisches Museum in Wien, Annalen, 66, 139-204.
- Lemmermann, E. 1908. Flagellatae, Chlorophyceae, Cocco-sphaerales und Silicoflagellatae. In: K. Brandt & C. Apstein (eds.) Nordisches Plankton, pp. 1-40.
- Lipps, J. H., 1969, Triquetrorhabdulus and similar calcareous nannoplankton. Journal of Paleontology, 43. 1029-1032.
- Locker, S., 1972, Coccolithineen aus dem Paläogen Mitteleuropas. Paläobotanik, 3, 735-836.
- Loeblich, A. R. y Tappan, H. 1978. The coccolithophorid genus Calcidiscus Kamptner and its synonyms. Journal of Paleontology, 52, 1390-1392.
- Lohmann, H. 1902. Die Coccolithophoridae, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Mittelmeerauftriebs. Archiv für Protistenkunde. 1. 89-165.
- Lohmann, H., 1919, Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der "Deutschland" 1911. Archiv für Biontologie, 4, 1-617.
- López, R. 1976. Carta geológica de la República Mexicana, escala 1:2,000,000. 4ª edición, 1976.
- Loureiro A. R. 1997. Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários. Universidade federal do rio de janeiro. Instituto de Geociencias. 115 pp.
- Maiorano, P. y S. Monechi, 1998. Revised correlations of Early and Middle Miocene calcareous nannofossil events and magnetostratigraphy from DSDP Site 563 (North Atlantic Ocean). (35): 235-255

- Marino M. y Flores J. A. 2002a. Data report: Calcareous nannofossil stratigraphy at sites 1088 and 1090 (ODP leg 177, southern ocean). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 177: 1-14
- Marino M. y Flores J. A. 2002b. Data report: Calcareous nannofossil data from the eocene to oligocene, leg 177, hole 1090B. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 177: 1-9
- Marino M., P. Maiorano y S. Monechi, 2003. Quantitative Pleistocene Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of Leg86, Site 577 (Shatsky Rise, NW Pacific Ocean), Journal of Nannoplankton Research. Vol 25 Num 1: 25-37
- Martini, E. 1961. Nannoplankton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von SW-Frankreich. Senckenbergiana Lethaea, 42, 1-32.
- Martini, E. 1965, Mid-Tertiary calcareous nannoplankton from Pacific deep-sea cores. Colston Papers, 17, 393-411.
- Martini, E. 1969. Nannoplankton aus dem Latdorf (locus typicus) und weltweite Parallelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän. Senckengergiana lethaea. 50, 2/3: 117-159
- Martini, E., 1970. Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonation. Nature, 226, 560-1.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Planktonic Conf., Proc. No.. V. 2, p. 739-785
- Martini, E., 1976. Cretaceous to Recent calcareous nannoplankton from the Central Pacific Ocean (DSDP Leg 33). Initial Rep. Deep Sea Drill Proj., 33, 383-423.
- Martini, E. y Bramlette, M. N., 1963, Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole drilling. Journal of Paleontology, 37, 845-855.
- McGonigal, K., y Di Stefano. A., 2002. Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Eocene-Oligocene transition. ODP Sites 1123 and

1124. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 181: 1-22

- McGonigal K. L. y Wei W., 2003. Data Report: Miocene Calcareous Nannofossil Biostratigraphy, ODP Leg 189, Tasmanian Seaway. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 189: 1-39
- Mita, I. 2001. Data report: Early to late Eocene calcareous nannofossil assemblages of sites 1051 and 1052, Blake nose, northwestern Atlantic Ocean. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 171B: 1-28
- Moshkovitz, S. y Ehrlich, A., 1980. Distribution of the calcareous nannofossils in the Neogene sequence of the Jaffa-1 Borehole, Central Coastal Plain, Israel. Geological Survey of Israel Report, PD/1/80, 1-25.
- Moshkovitz, S. y D. Habib. 1993. Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary, Alabama and Georgia. *Micropaleontology*. Vol 39, Num 2: 167-191
- Müller, C., 1970, Nannoplankton aus dem Mittel-Oligozän von Norddeutschland und Belgien. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 135, 82-101.
- Müller, C. 1974. Nannoplankton aus dem Mittel-Miozän von Walberdorf (Burgenland). *Senckenbergiana Lethaea*, 55, 389-405.
- Murray, G. y Blackman, V.H. 1898. On the nature of the coccospheres and rhabdospheres. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 190B, 427-441
- Nagymarosy A. y A. A. Voronina, 1992. Calcareous nannoplankton from the lower Maykopian beds (early Oligocene, Union of Independent States). Proceedings of the Fourth INA Conference, Prague 1991. *Nannoplankton Research. Vol II: Tertiary Biostratigraphy and Paleoecology; Quaternary Coccoliths*: 189-221

- Negri A., Giunta S., Hilgen F., Krjigsman W., Vai G. B. 1999. Calcareous nanofossil biostratigraphy of the M. del Casino section (northern Apennines, Italy) and paleoceanographic conditions at times of Late Miocene sapropel formation. *Mar. Micropal.* 36(1):13-30
- Noël, D., 1957, *Coccolithes des terrains Jurassiques de l'Algérie*. Publications du Service de la Carte Géologique de l'Algérie, (Nouvelle Série), Bulletin 8, 303-385.
- Noël, D., 1965, *Sur les Coccolithes du Jurassique Européen et d'Afrique du Nord*. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Okada, H. y Bukry, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol.*, 5(3): 321-325.
- Ostefeld, C. H. 1899. Über *Coccosphaera* und einige neue *Tintinniden* im Plankton des nördlichen Atlantische Oceans. *Zool. Anz.*, 22: 433-439.
- Pavsic, J. 1977. Nannoplankton from the Upper Cretaceous and Paleocene beds in the Gorica region. *Geol. Razprave in Porocila*, 20, 33-83.
- Perch-Nielsen, K., 1969, *Die Coccolithen einiger dänischer Maastrichtien- und Danienlokalitäten*. Bulletin of the Geological Society of Denmark, 19, 51-68.
- Perch-Nielsen, K., 1971a. Einige neue *Coccolithen* aus dem Paläozän der Bucht von Biskaya. *Bull. geol. Soc. Denmark*, 21, 347-61.
- Perch-Nielsen, K., 1971b. Neue *Coccolithen* aus dem Paläozän von Dänemark, der Bucht von Biskaya und dem Eozän der Labrador See. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 21, 51-66.
- Perch-Nielsen, K., 1972, *Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the North Atlantic*. Initial Reports of the DSDP, 12, 1003-1069.

- Perch-Nielsen, K., 1977, Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the Western South Atlantic, DSDP Leg 39. Initial Reports of the DSDP, 39, 699-823.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic calcareous nannofossils, in Plankton Stratigraphy (eds H. M. Bolli, J. B. Saunders and K. Perch-Nielsen), Cambridge University Press, pp. 427-554.
- Phillips, J., 2001. Checklist II (cd-rom), ver. 4.5: Denver, 1 cd rom, programa informático.
- Poche, F. 1913. Das System der Protozoa. Arch. Protistenk., 30, 125-321.
- Pospichal, J. J. y S. W. Wise, 1990. Paleocene to middle Eocene Calcareous Nannofossils of ODP Sites 689 y 690, Maud Rise, Weddell Sea. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol 113. 613-638
- Prins, B. 1971. Speculations on relations, evolution and stratigraphic distribution of discasters, in Proceedings of the Second Planktonic Conference Roma 1970, (ed. A. Farinacci), Edizioni Tecnoscienza, Rome, 2, pp. 1017-1037.
- Prins, B. 1979. Notes on nannology 1. Clausicoccus, a new genus of fossil Coccolithophorids. INA Newsletter, 1, N2-N4.
- Raffi, I. y D. Rio. 1979. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of DSDP Site 132-LEG 13 (Tyrrhenian Sea-Western Mediterranean). Riv. Ital Paleont. V. 85 Num 1:127-172.
- Raffi, I. Backman, J. y Rio D. 1998. Evolutionary trends of tropical calcareous nannofossils in the late Neogene. Marine Micropaleontology. (35): 17-41
- Reinhardt, P., 1966, Zur Taxionomie und Biostratigraphie des fossilen Nannoplanktons aus dem Malm, der Kreide und dem Alttertiär Mitteleuropas. Freiburger Forschungshefte, C196, 5-109.

