

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS**  
Departamento de Paleontología



TESIS DOCTORAL

**Estudio de algunos aspectos paleobiológicos, sistemáticos y  
bioestratigráficos de los foraminíferos del Eoceno inferior de  
la zona central de la provincia de Alicante**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Leopoldo Márquez Sanz**

Madrid, 2015

Leopoldo Márquez Sanz

TP  
1983  
063



\* 5 3 0 9 8 6 0 6 7 1 \*

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

1-58-531844-3

ESTUDIO DE ALGUNOS ASPECTOS PALEODIOLÓGICOS, SISTEMÁTICOS  
Y BIOESTRATIGRÁFICOS DE LOS FORAMINÍFEROS DEL EOCENO INFERIOR  
DE LA ZONA CENTRAL DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

Departamento de Paleontología  
Facultad de Ciencias Geológicas  
Universidad Complutense de Madrid  
1983



BIBLIOTECA

Colección Tesis Doctorales. Nº 63/83

© Leopoldo Márquez Sanz  
Edita e imprime la Editorial de la Universidad  
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía  
Noviciado, 3 Madrid-8  
Madrid, 1983  
Xerox 9200 XB 480  
Depósito Legal: M-6425-1983

LEOPOLDO MARQUEZ SANZ

ESTUDIO DE ALGUNOS ASPECTOS PALEOBIOLOGICOS, SISTEMATICOS Y  
BIOESTRATIGRAFICOS DE LOS FORAMINIFEROS DEL EOCENO INFERIOR  
DE LA ZONA CENTRAL DE LA PROVINCIA DE ALICANTE .

Directores:

Dr. D. Miguel de Renzi de la Fuente, Catedrático de Paleontología y Jefe del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Literaria de Valencia .

Dr. D. Juan Usera Mata, Profesor Adjunto de Geología del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Literaria de Valencia.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
Facultad de Ciencias Geológicas  
Departamento de Paleontología

1981



## INDICE GENERAL

	pág.
<u>Introducción</u> .....	1
<b>I.- <u>Situación geográfica</u></b> .....	4
<b>II.- <u>Marco geológico regional</u></b> .....	10
II.1 Generalidades .....	11
II.2 Estratigrafía .....	12
II.3 Tectónica .....	14
<b>III.- <u>Estratigrafía</u></b> .....	19
III.1 Introducción .....	20
III.2 Descripción de las columnas estratigráficas	20
III.2.1 Serie de Sax .....	20
III.2.2 Serie de Agost .....	21
III.2.3 Serie de Tangel .....	23
III.2.4 Serie de Faz .....	24
III.3 Sedimentología .....	31
<b>IV.- <u>Foraminíferos planctónicos</u></b> .....	34
IV.1 Antecedentes .....	35
IV.2 Métodos de trabajo .....	37
IV.3 Biozonación .....	38
IV.4 Sistemática de las especies planctónicas ..	61
IV.4.1 Generalidades .....	61
IV.4.2 Notas taxonómicas .....	62
<b>V.- <u>Microforaminíferos bentónicos</u></b> .....	99
V.1 Antecedentes .....	100
V.2 Métodos de estudio .....	104

	pág.
V.3 Resultados .....	110
V.4 Discusión y conclusiones .....	110
VI.- <u>Macroforaminíferos (Género Assilina)</u> .....	149
VI.1 Introducción .....	150
VI.2 Antecedentes .....	153
VI.3 Métodos de trabajo .....	156
VI.3.1 Preparación, clasificación y medición de los ejemplares .....	156
VI.3.2 Métodos biométricos .....	162
VI.4 Resultados .....	168
VI.5 Discusión y conclusiones .....	169
VI.6 Sistemática de las especies de <u>Assilina</u> ..	181
VII.- <u>Resumen y conclusiones</u> .....	194
VIII.- <u>Bibliografía</u> .....	198
IX.- <u>Láminas</u> .....	220

