

BIOESTRATIGRAFÍA DEL CONIACIANO SUPERIOR CAMPANIANO INFERIOR CON BASE EN EL ESTUDIO DE NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL GRUPO AUSTIN, TEXAS, EUA

Patricia Hernández-Bernal

Resumen

Se realizó el estudio de 14 muestras de una sección compuesta del Grupo Austin en Texas analizando nanofósiles calcáreos. Cincuenta y siete especímenes de nanofósiles calcáreos fueron identificados al menos a nivel genérico. La primera aparición así como la extinción de las especies índices, además de la ocurrencia de estas especies fue registrada para definir la posición de las biozonas. Las muestras fueron datadas por el nanoplancton calcáreo y se utilizó el esquema zonal de Sissinh (1977). Las muestras fueron datadas como Coniaciano superior – medio a Campaniano inferior, con base en las especies índice: *Micula decussata* (CC 14), *Lucianorhabdus cayeuxii* (CC 16), *Calculites obscurus* (CC 17) y *Bronsonia cf. B. parca* (CC 18).

Los resultados fueron comparados con bizonaciones previas de nanoplancton calcáreo, foraminíferos planctónicos y amonites y son consistentes para zonaciones cosmopolitas y regionales dentro de Texas, pero no son consistentes con una zonación regional para Mississippii y Alabama.

Estos estudios serán comparados a corto plazo con estudios de muestras de Pemex Región Norte, para verificar si las muestras mexicanas corresponden a las mismas formaciones del Grupo Austin en Texas.

Palabras clave: Nanofósiles calcáreos, bioestratigrafía, correlación, Cretácico Superior, Grupo Austin, Texas.

Abstract

Fourteen samples from a composite section of the Austin Group in Texas were examined for their calcareous nanofossil content. Fifty-seven upper Cretaceous nanofossil species were recovered and identified at least up to generic level. The occurrence of these species was recorded to define the position of biozones. Sissingh's biozonation scheme for calcareous nanofossils (1977) was used and the samples were dated as upper middle Coniacian to lower Campanian, based on the marker species: *Micula decussata* (CC 14), *Lucianorhabdus cayeuxii* (CC 16), *Calculites obscurus* (CC 17) and *Bronsonia cf. B. parca* (CC 18).

The results were compared with previous biozonations for calcareous nanofossils, planctonic foraminifera and ammonites, and appear to be consistent for cosmopolitan zonations and regional zonations within Texas, but are not consistent with a regional zonation for Mississippii and Alabama.

These studies will be compared in the next future with studies of samples from Pemex Región Norte, to verify if the Mexican samples are consistent with the formations of the Austin Group in Texas.

Key words: Calcareous nanofossil, biostratigraphy, upper Cretaceous, Austin Group, Texas.

Introducción

El nanoplancton calcáreo figura junto con otros grupos de microfósiles planctónicos y macrofósiles, como importantes índices bioestratigráficos, debido a su naturaleza cosmopolita, y su rápido cambio floral durante el Mesozoico y Cenozoico.

El primer trabajo donde el potencial del nanoplancton calcáreo fue propuesto por Stradner (1961). En éste, Centro Regional de Estudios de Laboratorio, Pemex Exploración y Producción, Región Sur
Email: patricia.hernandezb@pemex.com

fueron propuestas las biozonaciones con nanofósiles calcáreos para el Jurásico y el Cretácico, las cuales fueron la base para el subsecuente desarrollo de las zonaciones de estos microfósiles para el Mesozoico. Posteriormente se realizaron zonaciones como la de Thierstein (1976), usando muestras del proyecto perforación del mar profundo (Deep Sea Drilling Project), de diversas partes del mundo. Sissingh (1977) estudió las nanofloras de las regiones del Mar del Norte, Europa y el Mediterráneo, proponiendo 26 zonas para el Cretácico. Perch Nielsen (1979) añadió más bioeventos a la biozonación de Sissingh (op cit.). Aunque el provincialismo ha afectado el uso de las zonaciones cosmopolitas en algunas áreas,

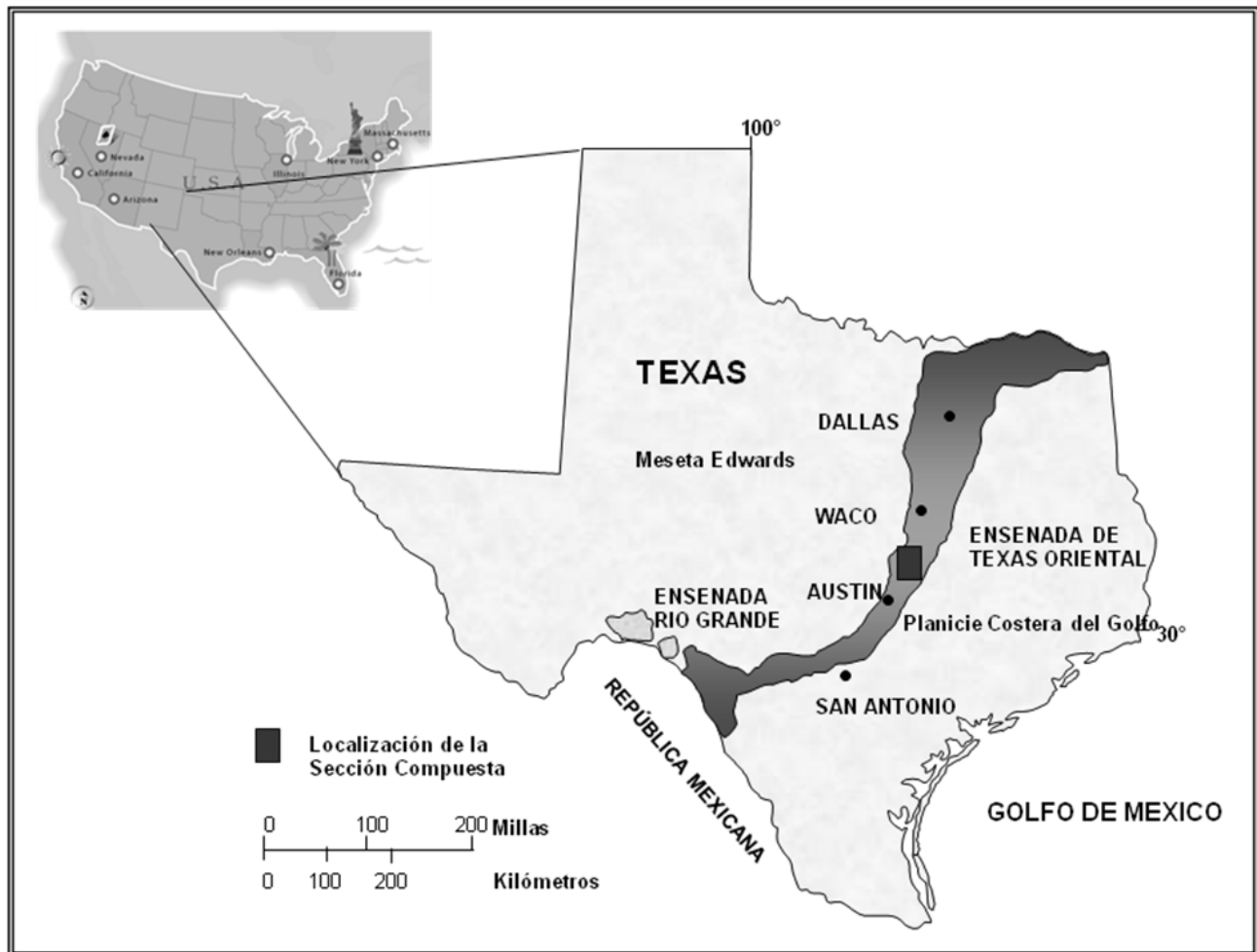


Fig. 1. Mapa de Texas mostrando la distribución de los afloramientos de Edad Cretácico Superior (color verde) y la localización de las secciones muestreadas (color rojo) (modificado de Smith, 1981)

éstas son generalmente muy útiles en bioestratigrafía (Roth, 1978).