- Reinhardt, P., 1967, Fossile Coccolithen mit rhagoidem Zentralfeld (Fam. Ahmuellerelaceae, Subord. Coccolithineae). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1967, 163-178.
- Risatti, J. B. 1973. Nannoplankton biostratigraphy of the upper Bluffport Marl-Lower Prairie Bluff Chalk Interval (Upper Cretaceous), in Mississippi. Proceedings of Symposium on Calcareous Nannofossils. Houston Texas 1973: 8-57
- Romein, A. J. T., 1979. Lineages in early Paleogene Calcareous Nannoplankton. Utrecht Micropaleontological Bulletin, V. 22, 231 pp.
- Roth, P. H., 1970, Oligocene calcareous nannoplankton biostratigraphy. Eclogae Geologicae Helvetiae, 63, 799-881.
- Roth, P. H. y Thierstein, H., 1972, Calcareous nannoplankton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. Initial Reports of the DSDP, 14, 421-485.
- Ruiz R. F. H. 1996 Tesis Licenciatura. Biólogo. Análisis de la Diversidad y Abundancia del Nanoplancton Calcáreo y sus Implicaciones a Través del Límite Cretácico-Terciario en Dos Secciones del Noreste de México. Facultad de Ciencias UNAM. 107 pp.
- Sachs, J. B. y H. C. Skinner 1973. Late Pliocene-Early Pleistocene Nannofossil Stratigraphy in the North Central Gulf Coast Area. Proceedings of Symposium on Calcareous Nannofossils. Houston Texas 1973: 94-125
- Salmeron U. P., Lourdes Omaña P., Gisela Salazar M., José A. Gómez P., Severo González L., Jorge E. Lugo R., Arnulfo Díaz P., Roman Landeros R., 1991, Bioestratigrafía del Neógeno en la Planicie Costera y Plataforma Continental del Sureste de México, Proyecto CAO-5509, Reporte inédito, IMP Foraminíferos.
- Sánchez-Ríos M. A., 1989. Foraminifères Planctoniques et Nannoplancton Calcaire de Quelques Sites du Crétacé Supérieur Mexicain et Sud-Pyrénéen: France, L' Université Paul-Sabatier de Toulouse (Sciences), Tesis Doctoral. 255 p.

- Sánchez-Ríos, M. A., J. C. González L., J. A. Gómez P., F. Viñas. 1991. Investigación taxonómica y Bioestratigráfica del Nanoplancton Calcáreo en las Cuencas Neógenas del Sureste de México. Parte 1. IMP. 100 p. 34 láms. 24 cuadros. Informe Inédito.
- Sánchez, M. A.,. 1992. Implementación de un Banco de Datos Paleontológicos (grupo Nanoplancton Calcáreo). Proyecto CAO-1403. Instituto Mexicano del Petroleo.
- Sánchez-Ríos, M. A., González, L. J., Padilla, A. P., 1993a. Investigación del Nanoplancton Calcáreo del Oligoceno-Mioceno en la Sierra de Chiapas. Proyecto CAC-3101. Instituto Mexicano del Petroleo.
- Sánchez, M. A., Omaña, P. L., Salmerón, U. P., Salazar, M. F. *et al.* 1993b. A Multidisciplinary Chronostratigraphic Database for the Tertiary Strata of the Tampico-Misantla and Veracruz Basins, México. Report on the Paleontologica Database Project. Instituto Mexicano del Petroleo. (Informe Inédito).
- Sánchez-Ríos, M. A. y G. M. Salazar, 1994 Banco de Datos Paleontológicos del Terciario para la Sonda de Campeche. Proyecto CAC-0503. Instituto Mexicano del Petroleo. 10 p. 4 cuadros, 13 láminas (Informe Inédito).
- Sánchez-Ríos, M. A. y P. Salmerón U., 1995. Pozos Negras-1, Novillero-9 y Novillero-15. 7pp. 2 láminas. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos, M. A. 1995a. El Nanoplancton Calcáreo del Pozo Golpe 59, Cuenca de Comalcalco. IMP. 7 p. 2 cuadros. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos, M. A., 1995b. Pozo Neptuno 1A. Nanoplancton Calcáreo. Informe Inédito. 7p. 2 figuras, 3 láminas. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos, M. A. y P. Padilla Á., 1995 Banco de Datos Paleontológicos del Terciario de las Cuencas: Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz. Proyecto CAC-0502. IMP. Informe Inédito.

- Sánchez-Ríos, M. A., M. A. Betanzos G., A. Espiricueto I., C. Cárdenas L., V. M. Marinez M., P. Partida M., 1996. Estudio del Nanoplancton Calcáreo del Pozo Cocuite 102, Cuenca de Veracruz. 3 cuadros, 2 láminas. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos, M. A., 1997. Banco de Datos del Mesozoico. IMP. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos, M. A. y P. Padilla A., 1997. Banco de Datos del Cenozoico. IMP. Informe Inédito.
- Sánchez-Ríos M. A. 1998. High Resolution Nannofossils Biostratigraphy: Greater Gulf of Mexico and Southwest Atlantic Ocean. Instituto Mexicano del Petroleo y Texas A & M University Department of Oceanography. Tesis Posdoctoral.
- Sánchez-Ríos, M. A. y P. Padilla A. 1999-2000. El Nanoplancton Calcáreo del Pozo Tabscob-1 y su integración con los foraminíferos planctónicos y bentónicos. Proyecto P0503: Sedimentología y Diagénesis de las Cuencas Terciarias del Sureste de México. 17 pp. 3 cuadros.
- Sánchez-Ríos, M. A. y P. Padilla A. 2001, El Nanoplancton Calcáreo: México: Distrito Federal, Instituto Mexicano del Petróleo, Manual Técnico, 27 p.
- Sánchez, M. A., J. C. González L., E. Lara. 1992. Investigación Taxonómica y Bioestratigráfica del Nanoplancton Calcáreo en las Cuencas Neógenas del Sureste de México. Parte II. IMP. 75 págs., 3 láms. 8 cuadros. Informe Inédito.
- Schiller, J., 1930, Coccolithineae, in Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 10. Band, 2 Abt. (ed. L. Rabenhorst), Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, pp. 89-267.
- Schwarz, E. H. L., 1894, Coccoliths. Annals and Magazine of Natural History; ser. 6, 14, 341-346.
- Shafik, S., Watkins, D.K., and Shin, I.C., 1998. Upper Cenozoic calcareous nannofossil biostratigraphy, Côte d'Ivoire-Ghana Margin, eastern equatorial



- Atlantic. In Mascle, J., Lohmann, G.P., and Moullade, M. (Eds.), *Proc. ODP, Sci. Results*, 159: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 509-523.
- Stradner, H., 1959, First report on the discoasters of the Tertiary of Austria and their stratigraphic use. *Proceedings of the Fifth World Petroleum Congress*, 1, 1081-1095.
  - Stradner, H., 1961, Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. *Erdoel-Zeitschrift*, 77, 77-88.
  - Stradner, H., 1962, Über neue und wenig bekannte Nannofossilien aus Kreide und Alttertiär. Sonderabdruck aus den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 2, 363-377.
  - Stradner, H., 1963, New contributions to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils. *Proceedings of the Sixth World Petroleum Congress*, Section 1, Paper 4, 167-183.
  - Stradner, H., y Adamiker, D., 1966. Nannofossilien aus Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bearbeitung. *Erdoel-Erdgas-Z.*, 82:330-341.
  - Sullivan, F. R., 1964 Lower Tertiary nanoplankton from the California Coast Ranges. I. Paleocene. *University of California Publications in Geological Sciences*, 44, 163-227.
  - Sullivan, F. R., 1965, Lower Tertiary nanoplankton from the California Coast Ranges. II. Eocene. *University of California Publications in Geological Sciences*, 53, 1-74.
  - Siesser, W. G., 1998. Calcareous nannofossil Genus *Scyphosphaera*: structure, taxonomy, biostratigraphy, and phylogeny. *Micropaleontology*, 44 (4): 351-384.
  - StatSoft, 2001, *Statistica* (cd-rom), ver. 6: USA, StatSoft, Inc., 1 cd-rom, programa informático.
  - Tan S. H., 1927, *Discoasteridae incertae sedis*. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, Sect. Sci, 30, 411-419.