### III

#### INDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1.- Situación geográfica general .....	6
Figura 2.- Situación de la serie de Sax .....	7
Figura 3.- Situación de la serie de Agost .....	8
Figura 4.- Situación de las series de Tangel y Faz .....	9
Figura 5.- Mapa tectónico de la provincia de Alicante .....	16
Figura 6.- Leyenda de los simbolos utilizados en las series	25
Figura 7.- Serie de Sax .....	27
Figura 8.- Serie de Agost .....	28
Figura 9.- Serie de Tangel .....	29
Figura 10.- Serie de Faz .....	30
Figura 11.- Correlación entre algunos estratotipos paleóge- nos europeos, la escala geocronológica y la bio- zonación de foraminíferos planctónicos .....	40
Figura 12.- Comparación de la biozonación propuesta en este trabajo con las establecidas por otros autores en diversas áreas .....	59
Figura 13.- Distribución estratigráfica de las diferentes es- pecies de foraminíferos planctónicos del Eoceno inferior de la zona estudiada .....	60
Figura 14.- Parámetros de las comunidades de microforaminífe- ros bentónicos. Serie de Sax .....	111
Figura 15.- Parámetros de las comunidades de microforaminífe- ros bentónicos. Serie de Agost .....	112
Figura 16.- Parámetros de las comunidades de microforaminífe- ros bentónicos. Serie de Tangel .....	113
Figura 17.- Parámetros de las comunidades de microforaminífe- ros bentónicos. Serie de Faz .....	114

	pág.
Figura 18.- Representación de los porcentajes de subordenes de microforaminíferos bentónicos .....	116
Figura 19.- Dendrograma de las correlaciones por columnas. Zona de <u>M.aragonensis</u> .....	128
Figura 20.- Dendrograma de las correlaciones por columnas. Zona de <u>A.angulosa</u> .....	129
Figura 21.- Dendrograma de las correlaciones por filas.Zona de <u>M.aragonensis</u> .....	131
Figura 22.- Dendrograma de las correlaciones por filas.Zona de <u>A.angulosa</u> .....	139
Figura 23.- Esquema de la posible distribución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos procedentes de la zona de <u>M.aragonensis</u> .....	147
Figura 24.- Esquema de la posible distribución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos procedentes de la zona de <u>A.angulosa</u> .....	148
Figura 25.- Diferentes tipos de ornamentación en <u>Assilina</u> ..	159
Figura 26.- Variables externas e internas medidas sobre sobre los ejemplares de <u>Assilina</u> .....	161
Figura 27.- Análisis canónico n°1 .....	fuera de texto
Figura 28.- Análisis canónico n°2 .....	fuera de texto
Figura 29.- Análisis canónico n°3 .....	fuera de texto
Figura 30.- Análisis canónico n°4 .....	fuera de texto
Figura 31.- Análisis canónico n°1(bis) .....	fuera de texto
Figura 32.- Análisis canónico n°2(bis) .....	fuera de texto
Figura 33.- Análisis canónico n°3(bis) .....	fuera de texto
Figura 34.- Análisis canónico n°4(bis) .....	fuera de texto
Figura 35.- Símbolos utilizados en las representaciones canónicas de las figuras:31,32,33 y 34 .....	170

## INDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1.- Inventario de las especies de foraminíferos planctónicos. Serie de Sax .....	43
Tabla 2.- Inventario de las especies de foraminíferos planctónicos. Serie de Agust .....	44
Tabla 3.- Inventario de las especies de foraminíferos planctónicos. Serie de Tangel .....	45
Tabla 4.- Inventario de las especies de foraminíferos planctónicos. Serie de Faz .....	46
Tabla 5.- Censo de los foraminíferos bentónicos. Serie de Sax .....	fuera de texto
Tabla 6.- Censo de los foraminíferos bentónicos. Serie de Agost .....	fuera de texto
Tabla 7.- Censo de los foraminíferos bentónicos. Serie de Tangel .....	fuera de texto
Tabla 8.- Censo de los foraminíferos bentónicos. Serie de Faz .....	fuera de texto
Tabla 9.- Presencias-ausencias. Zona de <u>N. aragonensis</u> .. .....	fuera de texto
Tabla 10.- Presencias-ausencias. Zona de <u>A. angulosa</u> .....	fuera de texto
Tabla 11.- Análisis de la varianza del índice de diversi- dad H .....	119
Tabla 12.- Análisis de la varianza del índice de diversi- dad $\alpha$ .....	120
Tabla 13.- Análisis de la varianza de los porcentajes de planctónicos/bentónicos .....	121

	pág.
Tabla 14.- Test de comparación múltiple de medias. Índice de diversidad $H$ .....	124
Tabla 15.- Test de comparación múltiple de medias. Índice de diversidad $\alpha$ .....	125
Tabla 16.- Test de comparación múltiple de medias. Porcentajes de planctónicos/bentónicos .....	126
Tabla 17.- Principales resultados del análisis canónico n°1 .....	172
Tabla 18.- Principales resultados del análisis canónico n°2 .....	173
Tabla 19.- Principales resultados del análisis canónico n°3 .....	176
Tabla 20.- Principales resultados del análisis canónico n°4 .....	177