Existen estudios previos sobre la bioestratigrafía del Cretácico Tardío usando nanofósiles calcáreos, entre ellos los de la planicie costera del Golfo (SE de E.U.A.), por ejemplo: Gartner (1968), Bukry (1969), Hattner, et al (1980), Smith (1981), Dowset (1989), Percival (1991). Algunos estudios basados en nanofósiles calcáreos Cretácicos del Grupo Austin de Texas incluyen entre otros los de Smith (1975; 1981), Sheu (1982), Leshner (1983) and Grammil (1984).

Estudios bioestratigráficos previos en esta área han incluido también foraminíferos planctónicos (Pessagno, 1967; Dowsett, 1989 y Thompson, 1991), dinoflagelados (Heine, 1991), ostrácodos (Dowset, 1989), y macrofósiles (Young, 1985).

En este trabajo los objetivos que se desarrollaron fueron:

1.- Identificar y registrar la distribución del nanoplancton calcáreo fósil en muestras del Grupo Austin.

2. Utilizar la distribución de la nanoflora para definir biozonas.

3.- Comparar los resultados con (zonaciones) basadas en macrofósiles y foraminíferos planctónicos.

Localizacion y Marco Geológico

Las muestras fueron colectadas de afloramientos del grupo Austin, entre Waco y Austin, Texas (Fig. 1).

El Grupo Austin es una significativa unidad rocosa. Yace dentro de la zona de falla Balcones, la cual separa la meseta Edwards en el noroeste de la planicie costera del golfo en el sureste de Texas.

El Grupo Austin ha sido muy importante e interesante en la geología de Texas debido a los excelentes conjuntos fósiles encontrados, los cuales han aportado datos interesantes para la correlación entre Norte América, Sud Africa y Madagascar (Smith, 1981; Young, 1985).

FORMACION	EDAD
SPRINKLE	CAMPANIANO INFERIOR
PFLUGERVILLE	
BURDITT	
DESSAU	
JONAH	SANTONIANO SUPERIOR
VINSON	SANTONIANO INFERIOR
ATCO	CONIACIANO SUPERIOR
	CONIACIANO MEDIO

Fig. 3. Formaciones de la División Austin y sus Edades de acuerdo a Young (1985).

Litología

Litológicamente, el Grupo Austin es una distintiva secuencia en el Cretácico de Texas, la cual en su área tipo del Condado de Travis es de 360 pies (109.7 m). Consiste de una caliza cretosa masiva, que contiene intercalaciones de marga color gris azulado, en muestra sana., la arcilla es azul claro grisácea a gris oscuro, cuando está intemperizada es beige claro a blanco (Smith, 1981).

El Grupo Austin consiste en 7 formaciones (Fig. 3) de acuerdo a la subdivisión propuesta por Young (1985) que en orden ascendente son: Atco, Vinson, Jonah, Dessau, Burditt, Pflugerville y Sprinkle. Las seis Formaciones inferiores son carbonatos y la septima es arcillosa (Fig. 4).

El Grupo Austin yace con ligera discordancia sobre el Grupo Eagle Ford y es cubierto de manera discordante por la base de la Creta Pecan Gap.

Las descripciones de las siete formaciones están basadas en la litoestratigrafía del área realizada por Young (1985).

1.- La Formación Atco en la localidad tipo consiste en series de estratos alternados por calizas gruesas y delgadas.

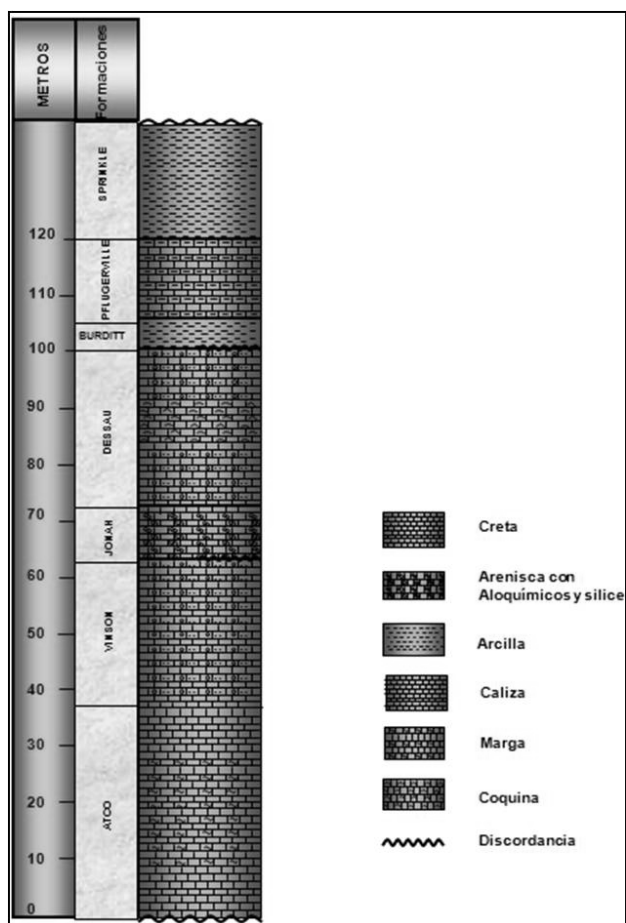


Fig. 4. Litología de la División Austin (basado en Young, 1985).

En la parte inferior de la formación hay dos capas de bentonita a 3 y 9 metros arriba de la base del afloramiento, sin embargo, la base de la formación no está expuesta. El límite inferior de la Formación Atco (Coniaciano), es discordante porque yace sobre caliche del Cenomaniano Tardío (Grupo Eagle Ford) con una completa ausencia del Turoniano. El límite superior de la Formación Atco es gradacional en la sobreyacente Formación Vinson.

Ha sido difícil medir el espesor de las Formaciones del Grupo Austin sobre o cerca del afloramiento, debido a fallamiento. En la localidad tipo, el grosor de la Formación Atco es cerca de 20 m, pero no toda la formación está expuesta en la cantera. Esta Formación puede ser más gruesa (cerca de 35 m en Austin).

2.- La Creta Vinson es una de las 2 formaciones cretosas del Grupo Austin. La Formación Vinson difiere de la Formación Atco por tener estratos más delgados y deleznales con mayor cantidad de creta (suave y dura con fractura conoidal) y es completamente blanca en lugar del gris a blanco amarillento que se encuentra en la Fm. Atco. El límite entre la Fm. Vinson y la Fm. Atco es gradacional.

Al NE de Austin, el límite de la Fm. Vinson con la Fm. Jonah es generalmente concordante, aunque puede ser discordante hacia el SW. Esta discordancia se debe a un hiatus de corta duración en el cual el carbonato de calcio se ha lavado y los componentes metálicos enriquecidos. En Austin el espesor de la Formación Vinson es de aproximadamente 30 m.

3.- La Formación Jonah en la localidad tipo es reconocida por la presencia de gruesos estratos de grainstone. Es menos cretoso que la subyacente Fm. Vinson y que la Fm. Dessau suprayacente. Existen distintivos fragmentos de rocas con granos toscos que contienen clastos mayores que las otras Fm. del Grupo Austin. El material alóctono está constituido casi siempre por fragmentos fósiles. Otra característica distintiva de la Fm. Jonah es su alto contenido de sílice.