- Theodoridis, S. A., 1983. On the legitimacy of the generic name Discoaster Tan, 1927 ex Tan, 1931. INA Newsletter, 5 (1), 15-21.
- Theodoridis, S. A., 1984. Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. Utrecht Micropaleontological Bulletins, 32, 1-271.
- Triantaphyllou, M. 1998. Revised Biostratigraphy Based on Calcareous Nannofossils of the Citadelle Section, Zakynthos Island, Greece. Journal of Nannoplankton Research, Vol 20 Num 1: 31-38
- Van Heck, S. E. y Perch-Nielsen, 1987, Validation of Chiasmolithus danicus Brotzen (1959). Abh. Geol. B. –A., 39:279-283.
- Varol, O. y Jakubowski, M., 1989, Some new nannofossil taxa. INA Newsletter, 11, 24-29.
- Varol, O., 1991, New Cretaceous and Tertiary Calcareous Nannofossils. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 182, 211-237.
- Varol, O., 1992, Taxonomic revision of the Polycyclolithaceae and its contribution to Cretaceous biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy, 27, 93-127.
- Vathi, K. 1998. A Note on the First Occurrence of Helicosphaera carteri in the Early Oligocene (NP23, *Sphenolithus predistentus* Zone). Journal of Nannoplankton Research, Vol 20 Num 1: 39-44
- Viñas, G. F. 1979. Zonación del Nanoplancton Calcáreo del Terciario en el Área Huimanguillo. IMP, Proyecto C-3041, Inédito.
- Viñas, G. F. 1982. Estudio Bioestratigráfico basado en Nanoplancton Calcáreo del Pozo Extremeño No. 301. IMP, Proyecto C-1125, Inédito.
- Viñas, G. F. 1985. Estudio Bioestratigráfico, Sedimentológico y Geofísico del Noroeste de la Cuenca de Altar, Sonora, Nanoplancton Calcáreo. IMP, Proyecto C-3010, Inédito.

- Wallich, G.C. 1877, Observations on the coccosphere. *Annals and Magazine of Natural History*, 19, 342-350.
- Wei, W. y S. W. Wise, 1989. Paleogene Calcareous Nannofossil Magnetobiochronology: Results from South Atlantic DSDP Site 516. *Marine Micropaleontology*, 14: 119-152
- Wei, W. y Pospichal, J. J., 1991, Danian calcareous nannofossil succession at ODP Site 738 in the southern Indian Ocean. *Proceedings of the ODP, Scientific Results*, 119, 495-512.
- Wei, W., 1998. Calcareous nannofossils from the southeast Greenland margin: biostratigraphy and paleoceanography. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 152: 147-160.
- Wei, W. y S. W. Wise. 1990. Middle Eocene to Pleistocene Calcareous Nannofossils Recovered by Ocean Drilling Program Leg 113 in the Weddell Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol 113 639-666
- Wei W. 2003. Upper Miocene Nannofossil Biostratigraphy and Taxonomy of Exxon Core CH30-43-2 from the Gulf of Mexico. *Journal of Nannoplankton Research*. Vol 25 Num 1: 17-23
- Wei, K. Y., Yang T. N. y Huang, C. Y. 1997. Glacial-Holocene calcareous nannofossils and paleoceanography in the northern South China Sea. *Marine Micropaleontology* (32): 95-114
- Wells, P. y H. Okada. 1997. Response of nannoplankton to major changes in sea-surface temperature and movements of hydrological fronts over Site DSDP 594 (south Chatham Rise, southeastern New Zealand), during the last 130 kyr. *Marine Micropaleontology*. (32): 341-363
- Wilcoxon, J. A., 1970, *Cyclococcolithina* Wilcoxon nom. nov. (nom. subst. pro *Cyclococcolithus* Kamptner, 1954). *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 8, 82-83.

- Wise, S. W., 1973, Calcareous fossils from cores recovered during Leg 18, Deep Sea Drilling Project: biostratigraphy and observations on diagenesis. Initial Reports of the DSDP, 18, 569-615.
- Wise, S. W., 2002. NannoWare/Bugcam (cd-rom), ver. 2002.8:Florida, BugWare, Inc., 1 cd-rom, programa informático.
- Yongyang H. y D. Weiwu, 1992. Calcareous nannofossil biostratigraphy of polymetallic nodules in central and eastern pacific basins. Proceedings of the Fourth INA Conference, Prague 1991. Nannoplankton Research. Vol II: Tertiary Biostratigraphy and Paleoecology; Quaternary coccoliths: 293-303
- Young, J. R. y Bown, P. R. 1997. Higher Classification of Calcareous Nannofossils. Journal of Nannoplankton Research, 19/1, 15-47.
- Young, J. R. , Bergren, J. A., Bown, P. R., Burnett, J. A., Fiorentino, A., Jordan, R. W., Kleijne, A., Niel, B. E. van, Romein, A. J. T. And Salis, K. Von, 1977. Guidelines for coccolith and Calcareous nannofossil terminology. Paleontology: (Journal of the Palaeontological Association), 40/4, 875-912.

# **APÉNDICE “A”**

## **REPORTE DEL CHECKLIST DE LAS SECCIONES**

## Sección Bochil Nanoplancton Calcáreo

---

### SAMPLE: HR-62

#### Comentario:

Edad: Paleoceno temprano

Zona: NP3

7	<i>Thoracosphaera sp.</i>	1	<i>Thoracosphaera saxea</i>
3	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>	8	<i>Braarudosphaera sp.</i>
1	<i>Chiasmolithus danicus</i>	11	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>
27	<i>Braarudosphaera discula</i>	3	<i>Pemma sp.</i>
1	<i>Neochiastozygus sp.</i>		

---

### SAMPLE: HR-61

#### Comentario:

Edad: Paleoceno temprano

Zona: NP3

9	<i>Thoracosphaera sp.</i>	2	<i>Thoracosphaera saxea</i>
3	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>		

---

### SAMPLE: HR-60

#### Comentario:

Edad: Paleoceno temprano

Zona: NP3

4	<i>Thoracosphaera sp.</i>	5	<i>Thoracosphaera saxea</i>
1	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>	1	<i>Chiasmolithus danicus</i>
11	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>		

---

### SAMPLE: HR-59

#### Comentario:

Edad: Paleoceno temprano

Zona: NP3

4	<i>Thoracosphaera sp.</i>	8	<i>Thoracosphaera saxea</i>
3	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>	1	<i>Braarudosphaera sp.</i>

---

### SAMPLE: HR-58

#### Comentario:

Edad: Paleoceno temprano

Zona: NP3

7	<i>Thoracosphaera sp.</i>	9	<i>Thoracosphaera saxea</i>
1	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>	1	<i>Braarudosphaera sp.</i>

---

**SAMPLE: HR-57**

**Comentario:**

**Edad:** Paleoceno temprano

**Zona:** NP3

7      *Thoracosphaera sp.*

2      *Ellipsagelosphaera sp.*

5      *Thoracosphaera saxea*

---

**SAMPLE: HR-56**

**Comentario:**

**Edad:** Paleoceno temprano

**Zona:** NP3

7      *Thoracosphaera sp.*

8      *Thoracosphaera saxea*

---

## Sección San Pedro Nanoplancton Calcáreo

---

---

### SAMPLE: HR-75

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP5

3	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
3	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	2	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	3	<i>Coronocyclus sp.</i>
3	<i>Fasciculithus janii</i>	1	<i>Sphenolihthus primus</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	2	<i>Lanternitus minutus</i>
1	<i>Scapholithus sp.</i>	1	<i>Fasciculithus pileatus</i>
1	<i>Cruciplacolithus tenuis</i>		