## VII

### AGRADECIMIENTOS

En primer lugar deseo agradecer a los codirectores de la presente Tesis Doctoral , Dr.D.Miguel de Renzi y Dr. D.Juan Usara la orientación y ayuda que me han prestado en todo momento ,sin las cuales hubiera sido imposible la realización del presente trabajo .

Agradezco,asi mismo,la colaboración de todos los compañeros del Departamento de Geología de la Universidad Literaria de Valencia , y en especial a D. Guillermo Gutiérrez por su valiosa ayuda en los aspectos sedimentológicos y estratigráficos y al Dr.D.J.Daniel Acuña ,autor del programa de ordenador utilizado en el estudio de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.

Quiero tambien agradecer al Dr. J.Cuadras,de la Universidad de Barcelona que nos haya permitido utilizar su programa (CANP) de análisis canónico y a D.Javier Balaguer su decisiva ayuda en las cuestiones de informática .

Agradezco al Dr.D.J.Serra de la Universidad de Barcelona el haberme suministrado cierta bibliografía de la que no disponíamos en este Departamento.

He de agradecer,asi mismo, a D.T.Montán la ayuda prestada en la realización de las fotografías con microscopio electrónico de barrido , a Dña.M.Oltra la realización de los trabajos de mecanografía y a D.J.García Coloma la ejecución de los trabajos de delineación .

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado en la realización de este trabajo.



ERRATAS MAS IMPORTANTES

Página	Párrafo	Línea	Dice	DEBE DECIR
57	1	6	...abarca la Zona...	...abarca desde la Zona ...
98	1	8	..en el labio esperial..	...en el lado espiral...
118	2	3-4	:zona turbulenta(0-20m.)El límite de ...	:Zona turbulenta(0-20 m.),plataforma interna(20-80 m.) y plataforma externa (80-200 m.) . El límite de ...
127	4	2	(Zona de <u>M.caucasica</u> )	(Zona de <u>A.angulosa</u> )
146	1	8	( <u>M.caucasica</u> )	( <u>A. anguloŝa</u> )
146	2	5	( <u>M.caucasica</u> )	( <u>A. angulosa</u> )



## INTRODUCCION

#### INTRODUCCION.

El motivo por el cual hemos elegido el estudio de los foraminíferos eocénos de la Provincia de Alicante como tema de esta Tesis Doctoral viene determinado por varias razones:

La primera es la falta casi total de estudios recientes sobre el tema, sobre todo en lo referente a los foraminíferos bentónicos..

La segunda es completar una laguna dentro de la línea de investigación paleontológica del Departamento de Geología de la Universidad de Valencia, en donde se realizaban estudios sobre Neógeno Paleógeno continental, Cretácico, Jurásico y Triásico pero no Paleógeno marino.

Por último contribuyó a la elección de este tema la existencia de microfaunas muy variadas y en muchos casos en excelente estado de conservación, lo que ha permitido estudios muy diversos y detallados.

Tres son los aspectos fundamentales que se han tratado en este trabajo:

El primero es el estudio de foraminíferos planctónicos que ha permitido establecer una base bioestratigráfica detallada, la cual era imprescindible para poder desarrollar los apartados siguientes.

En segundo lugar han sido estudiadas las asociaciones de microforaminíferos bentónicos, tanto desde un punto de vista cualitativo como cuantitativo.

Por último se ha trabajado sobre poblaciones pertenecientes a diversas especies del género Assilina, muy bien representado en los niveles estudiados, abordándose diversas cuestiones de sistemática y de dinámica poblacional mediante técnicas bioestadísticas (análisis canónico).

Este trabajo no pretende ser en absoluto, exhaustivo, sino solo la introducción a un estudio mucho mas ambicioso de las microfaunas eocenas de esta región, que por su gran amplitud y diversidad harán necesario el concurso de otros especialistas, no solo en el campo de los foraminíferos sino en el de otros grupos, como los ostrácodos, que no obstante su interés, permanecen sin estudiar.