El límite inferior de la Formación Jonah se describió antes (Formación Vinson). El límite superior es una zona glauconítica corrosional distintiva.

4.- La Formación Dessau es una de las dos formaciones cretosas del Grupo Austin. Es predominantemente un wackestone, pero cerca de la mitad existe una coquina constituida por *Phrygia aucella* (Romer), un pequeño ancestro de los ostiones.

El límite inferior de la Fm. Dessau se describió antes (Formación Jonah). El límite superior es localmente discordante con la Formación Burditt Marl en el área de Austin. Esto se debe probablemente debido a un levantamiento del suelo marino local acompañado del inicio del vulcanismo del Pilot Knob. En algunas localidades cercanas al volcán Pilot Knob, la Fm. Pflugerville descansa sobre la Fm. Dessau y la Fm. Burditt Marl entre éstas, se ausenta. Esta discordancia gradualmente se vuelve menos aparente (al norte de Austin), hasta que el límite Dessau/Burditt es concordante. La cima de la Formación Dessau se reconoce de piroclásticos que acompañaron las explosiones del vulcanismo del volcán Pilot Knob durante la depositación de la Fm. Dessau.

El espesor de la Formación Dessau generalmente oscila entre 25 m a 30 m en Austin, Texas.

5.- La Formación Burditt Marl es una caliza. suave y ligeramente arcillosa. El límite inferior es localmente discordante, como se describió con anterioridad, el límite superior es gradacional en la Fm. Pflugerville. El espesor de esta formación varía de 3 a 5 m y cerca de Pilot Knob, puede estar completamente ausente.

6.- La Formación Pflugerville es en algunos horizontes margosos o más cretosos. El límite inferior de la Fm. Pflugerville es concordante con la Fm. Burditt Marl

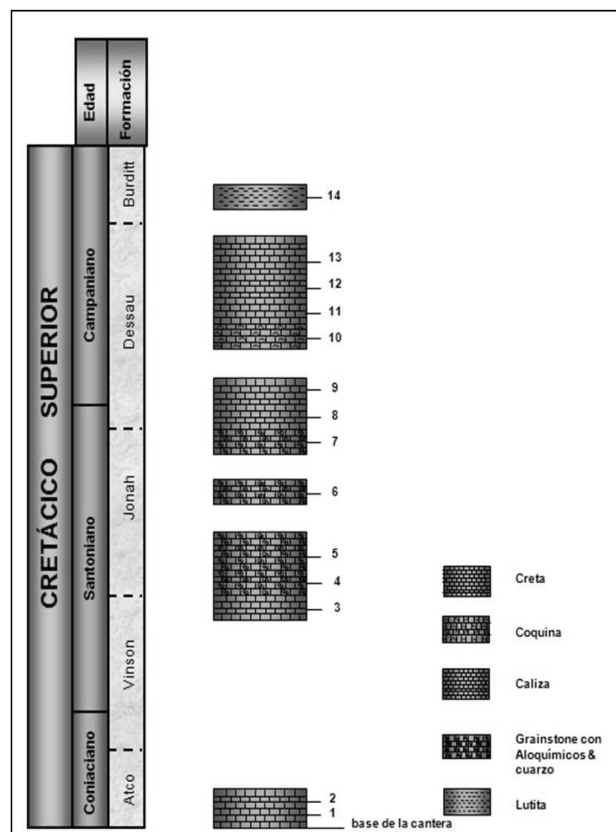


Fig. 2. Sección compuesta de la División Austin y el muestreo realizado.

subyacente, y el límite superior es concordante con la Fm. Sprinkle Claystone de Austin hacia el Norte. La Fm. Pflugerville es aproximadamente 22 m de grosor al Norte de Austin.

7.- La Formación Sprinkle es una arcilla masiva y ligeramente calcárea. El límite inferior se describió anteriormente y el límite superior es regionalmente disconforme con la Fm. Peckan Gap. Esta Formación está muy fallada en el afloramiento, por lo tanto su grosor es difícil de medir, pero se estima que es cerca de 100 m de ancho en el área de Austin y se adelgaza rápidamente hacia el sur.

Material y Método

En este estudio 14 muestras de una sección compuesta del Grupo Austin en Texas fueron examinadas (Fig. 2).

De acuerdo a la litoestratigrafía descrita por Young (1985), estas 14 muestras fueron colectadas de 5 Formaciones del Grupo Austin (Fig. 2); muestras 1 y 2 de la Formación Atco, muestra 3 de la Formación Vinson, muestras 4 a 7 de la Formación Jonah, muestras 8 a 13 de la Formación Dessau, y finalmente la muestra 14 de la Formación Burditt. Por lo tanto las muestras colectadas en la sección del Grupo

Austin se distribuyen de la 1 (muestra inferior) a la 14 (muestra superior).

Técnicas de Preparación de Muestras

Las técnicas usadas en este estudio se dividen en cuatro partes, que incluyen: preparación del sedimento, preparación de muestras de untado, técnica de centrifugado (preparación de láminas para análisis al Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y preparación de tocones para observaciones en el MEB.

Considerando el pequeño tamaño de los nanofósiles calcáreos ($2 - 30 \mu$), se debe tener mucho cuidado para evitar contaminación en el Laboratorio. Por lo tanto, el procesamiento de las muestras se llevó a cabo en 2 laboratorios; la preparación inicial de la muestra se realizó en el laboratorio de materia prima, mientras que la preparación de láminas, centrifugación y preparación de tocones para la observación en el MEB, se realizó en el laboratorio de nanoplancton calcáreo fósil, para prevenir contaminación.

1.- Preparación de la muestra

Una submuestra se extrajo de la muestra inicial. Todas las superficies de la submuestra se rasparon con un bisturí para remover la parte más externa (áreas contaminadas). Entonces, tanto bisturí como manos se lavan con agua corriente y se secan con papel desechable.

2.- Preparación de láminas de untado

Este tipo de láminas se hace para asegurar que la muestra contenga todas, ó la mayoría de las especies del conjunto nanoflorístico, y que no sea una muestra estéril.

Después de la preparación de la muestra, la submuestra se envuelve con papel desechable limpio (para evitar contaminación), dejando expuesta la mejor superficie para ser raspada. Entonces una pequeña muestra del sedimento se raspa con el bisturí en un portaobjetos, una o 2 gotas de agua destilada se agregaron y con un palillo de madera plano, el sedimento es mezclado y untado finamente sobre el portaobjetos. (En este punto se puede observar la muestra al microscopio petrográfico con el objetivo de 40x, para corroborar que la muestra contiene nanofósiles calcáreos). El sedimento se seca (cuidando que no se hagan burbujas), sobre una parrilla a 70°C (1 min. aprox.), entonces 2 gotas del medio de montaje (Norland optical adhesive) se agregan y se coloca el cubreobjetos, cuidando que no queden burbujas. La lámina se coloca bajo luz ultravioleta de 10 a 30 min, hasta que la resina frague. La muestra preparada entonces se puede observar con objetivo de 100 x, con aceite de inmersión en el microscopio petrográfico.

3.- Método de Centrifugado

El método de centrifugado ayuda a evitar que las partículas minerales, así como los nanofósiles de la muestra, oculten a la especie que se va a estudiar. Este método separa las partículas más finas y las más gruesas de la muestra, separando al nanoplancton de ésta para su observación.