---

---

### SAMPLE: HR-74

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP5

5	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
4	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	5	<i>Fasciculithus janii</i>
1	<i>Fasciculithus pileatus</i>	1	<i>Sphenolihthus primus</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	3	<i>Lanternitus minutus</i>
1	<i>Semihololithus kerabyi</i>		

---

---

### SAMPLE: HR-73

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP5

5	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Ellipsolithus macellus</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	3	<i>Coronocyclus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus janii</i>	1	<i>Sphenolihthus primus</i>
1	<i>Semihololithus kerabyi</i>	1	<i>Lanternitus minutus</i>
3	<i>Neochiastozygus sp.</i>	1	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>

---



**SAMPLE: HR-72****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

6	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	2	<i>Toweius pertusus</i>
3	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
2	<i>Honibrookina teuriensis</i>	2	<i>Neochiastozygus sp.</i>
2	<i>Fasciculithus janii</i>	2	<i>Sphenolihtus primus</i>
2	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	2	<i>Lanternitus minutus</i>

**SAMPLE: HR-71****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Fasciculithus janii</i>	1	<i>Sphenolihtus primus</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus sp.</i>

**SAMPLE: HR-70****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	1	<i>Fasciculithus janii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Lanternitus minutus</i>
1	<i>Neochiastozygus sp.</i>	1	<i>Ellipsagelosphaera sp.</i>

**SAMPLE: HR-69****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	3	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia robusta</i>	1	<i>Honibrookina teuriensis</i>
1	<i>Coronocyclus sp.</i>	1	<i>Micrantolithus entaster</i>
1	<i>Sphenolihtus primus</i>	1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
2	<i>Neochiastozygus sp.</i>	1	<i>Thoracosphaera sp.</i>

**SAMPLE: HR-68****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	2	<i>Coronocyclus sp.</i>
2	<i>Fasciculithus janii</i>	2	<i>Sphenolithus primus</i>
1	<i>Cruciplacolithus tenuis</i>	2	<i>Neochiastozygus sp.</i>

**SAMPLE: HR-67****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Honibrookina teuriensis</i>
2	<i>Coronocyclus sp.</i>	1	<i>Fasciculithus janii</i>
2	<i>Sphenolithus primus</i>	1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
1	<i>Neochiastozygus sp.</i>		

**SAMPLE: HR-66****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

5	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus cf. tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
2	<i>Coronocyclus sp.</i>	1	<i>Fasciculithus janii</i>
1	<i>Scapholithus sp.</i>		

**SAMPLE: HR-65****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus cf. tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	2	<i>Ericsonia robusta</i>
4	<i>Coronocyclus sp.</i>	1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
1	<i>Cruciplacolithus tenuis</i>	1	<i>Ericsonia subpertusa</i>

**SAMPLE: HR-64****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

3	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus cf. tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	1	<i>Coronocyclus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus janii</i>	1	<i>Sphenolithus primus</i>
1	<i>Neochiastozygus sp.</i>	1	<i>Cruciplacolithus sp.</i>

---

**SAMPLE: HR-63****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP5

9	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Fasciculithus cf. tympaniformis</i>	1	<i>Toweius pertusus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Ericsonia robusta</i>
1	<i>Honibrookina teuriensis</i>	4	<i>Coronocyclus sp.</i>
1	<i>Scapholithus sp.</i>	2	<i>Ericsonia subpertusa</i>
2	<i>Cruciplacolithus sp.</i>	1	<i>Sphenolithus sp.</i>

---

## Sección Tapijulapa Nanoplancton Calcáreo

---

### SAMPLE: HR-93

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP6

4	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Scapholithus sp. cf.</i>
1	<i>Fasciculithus sp. cf.</i>		

---

### SAMPLE: HR-92

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP6

3	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Scapholithus sp. cf.</i>
1	<i>Fasciculithus sp. cf.</i>		

---

### SAMPLE: HR-91

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP6

134	<i>Toweius pertusus</i>	8	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	3	<i>Sphenolithus sp.</i>
2	<i>Prinsius dimorphus</i>	1	<i>Prinsius bisulcus</i>
19	<i>Coccolithus pelagicus</i>	22	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>		

---

### SAMPLE: HR-90

#### Comentario:

Edad: Paleoceno tardío

Zona: NP6

37	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	1	<i>Sphenolithus sp.</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	18	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>		

---

**SAMPLE: HR-89****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

68	<i>Toweius pertusus</i>	7	<i>Scapholithus sp.</i>
2	<i>Sphenolithus sp.</i>	1	<i>Prinsius dimorphus</i>
17	<i>Coccolithus pelagicus</i>	4	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>	1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Sphenolithus primus</i>

**SAMPLE: HR-88****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

20	<i>Toweius pertusus</i>	3	<i>Scapholithus sp.</i>
2	<i>Sphenolithus sp.</i>	6	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Prinsius martinii</i>	2	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Markalius inversus</i>

**SAMPLE: HR-87****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

21	<i>Toweius pertusus</i>	3	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	4	<i>Sphenolithus sp.</i>
2	<i>Prinsius dimorphus</i>	1	<i>Prinsius bisulcus</i>
10	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>

**SAMPLE: HR-86****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

10	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Scapholithus sp.</i>
7	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>	1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>

**SAMPLE: HR-85****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

14	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Prinsius dimorphus</i>
5	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>	2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>
1	<i>Discoaster sp.</i>		

---

**SAMPLE: HR-84****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

17	<i>Toweius pertusus</i>	2	<i>Sphenolithus sp.</i>
1	<i>Prinsius dimorphus</i>	3	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Prinsius martinii</i>	1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>	1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
1	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Discoaster sp.</i>

---

**SAMPLE: HR-83****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

13	<i>Toweius pertusus</i>	1	<i>Scapholithus sp.</i>
2	<i>Sphenolithus sp.</i>	1	<i>Prinsius dimorphus</i>
1	<i>Prinsius bisulcus</i>	6	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Prinsius martinii</i>	1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>
1	<i>Sphenolithus primus</i>		

---

**SAMPLE: HR-82****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

102	<i>Toweius pertusus</i>	5	<i>Scapholithus sp.</i>
3	<i>Fasciculithus sp.</i>	6	<i>Sphenolithus sp.</i>
12	<i>Prinsius dimorphus</i>	35	<i>Coccolithus pelagicus</i>
20	<i>Prinsius martinii</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>	2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>
2	<i>Sphenolithus primus</i>	1	<i>Fasciculithus clinatus</i>

---

**SAMPLE: HR-81****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

193	<i>Toweius pertusus</i>	9	<i>Scapholithus sp.</i>
2	<i>Heliolithus kleinpellii</i>	4	<i>Sphenolithus sp.</i>
18	<i>Prinsius dimorphus</i>	1	<i>Prinsius bisulcus</i>
21	<i>Coccolithus pelagicus</i>	14	<i>Prinsius martinii</i>
2	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	2	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	2	<i>Sphenolithus primus</i>

---

**SAMPLE: HR-80****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

127	<i>Toweius pertusus</i>	3	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	2	<i>Sphenolithus sp.</i>
15	<i>Prinsius dimorphus</i>	2	<i>Prinsius bisulcus</i>
18	<i>Coccolithus pelagicus</i>	20	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>	3	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>
2	<i>Sphenolithus primus</i>		

**SAMPLE: HR-79****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

115	<i>Toweius pertusus</i>	6	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	5	<i>Sphenolithus sp.</i>
22	<i>Prinsius dimorphus</i>	4	<i>Prinsius bisulcus</i>
12	<i>Coccolithus pelagicus</i>	16	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	2	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
2	<i>Ericsonia formosa</i>	1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
4	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	1	<i>Discoaster sp.</i>
1	<i>Fasciculithus clinatus</i>		