## I. SITUACION GEOGRAFICA

#### I.- SITUACION GEOGRAFICA.

Las series estudiadas se hallan localizadas en el sector central de la provincia de Alicante (fig. 1) siguiendo una alineación de orientación NW-SE.

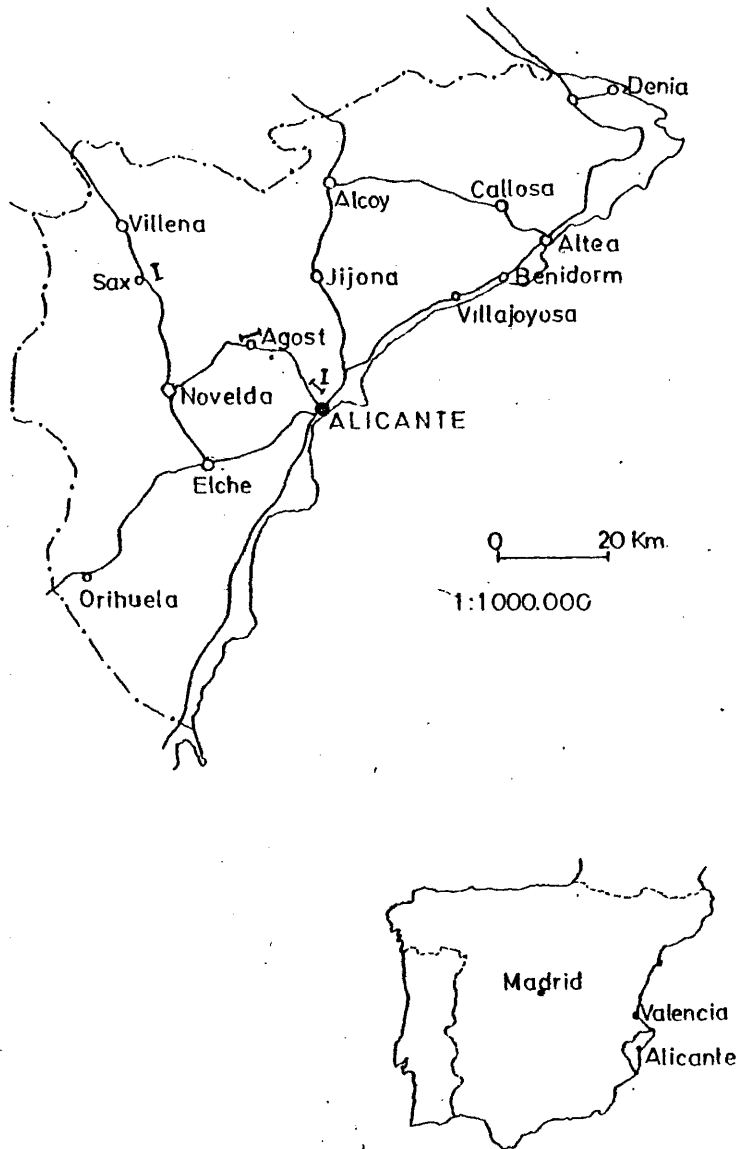
La serie de Sax se encuentra en la hoja topográfica de Castalla, n° 28-33 (846 según la antigua numeración), al noroeste de dicha población, en el lugar denominado Barranco del Boquerón, situado en la estribación sureste de la Sierra de la Argueña. La situación exacta aparece representada en la fig. 2.

Por lo que respecta a la serie de Agost, ésta se halla situada en la Hoja de Elda, n° 28-34 (ant.n.: 871), al Norte de la villa del mismo nombre en el paraje conocido como Els Terrers (en el mapa topográfico aparece con el nombre de Lomas de la Beata). Para su localización ver fig. 3.

El perfil de Tangel se encuentra en la Hoja de Alicante, n° 29-34 (ant.n.: 872), en la carretera de Tangel a Villafranqueza junto al desvío de San Antonio (fig. 4).

La serie de Faz, se encuentra en la misma hoja topográfica que la anterior y situada al N. de esta (fig. 4).