Primero, la muestra se prepara y se envuelve en papel desechable, después se rompe mecánicamente con un martillo, en el laboratorio de materia prima. La muestra disgregada (una cucharadita) se coloca en un vaso de precipitados de 100 ml, y se agregan 50 ml de agua destilada. La solución se mezcla por 30 seg., y después se vierte en un tubo de ensaye, el cual se centrifuga a 350 r.p.m./15 seg. El líquido sobrenadante se decanta en un 2° tubo de ensaye, mientras que el sedimento remanente se desecha.

A la mezcla del 2° tubo de ensaye se le vuelve a agregar agua destilada y se centrifuga a 1000 r.p.m./30 seg. El líquido resultante de el 2° tubo de ensaye se desecha y el sedimento resultante en la base del mismo, se resuspende con agua destilada. Este último proceso de centrifugado se repite hasta que el líquido contenido en el tubo se observa lo más transparente posible. Este líquido que contiene la muestra está listo para observación al microscopio petrográfico y para la preparación de los tocones para el MEB. Se tomaron muestras del fondo de la mitad y de la parte superior de la suspensión del tubo de ensaye.

Se hicieron variaciones del 1er y 2° centrifugado a 500 r.p.m./20 seg. y 2000 r.p.m. respectivamente. Esto se realizó para concentrar al conjunto fósil y para eliminar las partículas no deseadas.

4.- Preparación de los tocones para la observación al MEB

Después de preparar y centrifugar la muestra, una gota de la suspensión se coloca en un cubreobjetos redondo, el cual es colocado en una caja de petri y se deja a secar en el horno (70°C). Cuando seca la muestra se coloca en un tocón de aluminio con plata coloidal, usando pinzas. Después de que seca, el tocón se cubre con un baño de oro al vacío (staff técnico) y entonces es posible colocarlo en el MEB para su observación.

Técnicas de Observación

Una vez preparadas las láminas, el nanoplancton calcáreo fósil fue examinado e identificado con un microscopio Olympus BO61. Se usaron las técnicas de polarización y contraste de fases, además se utilizó un objetivo de 100 x de inmersión en aceite.

ZONACIÓN DE (Sissingh, 1977)	DOMINIANO		SANTONIANO				CAMPANIANO							
	CC 13	CC 14-15	CC 16				CC 17				CC 18			
	0.7m	1.7m	62m	65m	67m	69m	72m	79m	82m	89m	92m	94m	96m	102m
especies / muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ahmuellerella octaradiata														
Amphizygus brooksii														
Arkhangelskella sp.														
Biscutum blackii														
Braarudo sphaera bigelowii														
Bronsonia enormis														
Bronsonia cf. parca														
Calculites obscurus														
Calculites ovalis														
Chiasozygus bifarius														
Chiasozygus litterarius														
Chiasozygus platyhetus														
Corolithion signum														
Cribosphaerella ehrenbergii														
Cylindralitus blarcus														
Discorhabdus ignotus														
Eiffelithus eximius														
Eiffelithus gorkae														
Eiffelithus turreseiffelii														
Eprolithus floralis														
Eprolithus moratus														
Gartnerago obliquum														
Helicolithus trabeculatus														
Kamptnerius magnificus														
Lithastrinus grillii														
Lithastrinus septenarius														
Lithraphidites carniolensis														
Lucianorhabdus arcuatus														
Lucianorhabdus cayeuxii														
Lucianorhabdus maleformis														
Manivitella permatoidea														
Microrhabdulus belgicus														
Microrhabdulus decoratus														
Micula decusata														

Fig. 5. Especies de nanofósiles de la sección compuesta del Grupo Austin.

ZONACIÓN DE (Sissingh, 1977)		DONTIACIANO		SANTONIANO						CAMPANIANO					
		CC 13	CC 14-15	CC 16				CC 17				CC 18			
Metros en la sección (aprox)		0.7m	1.7m	62m	65m	67m	69m	72m	79m	82m	89m	92m	94m	96m	102m
especies	muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nannococ sp.															
Octolitus multiplus															
Prediscosphaera cretacea															
Prediscosphaera att. P. gradis															
Prediscosphaera ponticula															
Prediscosphaera spinosa															
Quadrum gartneri															
Quadrum gothicum															
Reinhardtites anthoporus															
Retecapsa angustiforata															
Retecapsa crenulata															
Rhagodiscus angustus															
Rucinulithus sp.															
Tranolithus minimus															
Tranolithus ortonatus															
Vekshinella angusta															
Watznaueria barnesae															
Watznaueria manivitae															
Zeughrabdotus biperforatus															
Zeughrabdotus compactus															
Zeughrabdotus elegans															
Zeughrabdotus embergeri															
Zeughrabdotus erectus															

Fig. 5. Especies de nanofósiles de la sección compuesta del Grupo Austin (Continuación)

Se tomaron microfotografías de las especies estudiadas con microscopio petrográfico y con microscopio electrónico de barrido.

Bioestratigrafía

La secuencia de eventos bioestratigráficos en el Cretácico Tardío está relativamente bien establecida comparada con la del Cretácico Temprano (Perch-Nielsen, 1985), en éste último, las zonaciones son menos refinadas, porque el tiempo entre eventos es mayor que en el primero. En general las zonas están definidas por la primera ocurrencia o la última ocurrencia del nanoplancton calcáreo índice. Recientemente, el conocimiento acerca de la evolución dentro de algunos

géneros y familias han sido usados para refinar las biozonaciones.

En el presente trabajo se hizo la datación del Grupo Austin con nanofósiles calcáreos. La biozonación utilizada fue la de Sissingh (1977).

Los datos obtenidos del estudio (Fig.5) definen la ocurrencia de las especies identificadas en la sección compuesta. Las zonas están definidas por la primera aparición y extinción de las especies marcadoras. Los resultados son puramente cualitativos.

Las zonas asignadas a las 14 muestras de la sección compuesta del Grupo Austin sugieren una edad

Coniaciano tardío a Campaniano temprano. Esta edad está basada en la ocurrencia de las especies índice *Micula decusata* (CC14), *Lucianorhabdus cayeuxii* (CC16), *Calculites obscurus* (CC17) y *Broinsonia parca* (CC18).

Coniaciano tardío

Esta edad se presenta en las muestras 1 y 2 las cuales corresponden a la Formación Atco. La muestra 1 contiene especies índice del Coniaciano como *Ephrolithus floralis* y *Ephrolithus moratus*. En la muestra 2, las especies índices *Micula decusata* y *Lithastrinus septenarius* fueron también observadas. En la zonación de Sissingh (1977) la primera ocurrencia de *Micula decusata* corresponde al Coniaciano tardío, sin embargo *E. moratus* recuperado en la muestra 1 de este intervalo, sugiere una edad Coniaciano temprano (CC 13) para la parte más basal de la unidad en la localidad muestreada. Debido a que la parte inferior de la Formación Atco no está expuesta, no fue posible definir el límite entre CC13 y CC14 (Coniaciano temprano y tardío). Por lo tanto, esta parte de la Fm. Atco corresponde a las zonas CC13 y CC14 de Sissingh (1977) definida por la primera ocurrencia de *M. decusata* y es datada como Coniaciano tardío. Con base en estos datos, esta parte de la Fm. Atco correlaciona bien con la biozona de amonitas *Prionocycloceras gabriellense* de Young (1963) y también de la biozona de foraminíferos planctónicos *Dicarinella concavata* de Caron (1985). (Fig. 6).

El intervalo entre la segunda y tercera muestra (CC 15) de las Fms. Atco y Vinson no fue estudiada, porque las muestras de este intervalo (CC 15) no fueron recuperadas (Fig. 2).

Santoniano

Este intervalo es reconocido desde la muestra 3 (parte superior de la Fm. Vinson) a la 7 (Fm. Jonah). En estas muestras, la especie índice *Lucianorhabdus cayeuxii* fue observada.