**SAMPLE: HR-78****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

182	<i>Toweius pertusus</i>	5	<i>Scapholithus sp.</i>
6	<i>Sphenolithus sp.</i>	8	<i>Prinsius dimorphus</i>
24	<i>Coccolithus pelagicus</i>	18	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>	1	<i>Ericsonia formosa</i>
3	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>	4	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>
1	<i>Sphenolithus primus</i>	1	<i>Heliolithus kleinpellii</i>

**SAMPLE: HR-77****Comentario:****Edad:** Paleoceno tardío**Zona:** NP6

92	<i>Toweius pertusus</i>	9	<i>Scapholithus sp.</i>
3	<i>Sphenolithus sp.</i>	6	<i>Prinsius dimorphus</i>
18	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Prinsius martinii</i>
2	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
4	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	2	<i>Sphenolithus primus</i>

**SAMPLE: HR-76**

**Comentario:**

**Edad:** Paleoceno tardío

**Zona:** NP6

171	<i>Toweius pertusus</i>	8	<i>Scapholithus sp.</i>
1	<i>Fasciculithus sp.</i>	2	<i>Sphenolithus sp.</i>
20	<i>Prinsius dimorphus</i>	2	<i>Prinsius bisulcus</i>
30	<i>Coccolithus pelagicus</i>	4	<i>Prinsius martinii</i>
1	<i>Neochiastozygus concinnus</i>	1	<i>Neochiastozygus perfectus</i>
1	<i>Ericsonia formosa</i>	2	<i>Sphenolithus anarrhopus</i>
2	<i>Fasciculithus tympaniformis</i>	2	<i>Sphenolithus primus</i>
1	<i>Heliolithus kleinpellii</i>	2	<i>Fasciculithus bitectus</i>
1	<i>Fasciculithus ulii</i>		

---



## Sección Chintul Nanoplancton Calcáreo

### SAMPLE: HR-55

**Comentario:**

**Edad:** Oligoceno tardío

**Zona:** NP25

215	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	43	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
40	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	22	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
22	<i>Sphenolithus sp.</i>	11	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Dictyococcites bisectus</i>
4	pequeños prinsáceos	2	<i>Helicosphaera euphratis</i>
1	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	9	<i>Ericsonia obruta</i>
2	<i>Discoaster deflandrei</i>	1	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
1	<i>Helicosphaera obliqua</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
2	<i>Pontosphaera sp.</i>	1	<i>Ilseolithina fusa</i>

### SAMPLE: HR-54

**Comentario:**

**Edad:** Oligoceno tardío

**Zona:** NP25

212	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	46	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
19	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	10	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
12	<i>Sphenolithus sp.</i>	7	<i>Coccolithus pelagicus</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	1	<i>Dictyococcites bisectus</i>
6	pequeños prinsáceos	2	<i>Helicosphaera euphratis</i>
1	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	10	<i>Ericsonia obruta</i>
1	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Helicosphaera obliqua</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Helicosphaera recta</i>
1	<i>Helicosphaera sp.</i>		

### SAMPLE: HR-53

**Comentario:**

**Edad:** Oligoceno tardío

**Zona:** NP25

234	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	45	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
40	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	16	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
12	<i>Sphenolithus sp.</i>	5	<i>Coccolithus pelagicus</i>
4	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Dictyococcites bisectus</i>
5	pequeños prinsáceos	1	<i>Helicosphaera euphratis</i>
1	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	9	<i>Ericsonia obruta</i>
5	<i>Discoaster deflandrei</i>	3	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
1	<i>Helicosphaera recta</i>		

**SAMPLE: HR-52****Comentario:****Edad:** Oligoceno tardío**Zona:** NP25

332	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	42	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
36	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	24	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
18	<i>Sphenolithus sp.</i>	4	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Sphenolithus moriformis</i>	3	<i>Dictyococcites bisectus</i>
4	pequeños prinsáceos	1	<i>Helicosphaera euphratis</i>
2	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	3	<i>Ericsonia obruta</i>
1	<i>Sphenolithus predistentus</i>		

**SAMPLE: HR-51****Comentario:****Edad:** Oligoceno tardío**Zona:** NP25

388	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	99	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
73	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	35	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
30	<i>Sphenolithus sp.</i>	28	<i>Coccolithus pelagicus</i>
18	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Dictyococcites bisectus</i>
2	pequeños prinsáceos	1	<i>Helicosphaera euphratis</i>
3	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	4	<i>Ericsonia obruta</i>
4	<i>Discoaster deflandrei</i>	3	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
1	<i>Helicosphaera obliqua</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Helicosphaera recta</i>	1	<i>Helicosphaera sp.</i>
1	<i>Sphenolithus predistentus</i>	1	<i>Helicosphaera compacta</i>

**SAMPLE: HR-50****Comentario:****Edad:** Oligoceno tardío**Zona:** NP25

192	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	89	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
34	<i>Sphenolithus ciperoensis</i>	31	<i>Sphenolithus dissimilis</i>
34	<i>Sphenolithus sp.</i>	23	<i>Coccolithus pelagicus</i>
14	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Dictyococcites bisectus</i>
1	pequeños prinsáceos	1	<i>Helicosphaera euphratis</i>
1	<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	4	<i>Discoaster deflandrei</i>
3	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Helicosphaera obliqua</i>
1	<i>Helicosphaera recta</i>	1	<i>Helicosphaera sp.</i>

**SAMPLE: HR-49****Comentario:** Sin Fauna**Edad:** Oligoceno tardío**Zona:** NP25

## Sección La Navidad Nanoplancton Calcáreo

### SAMPLE: HR-30

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

339	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	44	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
60	pequeños prinsáceos	16	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
29	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	9	<i>Sphenolithus</i> sp.
7	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	4	<i>Coccolithus pelagicus</i>
8	<i>Helicosphaera carteri</i>	9	<i>Helicosphaera</i> sp.
4	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	13	<i>Discoaster petaliformis</i>
3	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Discoaster exilis</i>
2	<i>Discoaster variabilis</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
1	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>	1	<i>Coccolithus miopelagicus</i>

### SAMPLE: HR-29

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

94	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	28	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
14	pequeños prinsáceos	6	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
6	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	2	<i>Sphenolithus</i> sp.
3	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Helicosphaera carteri</i>	5	<i>Helicosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	3	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Pontosphaera multipora</i>	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
1	<i>Discoaster</i> cf. <i>exilis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>

### SAMPLE: HR-28

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

131	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	29	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
22	pequeños prinsáceos	7	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
9	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	6	<i>Sphenolithus</i> sp.
6	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Coccolithus pelagicus</i>
4	<i>Helicosphaera carteri</i>	3	<i>Helicosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.

---

**SAMPLE: HR-27****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

131	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	21	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
16	pequeños prinsáceos	3	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
2	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	3	<i>Sphenolithus</i> sp.
3	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Helicosphaera carteri</i>	3	<i>Helicosphaera</i> sp.
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	2	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.		

---

**SAMPLE: HR-26****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

140	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	25	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
24	pequeños prinsáceos	4	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
3	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	6	<i>Sphenolithus</i> sp.
5	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Helicosphaera carteri</i>	3	<i>Helicosphaera</i> sp.
3	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
1	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.	1	<i>Helicosphaera burkei</i>

---

**SAMPLE: HR-25****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

46	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	6	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
9	pequeños prinsáceos	2	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
4	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	2	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
1	<i>Helicosphaera stalis</i>		

---

**SAMPLE: HR-24****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

82	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	12	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
15	pequeños prinsáceos	3	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
2	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	3	<i>Sphenolithus</i> sp.
4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Helicosphaera carteri</i>	1	<i>Helicosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Pontosphaera multipora</i>	3	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	2	<i>Pontosphaera</i> sp.