Fig.-I SITUACION GEOGRAFICA GENERAL



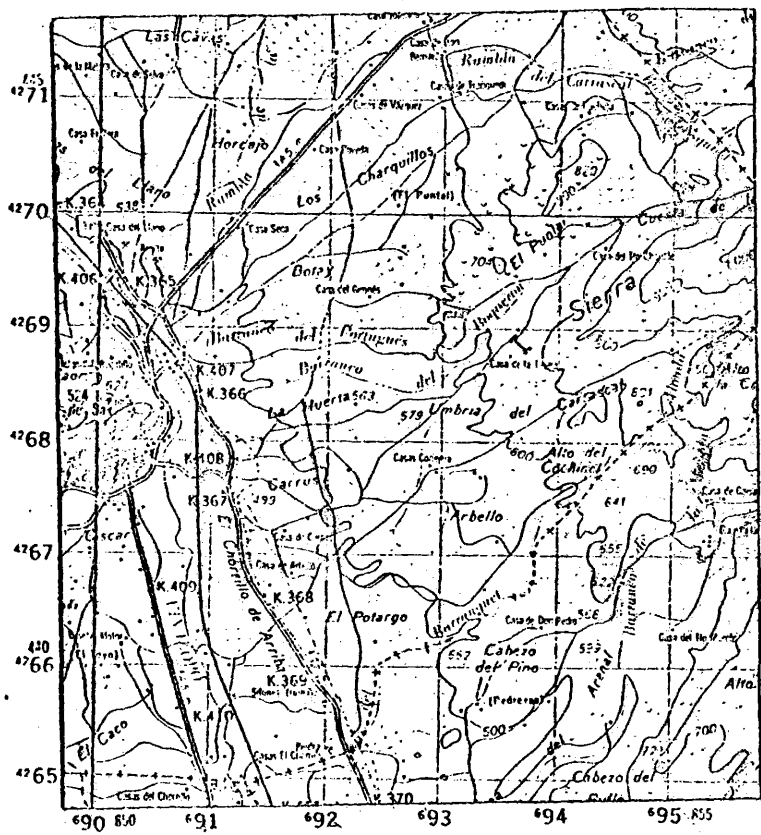


FIGURA 2 .- Situación de la serie de Sax .

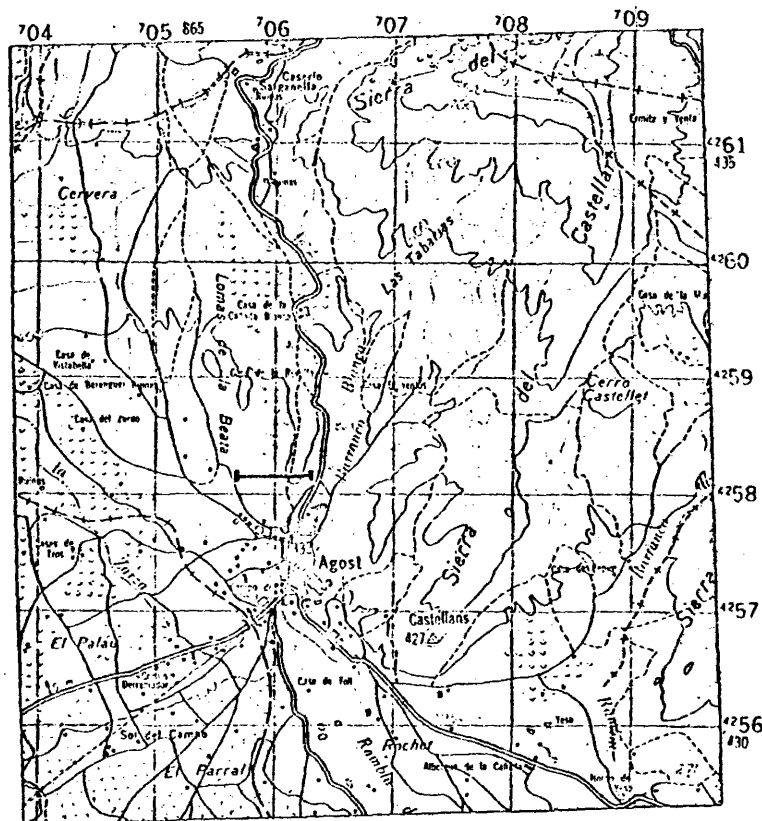


FIGURA 3 .- Situación de la serie de Agost .