El intervalo desde la primera ocurrencia de *L. cayeuxii* a la primera ocurrencia (común) de *Calculites obscurus* comprende la zona CC 16 de Sissingh (1977), datada como Santoniano superior. Por lo tanto los nanofósiles calcáreos de las muestras 3 a 7 se consideran dentro de esta zona.

De estos resultados, este intervalo corresponde a las *Texanites texanus gallica* y *Bevahites bevahensis* de la biozonación de Young (1963) (Fig.6). Estos resultados también correlacionan con la biozona *Dicarinella asymetrica* de Caron (1985).

Los resultados obtenidos en este trabajo hasta este punto fueron comparados con zonaciones regionales del NE de Texas (Percival, 1991; Thompson, 1991) y de Mississippi

y Alabama (Dowset, 1989) en Fig. 6, siendo equivalente a la Zona A de foraminíferos planctónicos de Thompson (1991), a la biozona *Lucianorhabdus cayeuxii* de Percival (1991), pero no fue equivalente a la biozona *Calculites obscurus* de Dowsett (1989).

Campaniano

Este intervalo se reconoció desde las muestras 7 a 11 (Fms. Dessau y Burditt). La ocurrencia común de *Calculites obscurus* (desde la muestra 7 en adelante) fue observada dentro de este intervalo. Sissingh (1977) en su biozonación para nanoplanctón calcáreo Cretácico, define la zona CC 17, desde la primera ocurrencia común de la especie índice *C. obscurus* a la primera ocurrencia de la especie índice *Broinsonia parca*. Esta zona es equivalente al Santoniano superior.

Con base en estos resultados, la CC 17 corresponde a la Zona de amonitas *Submortonicerias tequesquitense* de Young (1963). Este resultado es también consistente con la biozona de foraminíferos planctónicos *Globotruncana elevata* de Caron (1985).

Cuando se compara con las zonaciones regionales de la Planicie Costera del Golfo, corresponde a la biozona **B** de foraminíferos planctónicos de Thompson (1991); a la biozona *Tetralithus obscurus* de Percival (1991), pero no a la biozona *Aspidolithus parvus* de Dowsett (1989) (Fig. 6).

Las muestras 11 a 13 (Fm. Dessau) y 14 (Fm. Burditt) ocurren dentro de la Zona (CC 18) *Aspidolithus parvus* de Sissingh (1977) datada como Campaniano inferior. Esta zona se define por la primera ocurrencia de *Broinsonia parca* (= *Aspidolithus parvus*) a la última ocurrencia de *Marthasterites furcatus*. En este estudio, la primera aparición de *Broinsonia cf. B. parca* ocurre en la muestra 11. La especie índice que define la cima de esta zona no fue observada.

La CC 18 corresponde a la biozona *Submortonicerias vanuxemi* Young (1963), y a la biozona *Globotruncanella elevata* de Caron (1985) (Fig. 6).

Cuando los resultados son comparados con aquellos de las zonaciones regionales de la Planicie Costera del Golfo corresponden a la zona **C** de Thompson (1991), a la biozona *Broinsonia parca parca* ? de Percival (1991) pero no corresponde a la biozona *Aspidolithus parvus* de Dowsett (1989) (Fig. 6).

Conclusiones

Catorce muestras del grupo Austin fueron analizadas para conocer su contenido nanoflorístico calcáreo fósil. Aunque la preservación de las muestras fue de regular a moderado,

EDAD BASADA EN AMONITAS		ZONACIÓN AMONITES Young 1963	ZONACIÓN FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS (Cosmopolita) Caron 1935	ZONACIÓN NANOFÓSILES CALCAREOS (Cosmopolita) Sissingh. 1977	ZONACIÓN FORMINÍFEROS PLANCTÓNICOS (NE Texas) Thompson., 1991	ZONACIÓN NANOFÓSILES CALCAREOS (NE Texas) Percival., 1991	ZONACIÓN NANOFÓSILES CALCAREOS (Mississippi) y Alabama) Dowsett., 1989	Este Trabajo				
INFERIOR	CAMPANIANO	Delawarella sabinaiensis	Globotruncanita elevata	CC 18	C Rugoglobigerina tradinghousensis	Broinsonia Parca parca ?	Aspidolithus parvus	B. parca				
		Delawarella delawarensis										
		Submortonicer as vanuxemi										
		Submortonicer as tequesquitense	CC 17	B Marginotruncana concavata Globotruncana Elevata	Tetralithus obscurus	C obscurus						
SUP.	SANTONIANO	Bevahites bevahensis	Dicarinella asymerica	CC 16	Globigerinoides asperus Marginotruncana pseudolinneiana	Lucianorhabdus cayeuxii	Calculites obscurus	L. cayeuxii				
		Texanites texanus gallica										
INFERIOR		Texanites texanus texanus	Dicarinella concavata	CC 15						?		
		Texanites stangeri		CC 14								
SUP.	CONIACIANO	Prionocytioceras gabrielense	Dicarinella primitiva	CC 13								M decussta
		Peroniceras westphalicum										
MEDIO		Peroniceras haasi										

Fig. 6.- Correlación con amonitas, foraminíferos planctónicos y nanoplancton calcáreo comparándolo con el presente estudio.

57 formas fósiles fueron recuperadas e identificadas al menos a nivel genérico. El intervalo muestreado fue, sin embargo inadecuado para facilitar la precisa delimitación de las biozonas, principalmente entre la biozona CC14 y CC15.

La presencia de elementos estratigráficos significativos en algunas de las muestras, demuestran que las muestras estudiadas pueden ser asignadas a 6 biozonas de

nanofósiles calcáreos de la biozonación de Sissingh (1977), correspondiendo a la CC 13, CC 14 – 15, CC 16 y CC 18. La CC 15 no fue estudiada, porque no se colectaron muestras de este intervalo (Fm. Vinson).

El resultado del presente estudio es sin embargo consistente con biozonaciones Cosmopolitas y Regionales (Texas) previas para nanofósiles calcáreos, foraminíferos

planctónicos y amonitas. Los resultados no fueron consistentes con la zonación para nanofósiles calcáreos de Dowset para Mississippi y Alabama.

Agradecimientos

Agradezco a la Dra. Blanca Estela Buitrón la invitación a participar en el Homenaje a la Dra. Gloria Alencáster. El presente trabajo es el resultado de la Maestría en Micropaleontología en la Universidad de Londres, Inglaterra para lo cual agradezco la recomendación de las Dras. Blanca Estela Buitrón, Gloria Alencaster Ybarra, Silvia Rivera Olmos, para la obtención de la beca de posgrado para este fin.

Agradezco al Consejo Británico por la beca otorgada, así como a las autoridades y personal académico y técnico de la Universidad de Londres por el apoyo recibido durante el desarrollo de la Maestría en Ciencias en Micropaleontología.

Un agradecimiento especial a mis compañeros, familiares y amigos por su apoyo a lo largo de esta Maestría.

Agradezco también a la Ing. Ariadna Márquez Ramírez, el valioso apoyo recibido en la elaboración de esquemas y figuras del presente trabajo.