**SAMPLE: HR-23****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

227	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	75	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
25	pequeños prinsáceos	32	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
33	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	20	<i>Sphenolithus</i> sp.
16	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	6	<i>Coccolithus pelagicus</i>
8	<i>Helicosphaera carteri</i>	14	<i>Helicosphaera</i> sp.
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	8	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	7	<i>Pontosphaera multipora</i>
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	2	<i>Discoaster exilis</i>
1	<i>Discoaster variabilis</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
2	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>	2	<i>Coccolithus miopelagicus</i>
1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	2	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>		

**SAMPLE: HR-22****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

190	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	18	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
13	pequeños prinsáceos	15	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
17	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	6	<i>Sphenolithus</i> sp.
5	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	4	<i>Coccolithus pelagicus</i>
5	<i>Helicosphaera carteri</i>	4	<i>Helicosphaera</i> sp.
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
4	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Discoaster exilis</i>
1	<i>Discoaster variabilis</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
2	<i>Helicosphaera burkei</i>	2	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Discoaster deflandrei</i>		

**SAMPLE: HR-21****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

366	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	83	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
28	pequeños prinsáceos	45	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
11	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	20	<i>Sphenolithus</i> sp.
6	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	15	<i>Coccolithus pelagicus</i>
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	14	<i>Helicosphaera</i> sp.
5	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>	5	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
2	<i>Sphenolithus moriformis</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
2	<i>Helicosphaera burkei</i>	3	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Discoaster deflandrei</i>		

**SAMPLE: HR-20****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

525	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	92	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
70	pequeños prinsáceos	30	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
20	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	12	<i>Sphenolithus</i> sp.
12	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	17	<i>Coccolithus pelagicus</i>
18	<i>Helicosphaera carteri</i>	14	<i>Helicosphaera</i> sp.
5	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
5	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
5	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	4	<i>Discoaster exilis</i>
1	<i>Discoaster variabilis</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
2	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	1	<i>Discoaster cf. deflandrei</i>

**SAMPLE: HR-19****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

220	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	26	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
24	pequeños prinsáceos	19	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
13	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	4	<i>Sphenolithus</i> sp.
7	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	5	<i>Coccolithus pelagicus</i>
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	6	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
2	<i>Discoaster petaliformis</i>	3	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>
4	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Discoaster exilis</i>
3	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	2	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>
1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	1	<i>Helicosphaera</i> sp.

**SAMPLE: HR-18**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

271	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	68	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
36	pequeños prinsáceos	55	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>
28	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	13	<i>Sphenolithus</i> sp.
5	<i>Helicosphaera kauptneri</i>	15	<i>Coccolithus pelagicus</i>
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	1	<i>Helicosphaera</i> sp.
19	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	7	<i>Discoaster petaliformis</i>
12	<i>Discoaster sanmiguelensis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
7	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
5	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>	1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
2	<i>Helicosphaera burkei</i>	2	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Discoaster deflandrei</i>	2	<i>Discoaster moorei</i>

---

## Sección El Atardecer Nanoplancton Calcáreo

### SAMPLE: HR-48

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

803	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	62	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
45	pequeños prinsáceos	32	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
21	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	19	<i>Sphenolithus</i> sp.
10	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	30	<i>Discoaster petaliformis</i>
15	<i>Coccolithus pelagicus</i>	3	<i>Helicosphaera carteri</i>
2	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	5	<i>Helicosphaera</i> sp.
7	<i>Discoaster exilis</i>	6	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
6	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	5	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	2	<i>Coronocyclus nitescens</i>
3	<i>Sphenolithus moriformis</i>		

### SAMPLE: HR-47

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

103	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	9	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
22	pequeños prinsáceos	12	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
5	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	3	<i>Sphenolithus</i> sp.
4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	5	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	3	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	2	<i>Helicosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Pontosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster</i> sp. (5 brazos)		

### SAMPLE: HR-46

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

28	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	4	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
5	pequeños prinsáceos	2	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
4	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	2	<i>Sphenolithus</i> sp.
1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	2	<i>Helicosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>



**SAMPLE: HR-45****Comentario:** Sin Fauna**Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5**SAMPLE: HR-44****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

286	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	31	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
43	pequeños prinsáceos	11	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
6	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	4	<i>Sphenolithus</i> sp.
4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	11	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	5	<i>Helicosphaera carteri</i>
7	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	4	<i>Discoaster exilis</i>
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	3	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
3	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
3	<i>Pontosphaera</i> sp.	2	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Coccolithus miopelagicus</i>	1	<i>Cruciplacolithus</i> sp.

**SAMPLE: HR-43****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

78	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	10	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
12	pequeños prinsáceos	3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
3	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	1	<i>Sphenolithus</i> sp.
3	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Discoaster exilis</i>
1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.		

**SAMPLE: HR-42****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

24	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	7	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
2	pequeños prinsáceos	1	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
1	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	1	<i>Sphenolithus</i> sp.
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	<i>Helicosphaera carteri</i>
2	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Discoaster exilis</i>

**SAMPLE: HR-41****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

86	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	14	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
22	pequeños prinsáceos	7	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
2	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	1	<i>Sphenolithus</i> sp.
2	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	3	<i>Helicosphaera carteri</i>
3	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	2	<i>Helicosphaera</i> sp.
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Solidopons petrae</i>		

**SAMPLE: HR-40****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

31	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	4	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
7	pequeños prinsáceos	3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
2	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	4	<i>Sphenolithus</i> sp.
1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>

**SAMPLE: HR-39****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

96	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	13	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
23	pequeños prinsáceos	7	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
7	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	6	<i>Sphenolithus</i> sp.
1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Pontosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster variabilis</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Helicosphaera stalis</i>		

**SAMPLE: HR-38****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

81	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	7	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
8	pequeños prinsáceos	3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
1	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	4	<i>Sphenolithus</i> sp.
1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Discoaster petaliformis</i>
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	1	<i>Helicosphaera</i> sp.

2	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
1	<i>Helicosphaera burkei</i>		

---

**SAMPLE: HR-37**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

57	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	13	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
12	pequeños prinsáceos	10	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
4	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	3	<i>Sphenolithus sp.</i>
2	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	1	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>
2	<i>Helicosphaera sp.</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Cruciplacolithus sp.</i>		

---

**SAMPLE: HR-36**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

302	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	48	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
37	pequeños prinsáceos	26	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
16	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	6	<i>Sphenolithus sp.</i>
8	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	4	<i>Discoaster petaliformis</i>
4	<i>Coccolithus pelagicus</i>	5	<i>Helicosphaera carteri</i>
2	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	8	<i>Helicosphaera sp.</i>
2	<i>Discoaster exilis</i>	4	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Coronocyclus nitescens</i>	2	<i>Pontosphaera sp.</i>
1	<i>Coccolithus miopelagicus</i>	1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>

---

**SAMPLE: HR-35**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

660	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	157	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
106	pequeños prinsáceos	58	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
21	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	29	<i>Sphenolithus sp.</i>
18	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	5	<i>Discoaster petaliformis</i>
12	<i>Coccolithus pelagicus</i>	6	<i>Helicosphaera carteri</i>
9	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	7	<i>Helicosphaera sp.</i>
8	<i>Discoaster exilis</i>	13	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
8	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
4	<i>Pontosphaera sp.</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Coccolithus miopelagicus</i>	3	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	3	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>
1	<i>Sphenolithus cf. abies</i>	1	<i>Discoaster signus</i>

---

**SAMPLE: HR-34****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

307	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	64	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
58	pequeños prinsáceos	24	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
20	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	6	<i>Sphenolithus</i> sp.
19	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	4	<i>Discoaster petaliformis</i>
11	<i>Coccolithus pelagicus</i>	13	<i>Helicosphaera carteri</i>
4	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	10	<i>Helicosphaera</i> sp.
12	<i>Discoaster exilis</i>	8	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
3	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	5	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
4	<i>Pontosphaera</i> sp.	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	1	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>
1	<i>Discoaster signus</i>		