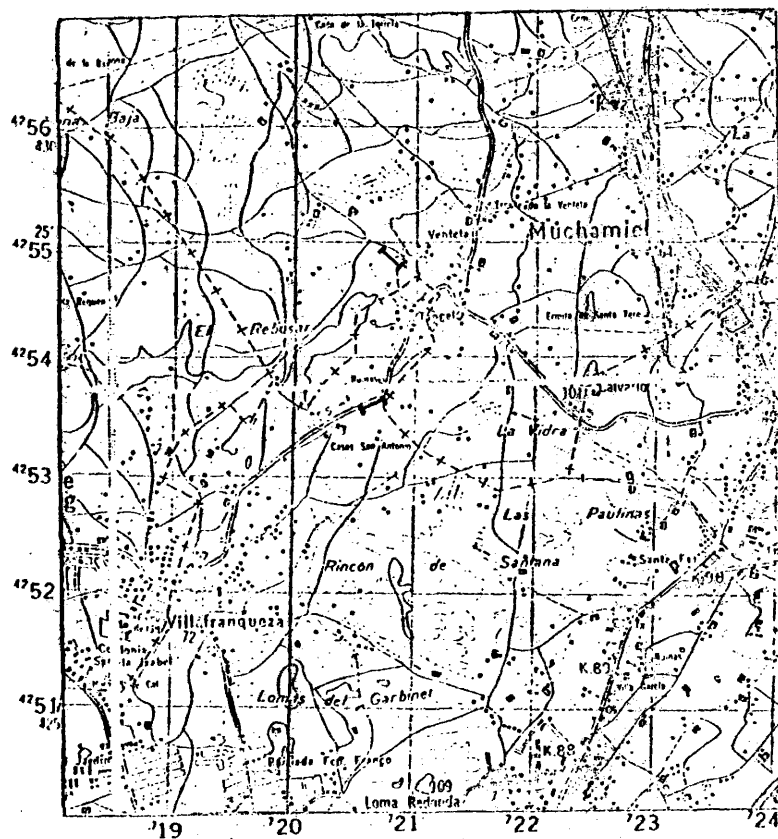


FIGURA 4 .- Situación de las series de Faz y Tangel.

10

II. MARCO GEOLOGICO REGIONAL

## II.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL.

### II.1.- Generalidades.

El Paleógeno del País Valenciano está constituido por dos grandes áreas de sedimentación: Por una parte las provincias de Castellón y Valencia, en las que está representado por facies continentales y por otra, la provincia de Alicante, en la que estas son marinas. El límite entre ambos conjuntos viene dado a grandes rasgos por la línea divisoria de las provincias de Valencia y Alicante.

La Provincia de Alicante está situada en la parte noreste de las Cordilleras Béticas, dentro del dominio denominado Prebético; únicamente al Sur de la provincia, en la zona de Aspe, aparecen afloramientos, que algunos autores (AZEMA, 1966; RODRIGUEZ ESTRELLA, 1977b), interpretan como retazos del frente subbético.

En el Prebético, clásicamente, se han distinguido dos dominios: Al N. un prebético externo, con series poco potentes, detríticas, dolomíticas, propias de ambientes continentales o marinos muy someros. Al Sur aparece el Prebético interno, mucho más potente, formado por calizas y margas de ambiente nerítico. Esta última unidad, en general, en las Cordilleras Béticas es cabalgada por el Subbético.

Sin embargo, en Alicante, aparecen materiales que desde un punto de vista litoestratigráfico presentan características intermedias entre el Subbético y el Prebético interno. Ello ha dado lugar a que algunos autores hayan incluido esta área en el Subbético. Entre ellos cabe citar a NICKLES (1881), DARDER (1945), DURAN DELGA y MAGNE (1958-1960), RIOS et. al. (1960-1961). No obstante, a raíz de los trabajos efectuados en los últimos 20 años por diversos investigadores, entre los que destacan, entre otros, AZEMA, GARCIA RODRIGO, POLVECHE, LERET y RODRIGUEZ ESTRELLA, se ha llegado a la conclusión de que estos materiales pertenecen a la zona Prebética.