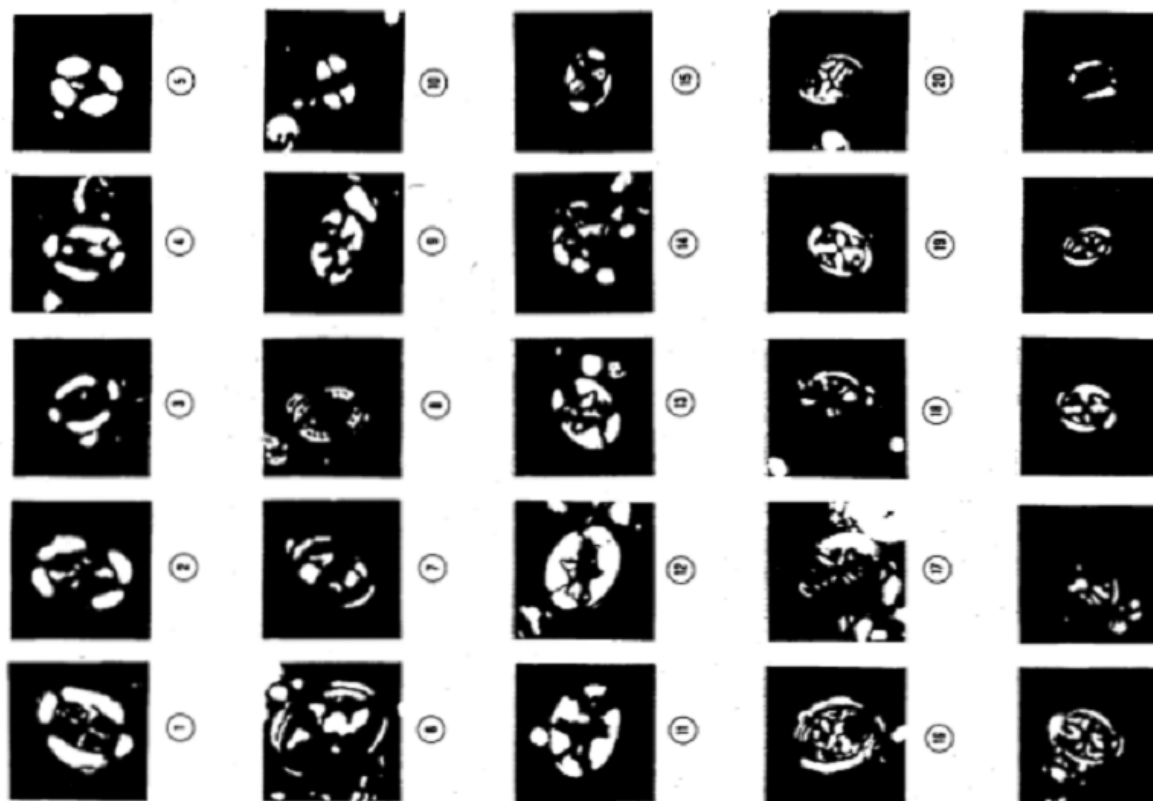
Finalmente agradezco las sugerencias de los revisores anónimos para la publicación de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Bukry, D. 1969. Upper Cretaceous Coccoliths from Texas and Europe. *Univ. Kansas Paleont. Contr.* 51 (Protista) p. 79.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifera. En Bolli, H. M., et al. (Eds.). *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 17-86.
- Crux, J.A. 1982. Upper Cretaceous (Cenomanian to Campanian) calcareous nannofossils, En Lord A.R. (Ed.). *A British Micropaleontological Society Series*, Ellis Horwood, Chichester, p. 81-85.
- Dowsett, H.J. 1989. Documentation of the Santonian – Campanian and Austinian – Taylorian Stage Boundaries in Mississippi and Alabama using calcareous microfossils. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1884, 20 p.
- Gartner, S. 1968. Coccoliths and related calcareous nannofossils from Upper Cretaceous deposits of Texas and Arkansas. *Univ. Kansas Paleont. Contr.* 48 (Protista), Article 1, p. 56.
- Grammil, L.M., J.A. Adams, and R.E. Casey, 1984. Potassium – 40/Argon – 40 age determinations on low potassium glauconites near missing Cretaceous – Tertiary transition at Littig Pit., Travis County, Texas (abst.). *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 68 (4): p. 478-479.
- Hattner, J.G., Wind, F.H. and Wise, S.W. 1980. The Santonian Campanian Boundary: Comparison of Nearshore – Offshore Calcareous Nannofossil Assemblages. *Cahiers de Micropaleontologie*, 3: p. 9-26.
- Hattner, J.G. and Wise S.W. 1980. Upper Cretaceous Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of South Carolina. *South Carolina Geology*, 24 (2): p. 41-117.
- Heine, C.J. 1991. Late Santonian to Early Maastrichtian Dinoflagellate cysts in NE Texas. En: *Stratigraphy and Micropaleontology of the Campanian shelf in NE Publication*, p. 117-147.
- Lauer, G. 1971. Evolutionary trends in the Arkhangelskiellacea (Calcareous Nannoplankton) of the Upper Cretaceous of Central Oman, SE Arabia. Report on the Consultant Group on Calcareous Nannoplankton, Kiel, Sept. 5-7, p. 239-261.
- Leshner, O., 1983. Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Austin Chalk (Upper Cretaceous) in the type area, *Abstracts with Programs* 15 (2): p. 48.
- Moshkovitz, S. and Osmond, K. 1989. The optical properties and microcrystallography of Arkhangelskiellaceae and some other calcareous nannofossils in the Late Cretaceous En: Crux, J. A. and Van Heck, S. (Eds) *Nannofossils and Their Applications, proceedings of the International Nannofossil Association Conference, London, 1987*, p. 76-97.
- Noël, D. 1969. Arkhangelskiella (coccolithes crétacés) et forms affines du Bassin de Paris. *Revue de Micropaléontologie*, 11 (4): p. 191-194.
- Perch – Nielsen, K. 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In Bolli, H.M. et al. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press.
- Percival, S.F. Jr. 1991. Late Santonian to early Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and zonation in NE Texas. *Micropaleontology Press, Special Publ.*, 5: 148 p.
- Pessagno, E.A. Jr. 1967. Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the Western Atlantic Gulf Coastal Plain. *Paleontographica Americana* 5: p. 242-545.
- Risatti, J.B. 1973. Nannoplankton biostratigraphy of the Upper Bluffport Marl – Lower Prairie Bluff Chalk interval (Upper Cretaceous) in Mississippi. *Proc. Symp. Calc. Nannofossils. Gulf Coast Sect. Soc. Econ. Paleont. Mineral*, p. 8-57.
- Roth, P.H. 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and Oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 44: p. 731-759.
- Sissingh, W. 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Sheu, N.W., 1982. Calcareous nannofossils of the Brownstwn Marl and Gober Chalk (Upper Cretaceous) of the Upper Austin

- Group, Fannin Country, Northeast Texas. University of Texas at Arlington, Masters Thesis.
- Smith, C.C., 1875. Calcareous nanoplankton and stratigraphy of the upper Eagle Ford and lower Austin Formations, Texas. University of Texas at Dallas, Ph.D. Dissertation.
- Smith, C.C. 1981. Calcareous Nannoplankton and Stratigraphy of Late Turonian, Coniacian and Early Santonian Age of the Eagle Ford and Austin Groups of Texas. Geol. Survey Professional Paper 1075, 95 p.
- Stradner, H. 1961. Vorkommen von Nannofossilien im Mesozoikum und Alttertiär. Erdöl-Z., 77, p. 77-88.
- Thierstein, H.R. 1976. Mesozoic Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy of Marine Sediments. Marine Micropaleontology 1: p. 325-362.
- Thompson, L., Heine, C., Percival, S., Selznik, M. 1992. Stratigraphy and Stradner, H. 1964. Micropaleontology of the Campanian shelf in Northeast Texas. Micropaleont. Press Special Publ., 5: 148 p.
- Varol, O. 1989. Quantitative analysis of the Arkhangelskiella cymbiformis Group and Biostratigraphic usefulness in the North Sea Area. Journal of Micropalaeontology, 8 (2): p. 131-134.
- Verbeek, J.W. 1977. Calcareous nannoplankton Biostratigraphy of the Middle and Upper Cretaceous Deposits in Tunisia, Southern Spain and France. Utrecht Micropaleontological Bulletins 16: p. 5-157.
- Young, K. and Woodruff, C.M. 1985. Austin Chalk in its type – area stratigraphy and structure, Austin Geological Society, Guidebook 7, 88 p.