**SAMPLE: HR-33****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

185	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	32	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
53	pequeños prinsáceos	9	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
15	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	5	<i>Sphenolithus</i> sp.
4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	2	<i>Discoaster petaliformis</i>
7	<i>Coccolithus pelagicus</i>	8	<i>Helicosphaera carteri</i>
4	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	3	<i>Helicosphaera</i> sp.
3	<i>Discoaster exilis</i>	4	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
2	<i>Helicosphaera burkei</i>	1	<i>Coccolithus miopelagicus</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	1	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>
1	<i>Sphenolithus cf. abies</i>		

**SAMPLE: HR-32****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN5

56	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	10	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
15	pequeños prinsáceos	5	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
4	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	3	<i>Sphenolithus</i> sp.
2	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	3	<i>Discoaster petaliformis</i>
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	1	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>	2	<i>Helicosphaera</i> sp.
3	<i>Discoaster exilis</i>	1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>	2	<i>Coronocyclus nitescens</i>
4	<i>Helicosphaera stalis</i>		

**SAMPLE: HR-31**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN5

154	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	29	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
27	pequeños prinsáceos	9	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
20	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	15	<i>Sphenolithus</i> sp.
6	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	3	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>
5	<i>Helicosphaera</i> sp.	6	<i>Discoaster exilis</i>
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
2	<i>Sphenolithus moriformis</i>	3	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Coccolithus miopelagicus</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
4	<i>Helicosphaera stalis</i>	1	<i>Sphenolithus pseudoheteromorphus</i>

---

## Sección El Rosario Nanoplancton Calcáreo

### SAMPLE: HR-17

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

43	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	18	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
4	pequeños prinsáceos	2	<i>Sphenolithus</i> sp.
3	<i>Discoaster calcaris</i>	5	<i>Coccolithus pelagicus</i>
4	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
1	<i>Helicosphaera carteri</i>	3	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Hughesius gizoensis</i>	2	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
1	<i>Helicosphaera stalis</i>		

### SAMPLE: HR-16

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

383	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	66	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
35	pequeños prinsáceos	17	<i>Sphenolithus</i> sp.
9	<i>Discoaster calcaris</i>	8	<i>Coccolithus pelagicus</i>
6	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	3	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
5	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
5	<i>Hughesius gizoensis</i>	2	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Sphenolithus abies</i>	5	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
1	<i>Discoaster subsurculus</i>	5	<i>Coronocyclus nitescens</i>
1	<i>Pontosphaera</i> sp.	1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
1	<i>Calcidiscus leptoporus</i>		

### SAMPLE: HR-15

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

387	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	80	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
41	pequeños prinsáceos	26	<i>Sphenolithus</i> sp.
23	<i>Discoaster calcaris</i>	10	<i>Coccolithus pelagicus</i>
11	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	7	<i>Helicosphaera kamptneri</i>

6	<i>Helicosphaera carteri</i>	1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
2	<i>Hughesius gizoensis</i>	5	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
4	<i>Helicosphaera sp.</i>	4	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
4	<i>Helicosphaera stalis</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
5	<i>Sphenolithus abies</i>	9	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
1	<i>Discoaster subsurculus</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
2	<i>Pontosphaera sp.</i>	3	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
2	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	1	<i>Catinaster coalitus</i>
1	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>		

---

**SAMPLE: HR-14**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

398	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	75	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
30	pequeños prinsáceos	10	<i>Sphenolithus sp.</i>
22	<i>Discoaster calcaris</i>	14	<i>Coccolithus pelagicus</i>
10	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	5	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
3	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
3	<i>Hughesius gizoensis</i>	2	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Discoaster bollii</i>	2	<i>Sphenolithus moriformis</i>
2	<i>Discoaster brouweri</i>	2	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
3	<i>Helicosphaera stalis</i>	4	<i>Pontosphaera multipora</i>
4	<i>Sphenolithus abies</i>	1	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
2	<i>Discoaster subsurculus</i>	1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>

---

**SAMPLE: HR-13**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

508	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	88	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
21	pequeños prinsáceos	33	<i>Sphenolithus sp.</i>
46	<i>Discoaster calcaris</i>	29	<i>Coccolithus pelagicus</i>
21	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	6	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
5	<i>Helicosphaera carteri</i>	10	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
17	<i>Hughesius gizoensis</i>	4	<i>Discoaster variabilis</i>
3	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Discoaster sp. (3 brazos)</i>	3	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	1	<i>Cryptococcolithus mediaperforatus</i>
4	<i>Helicosphaera stalis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
4	<i>Sphenolithus abies</i>	7	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
3	<i>Discoaster subsurculus</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
1	<i>Pontosphaera sp.</i>	3	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
3	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	1	<i>Catinaster coalitus</i>
1	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	3	<i>Helicosphaera burkei</i>

---

**SAMPLE: HR-12****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

309	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	51	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
26	pequeños prinsáceos	8	<i>Sphenolithus</i> sp.
14	<i>Discoaster calcaris</i>	9	<i>Coccolithus pelagicus</i>
10	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	8	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
3	<i>Hughesius gizoensis</i>	5	<i>Discoaster variabilis</i>
3	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	2	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	2	<i>Helicosphaera stalis</i>
3	<i>Pontosphaera multipora</i>	3	<i>Sphenolithus abies</i>
5	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster subsurculus</i>
3	<i>Coronocyclus nitescens</i>	1	<i>Pontosphaera</i> sp.
1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>	2	<i>Calcidiscus leptoporus</i>
1	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Discoaster</i> sp. (3 brazos)		

**SAMPLE: HR-11****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

381	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	69	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
19	pequeños prinsáceos	36	<i>Sphenolithus</i> sp.
26	<i>Discoaster calcaris</i>	5	<i>Coccolithus pelagicus</i>
14	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	11	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
7	<i>Helicosphaera carteri</i>	4	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
5	<i>Hughesius gizoensis</i>	5	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	3	<i>Discoaster bollii</i>
2	<i>Helicosphaera</i> sp.	4	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	7	<i>Helicosphaera stalis</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	7	<i>Sphenolithus abies</i>
3	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	2	<i>Discoaster subsurculus</i>
1	<i>Coronocyclus nitescens</i>	8	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
1	<i>Catinaster coalitus</i>	3	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>
3	<i>Helicosphaera burkei</i>	4	<i>Discoaster</i> sp. (3 brazos)

**SAMPLE: HR-10****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

755	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	132	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
19	pequeños prinsáceos	54	<i>Sphenolithus</i> sp.
26	<i>Discoaster calcaris</i>	15	<i>Coccolithus pelagicus</i>
19	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	8	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
10	<i>Helicosphaera carteri</i>	6	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
6	<i>Hughesius gizoensis</i>	5	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	2	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	5	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	1	<i>Scyphosphaera intermedia</i>



5	<i>Helicosphaera stalis</i>	6	<i>Pontosphaera multipora</i>
12	<i>Sphenolithus abies</i>	8	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
5	<i>Discoaster subsurculus</i>	5	<i>Coronocyclus nitescens</i>
5	<i>Pontosphaera sp.</i>	6	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
2	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	3	<i>Catinaster coalitus</i>
2	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
2	<i>Discoaster sp. (3 brazos)</i>		

---

**SAMPLE: HR-9**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

1443	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	85	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
32	pequeños prinsáceos	48	<i>Sphenolithus sp.</i>
33	<i>Discoaster calcaris</i>	15	<i>Coccolithus pelagicus</i>
7	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	17	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
12	<i>Helicosphaera carteri</i>	14	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
10	<i>Hughesius gizoensis</i>	8	<i>Discoaster variabilis</i>
5	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	2	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera sp.</i>	2	<i>Sphenolithus moriformis</i>
1	<i>Discoaster brouweri</i>	2	
4	<i>Helicosphaera stalis</i>	5	<i>Pontosphaera multipora</i>
10	<i>Sphenolithus abies</i>	2	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
4	<i>Discoaster subsurculus</i>	4	<i>Coronocyclus nitescens</i>
2	<i>Pontosphaera sp.</i>	4	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
1	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	4	<i>Catinaster coalitus</i>
2	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Discoaster sp. (3 brazos)</i>		