LAMINA 1



Figs. 1 – 2. *Arkhangelskiella* sp. muestra 1, polarización, x2375.

Figs. 3 – 4. *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit (1971) muestras 11 y 14, polarización, x2143.

Fig. 5. *Broinsonia* cf. *B. parca* (Stradner, 1963) Bukry, 1969.

Fig. 6.- *Gartnerago obliquum* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1970, muestra 13, polarización, x1750.

Fig. 7. *Gartnerago* sp. Bukry (1969), muestra 13, polarización, x2125.

Fig. 8.- *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky, (1912) Deflandre (1952), muestra 11, polarización, x2667.

Fig. 9 – 10. *Eiffelithus gorkae* Reinhardt (1965), muestras 14 y 7, polarización, x2600 y x1900.

Fig. 11 – 12. *Eiffelithus eximius* (Stover, 1966) Perch – Nielsen (1968), muestras 14 y 8, polarización, x2250 y x2125.

Fig. 13. *Eiffelithus turrisseiffelii* (Deflandre, 1954), Reinhardt (1965), muestra 14, polarización, x2333.

Figs. 14 – 15. *Helicolithus trabeculatus* (Górka, 1957) Verbeek (1977), muestras 4 y 14, polarización, x1857 y x1714.

Fig. 16. *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit (1971), muestra 13, polarización, x1971.

Figs. 17 – 18. *Chiastozygus platyrhetus* Hill (1976), muestras 14 y 7, polarización, x2275 y x1714.

Figs. 19 – 20. *Chiastozygus bifarius* Bukry (1969), muestras 14 y 13, polarización, x2166.

Figs. 21 – 22. *Ahmuellerella octoradiata* (Górka, 1957) Reinhardt (1966), muestra 14, polarización, x2000.

Figs. 23 – 24. *Vekshinella angusta* (Stover, 1966), muestras 14 y 7, polarización, x2400.

LAMINA 2

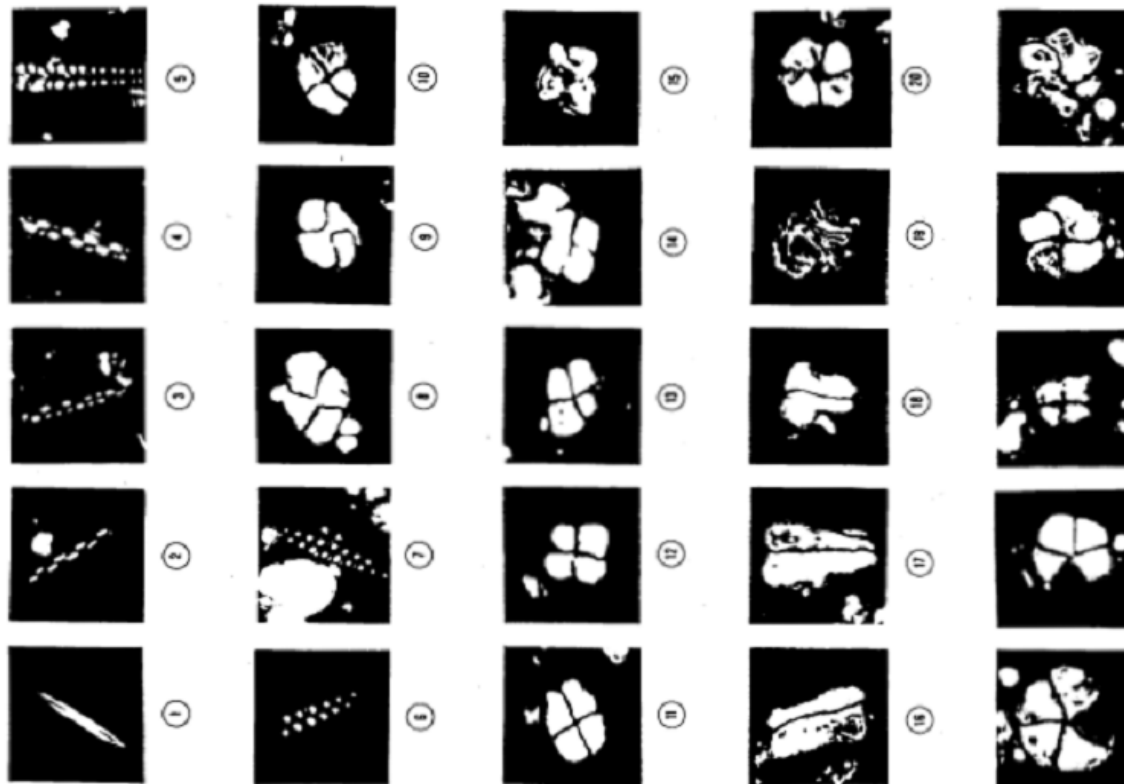


Fig. 1. *Lithraphidites carniolensis* Deflandre (1963), muestra 14, polarización, x2000.

Figs. 2 - 4. *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959), muestras 11 y 4, polarización, x2250.

Fig. 5. Espina de cocolito, polarización, x2250.

Figs 6 - 7. *Microrhabdulus belgicus* Hay y Towe (1963), muestra 13, polarización, x1750.

Figs. 8 - 10. *Calculites obscurus* Deflandre (1959) Prins y Sissingh en Sissingh (1977), muestras 14 y 11, polarización, x2428.

Fig. 11. *Calculites ovalis* Stradner (1963) Prins y Sissingh en Sissingh (1977), muestra 11, polarización, x2571.

Figs. 12 - 13. *Quadrum gothicum* (Deflandre, (1959) Prins y Perch - Nielsen (1977), muestras 4 y 11, polarización, x2400.

Fig. 14. *Quadrum gartneri* Prins y Perch - Nielsen (1977), muestra 11, polarización, x2600.

Fig. 15. *Micula decusata* Vekshina (1959), muestra 11, polarización, x2600.

Figs. 16 - 17. *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre (1959), muestras 11 y 6, polarización, x1818.

Figs. 18 - 19. *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt (1966), muestra 11, Polarización y Contraste de fases (mismo espécimen), x 1625.

Fig. 20. *Nannoconus* sp. Kamptner, 1931, muestra 13, polarización, x182.

Figs. 21 - 22. *Braarudosphaera bigelowii*, muestras 13 y 11, polarización, x2375 y x1750.

Figs. 23 - 25. *Lithastrinus grillii* Stradner (1962), muestra 11, polarización, x 2500 y x 2000.