---

**SAMPLE: HR-8**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

596	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	37	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
20	pequeños prinsáceos	13	<i>Sphenolithus sp.</i>
10	<i>Discoaster calcaris</i>	5	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
3	<i>Helicosphaera carteri</i>	5	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
3	<i>Hughesius gizoensis</i>	4	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	6	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Sphenolithus abies</i>
2	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Discoaster subsurculus</i>
1	<i>Pontosphaera sp.</i>	1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>
2	<i>Catinaster coalitus</i>	2	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>

---

**SAMPLE: HR-7****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

593	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	39	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
17	pequeños prinsáceos	17	<i>Sphenolithus</i> sp.
8	<i>Discoaster calcaris</i>	15	<i>Coccolithus pelagicus</i>
11	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	11	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
16	<i>Helicosphaera carteri</i>	6	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
2	<i>Hughesius gizoensis</i>	3	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
2	<i>Helicosphaera stalis</i>	3	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Sphenolithus abies</i>	1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
2	<i>Discoaster suburculus</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
2	<i>Pontosphaera</i> sp.	8	<i>Catinaster coalitus</i>
1	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>		

**SAMPLE: HR-6****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

265	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	31	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
16	pequeños prinsáceos	10	<i>Sphenolithus</i> sp.
3	<i>Discoaster calcaris</i>	14	<i>Coccolithus pelagicus</i>
11	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	8	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
9	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Hughesius gizoensis</i>	3	<i>Discoaster variabilis</i>
4	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	4	<i>Discoaster bollii</i>
1	<i>Helicosphaera</i> sp.	1	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Sphenolithus abies</i>
2	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)	1	<i>Discoaster suburculus</i>
1	<i>Coronocyclus nitescens</i>	3	<i>Catinaster coalitus</i>
2	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Scyphosphaera intermedia</i>		

**SAMPLE: HR-5****Comentario:****Edad:** Mioceno medio**Zona:** NN8

675	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "A"	100	<i>Cyclicargolithus floridanus</i> "B"
13	pequeños prinsáceos	10	<i>Sphenolithus</i> sp.
6	<i>Discoaster calcaris</i>	19	<i>Coccolithus pelagicus</i>
28	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	14	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
9	<i>Helicosphaera carteri</i>	4	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
1	<i>Hughesius gizoensis</i>	3	<i>Discoaster variabilis</i>
3	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	5	<i>Discoaster bollii</i>
5	<i>Helicosphaera</i> sp.	5	<i>Helicosphaera stalis</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Discoaster</i> sp. (6 brazos)
1	<i>Discoaster suburculus</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>	26	<i>Catinaster coalitus</i>

2 *Triquetrorhabdulus rugosus*  
1 *Discoaster sp. (5 brazos)*

1 *Scyphosphaera intermedia*

---

**SAMPLE: HR-4**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

505	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	52	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
7	pequeños prinsáceos	8	<i>Sphenolithus sp.</i>
4	<i>Discoaster calcaris</i>	16	<i>Coccolithus pelagicus</i>
2	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	4	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
8	<i>Helicosphaera carteri</i>	1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
3	<i>Hughesius gizoensis</i>	3	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	3	<i>Discoaster bollii</i>
2	<i>Helicosphaera sp.</i>	1	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Sphenolithus abies</i>	1	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>
1	<i>Discoaster subsurculus</i>	2	<i>Coronocyclus nitescens</i>
1	<i>Discoaster pentaradiatus</i>	16	<i>Catinaster coalitus</i>
1	<i>Discoaster sp. (3 brazos)</i>		

---

**SAMPLE: HR-3**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

515	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	80	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
14	pequeños prinsáceos	4	<i>Discoaster calcaris</i>
3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	6	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	2	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
8	<i>Hughesius gizoensis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
2	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
7	<i>Helicosphaera sp.</i>	2	<i>Helicosphaera stalis</i>
1	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Sphenolithus abies</i>
1	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Discoaster subsurculus</i>
1	<i>Coronocyclus nitescens</i>	2	<i>Pontosphaera sp.</i>
27	<i>Catinaster coalitus</i>	5	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Scyphosphaera intermedia</i>	2	<i>Discoaster micros</i>

---

**SAMPLE: HR-2**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

489	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	47	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
35	pequeños prinsáceos	12	<i>Sphenolithus sp.</i>
4	<i>Discoaster calcaris</i>	13	<i>Coccolithus pelagicus</i>
3	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>	5	<i>Helicosphaera kamptneri</i>
5	<i>Helicosphaera carteri</i>	4	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>
2	<i>Hughesius gizoensis</i>	1	<i>Discoaster variabilis</i>
1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>	1	<i>Discoaster bollii</i>
4	<i>Helicosphaera sp.</i>	1	<i>Sphenolithus moriformis</i>
2	<i>Pontosphaera multipora</i>	1	<i>Sphenolithus abies</i>

5	<i>Discoaster sp. (6 brazos)</i>	1	<i>Discoaster subsurculus</i>
2	<i>Pontosphaera sp.</i>	20	<i>Catinaster coalitus</i>
3	<i>Helicosphaera burkei</i>	1	<i>Discoaster sp. (5 brazos)</i>
1	<i>Discoaster micros</i>		

---

**SAMPLE: HR-1**

**Comentario:**

**Edad:** Mioceno medio

**Zona:** NN8

167	<i>Cyclicargolithus floridanus "A"</i>	28	<i>Cyclicargolithus floridanus "B"</i>
12	<i>Sphenolithus sp.</i>	2	<i>Discoaster calcaris</i>
6	<i>Coccolithus pelagicus</i>	5	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>
1	<i>Helicosphaera kamptneri</i>	3	<i>Helicosphaera carteri</i>
1	<i>Calcidiscus premacintyreii</i>	3	<i>Hughesius gizoensis</i>
1	<i>Discoaster variabilis</i>	1	<i>Rhabdosphaera claviger</i>
1	<i>Discoaster bollii</i>	1	<i>Helicosphaera sp.</i>
1	<i>Sphenolithus moriformis</i>	2	<i>Pontosphaera multipora</i>
1	<i>Discoaster subsurculus</i>	1	<i>Coronocyclus nitescens</i>
5	<i>Catinaster coalitus</i>	1	<i>Helicosphaera burkei</i>
1	<i>Discoaster sp. (5 brazos)</i>	2	<i>Discoaster micros</i>

---



---



## **APÉNDICE “C”**

## **GLOSARIO**

Es importante señalar que la definición de los términos se realizó bajo el significado que tienen en las descripciones taxonómicas del nanoplancton calcáreo, realizadas tanto en M. O. como en M. E.

**Ahusan.** Que tiene forma similar a la de un huso.

**Bicíclico.** Presenta dos anillos de elementos o unidades cristalinas.

**Coalescen.** Término referido para indicar que se unen o juntan elementos constituyentes.

**Cóncavo.** Se refiere al plano del cocolito que se encuentra en contacto con la célula.

**Conjunta.** Se dice de las estructuras que están formadas por las mismas unidades cristalinas del aro o anillo. Ópticamente aparecen continuas.

**Convexo.** Término referido al plano del cocolito que no tiene contacto celular.

**Disjunta.** Son aquellas estructuras separadas de las unidades cristalinas del aro o anillo. Ópticamente aparecen discontinuas.

**Imbricado.** Es aplicado al ciclo de elementos que componen un anillo, sería la inclinación de los elementos individuales.

**Monocíclico.** Presenta solo un anillo de elementos o unidades cristalinas

**Murolito.** Es un heterococolito con un aro o anillo elevado sin escudos bien desarrollados.

**Nucleación.** Primer proceso donde se constituyen los elementos que formarán los escudos.

**Protrusión.** Amplio proceso inferior, con altura similar al ancho y de longitud similar al tamaño del área central total.

**Placolito.** Aro o anillo con dos o más escudos bien desarrollados.

**Planolito.** Aro o anillo no muy alto.

**Sinestral.** Inclinación orientada hacia la derecha con relación al eje más largo en vista distal, de alguna estructura que compone el cocolito.