LAMINA 3

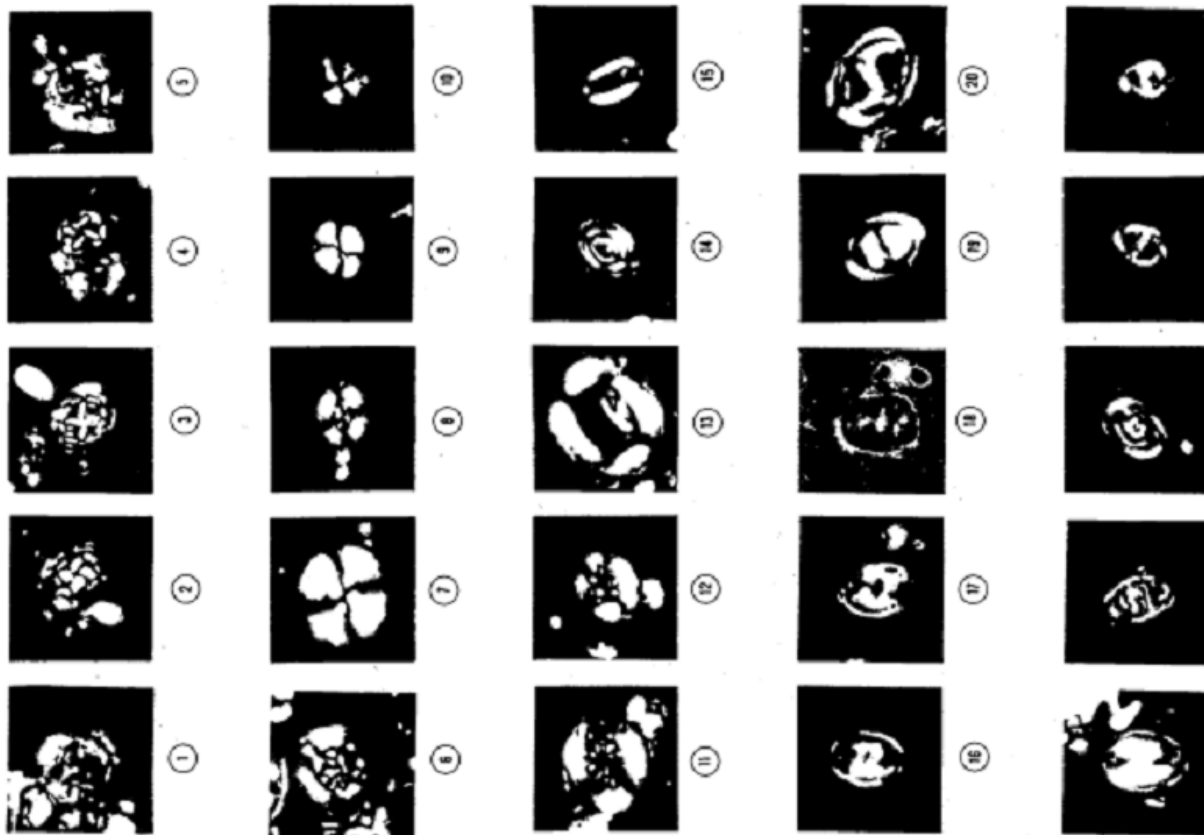


Fig. 1. *Prediscosphaera ponticula* Bukry (1969), Perch – Nielsen (1984), muestra 13, polarización, x2500.

Figs. 2 – 4. *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner (1968), muestra 13, 14 y 7, polarización, x2333.

Figs. 5 – 6. *Prediscosphaera* cf. *P. grandis* Perch – Nielsen (1979), muestra 14 y 13, polarización, x2000.

Fig. 7. *Watznaeria manivittae* Bukry (1973), muestra 13, polarización, x2000.

Figs. 8 – 9. *Watznaeria barnesae* (Black, 1959) Perch – Nielsen (1968), muestras 2 y 11, polarización, x1833.

Fig. 10. *Discohabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch – Nielsen (1969), muestra 4, polarización, x2000.

Fig. 11. *Reticapsa crenulata* (Bramlette y Martini, 1964) Grün y Alleman, 1975, muestra 11, polarización, x2572.

Fig. 12. *Reticapsa angustiforata* Black (1971), muestra 14, polarización, x 1625.

Fig. 13. *Manivittella pennatoidea* Thierstein (1971), muestra 11, polarización, x 2200.

Fig. 14. *Biscutum blackii* Gartner (1968), muestra 11, polarización, x 2600.

Fig. 15. *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971), muestra 14, polarización, x 1714.

Figs. 16 – 18. *Tranolithus orionatus* Reinhardt, 1966, muestras 14 y 1, x2000.

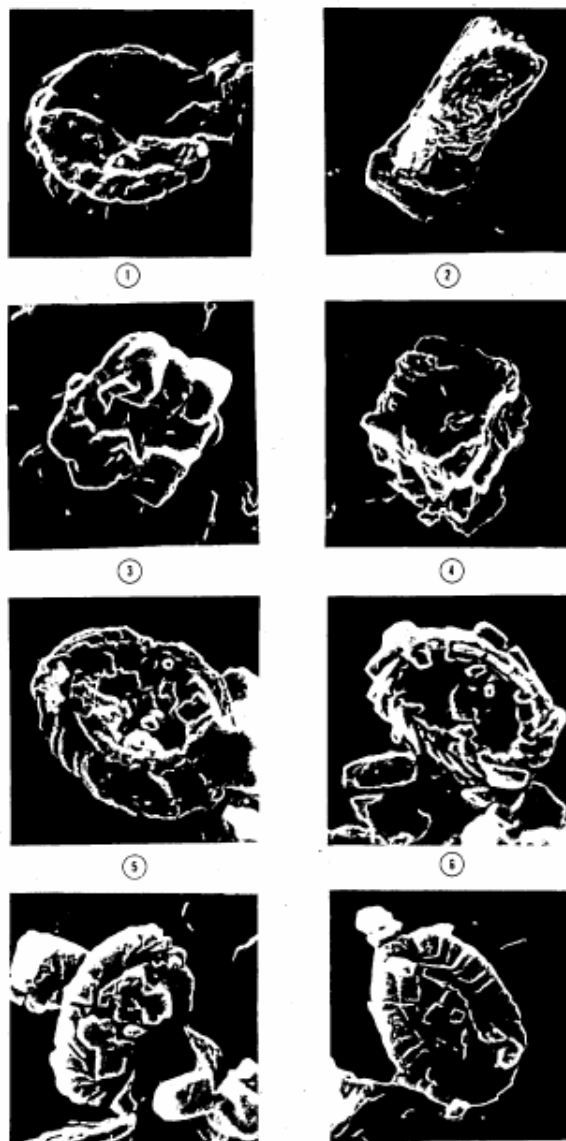
Fig. 19. *Tranolithus minimus* (Bukry, 1969) Perch – Nielsen 1984, muestra 13, polarización, x 3750.

Fig. 20. *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch – Nielsen (1968), muestra 11, polarización, x1636.

Fig. 21. *Zeughrabdotus biperforatus* (Gartner, 1968), muestra 14, Polarización, x2000.

Figs. 22 – 23. *Zeughrabdotus compactus* (Bukry, 1969), muestra 13 y 11, polarización, x2600.

Figs. 24 – 25. *Zeughrabdotus erectus* (Deflandre, 1954) Lezard (1968), Reinhardt (1965), muestra 7, polarización, x2250.



LAMINA 4

Fotografías de Microscopio Electrónico de Barrido mostrando preservación regular.

Fig. 1. *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch – Nielsen (1968), vista proximal, muestra 7, x 8600.

Fig. 2. ? *Lucianorhabdus* sp. Deflandre (1959), vista lateral, muestra 7, x 4818.

Fig. 3. *Quadrum* sp. Muestra 14, x5600.

Fig. 4. *Micula* sp. Muestra 7, x4600.

Figs. 5 – 6. *Zeugrhabdotus* sp. Vistas proximales, muestras 7 y 14, x6000.

Fig. 7. *Tranolithus minimus* (Bukry, 1969) Perch – Nielsen, 1984, vista distal, muestra 14, x 9500.

Fig. 8. *Reinhardtites* sp., vista distal, muestra 7, x 3545.