Tal como hemos indicado antes, los citados niveles muestran características intermedias entre los materiales típicamente prebéticos y los subbéticos, presentando además importantes cambios de facies y de potencias de unos puntos a otros. Es por ello por lo que AZEMA (1966), diferencia dos tipos de Prebético: El Prebético de Alicante y el Prebético Occidental, separados por la alineación Salinas-La Romana-Crevillente, los cuales presentan diferencias importantes, según este autor, precisamente durante la sedimentación terciaria. Mas tarde, RODRIGUEZ ESTRELLA (1977), relaciona estos niveles con los definidos mas al Sur por JEREZ (1973), como Prebético Meridional y con las denominadas "unidades intermedias" de PAQUET (1963-1969) y otros autores. Estas últimas no serían mas que retazos del Prebético Meridional arrastrados por el frente subbético y que en Alicante no ha sido afectado por este desplazamiento, aflorando en una gran extensión. RODRIGUEZ ESTRELLA (op.cit.) conserva el nombre de Prebético Meridional para esta unidad y la define geográficamente: AL Norte está limitada por la alineación de las Sierras Larga, Carche, Salinas, Peñarrubio, Mariola y Cantalar; al sur este por el Mediterráneo y al suroeste por el frente subbético que, como dijimos antes, aparece en la zona de Aspe y Crevillente .

## II.2.- Estratigrafía.

Desde un punto de vista estratigráfico son muy numerosos los autores que han trabajado sobre el Paleógeno del área que nos ocupa tanto en el contexto de obras de carácter regional, como dentro de estudios más específicos. De ellos cabe citar, entre otros, a los siguientes: NICKLES (1891), NOVO CHICARRO (1915), JIMENES DE CISNEROS (1912,1927), DARDER (1945), FALLOT (1948), DURAN DELGA y MAGNE (1958,1960), AZEMA (1965,1966), AZEMA et.al. (1969,1974), CHAMPETIER (1967,1972), GARCIA RODRIGO (1965), RODRIGUEZ ESTRELLA (1976,1977, a,b,c.), LENDINEZ y LERET (1978), PIGNATELLI et.al. (1973), MARTINEZ et.al. (1976,1978), MARQUEZ y USERA (1976) y HILLEBRANDT (1974).

A continuación vamos a exponer una breve síntesis de las principales características estratigráficas que presenta el Paleó-

geno en la provincia de Alicante. Este resumen se apoya en los datos obtenidos por los investigadores citados mas arriba y que han servido de base para el desarrollo del presente trabajo. Iniciaremos dicha síntesis refiriéndonos, en primer lugar, al Paleoceno, para continuar después con las características del Eoceno y del Oligoceno.

En las zonas situadas al Norte y Noroeste de la provincia el Paleoceno está constituido por niveles carbonatados depositados en ambientes someros, que, lateralmente, hacia el Sureste pasan a margas y calcarenitas representativas de parte del Paleoceno.

En las áreas situadas mas al Sur (Alicante, Agost, etc.) el Paleoceno aparece completo y en continuidad con el Cretácico Superior, estando formado por un conjunto de areniscas, margas y calizas margosas.

La sedimentación paleocena presenta dos aspectos a destacar: Por un lado persiste el carácter regresivo del Cretácico superior. Por otra parte, la geometría de la cuenca ya está estructurada en surcos y umbrales debido a la formación de diapiros, por lo que los depósitos paleocenos, si aparecen, suelen presentar un carácter más o menos detrítico, sobre todo en la zona más septentrional, mientras que si nos desplazamos hacia el Sur, encontramos un Paleoceno formado por sedimentos mas profundos con abundante fauna pelágica (Alfaz del Pí, Agost).

El Eoceno presenta características similares, aunque con una sedimentación más potente debido a la subsidencia de la cuenca. En la zona más septentrional de la provincia está representado por facies carbonatadas de poca profundidad y generalmente incompleto. Lateralmente, hacia el Sur, aparecen facies margosas con abundante fauna nerítica, especialmente macroforaminíferos. Han sido, precisamente, estos niveles el objetivo de nuestro estudio. En el área situada mas al Sureste aparecen margas, margocalizas y areniscas con abundantes niveles turbidíticos.

Durante el Oligoceno se acentua la regresión iniciada en el Eoceno superior, retrocediendo la línea de costa. Así, al Norte de la provincia aparecen sedimentos continentales que hacia el Sur pasan a depósitos de carácter pararrecifal para continuar, en la zona mas meridional, con niveles turbidíticos (denominados por algunos autores: Facies "flyschoides") con las mismas características que durante el Eoceno.

A finales del Oligoceno y comienzo del Mioceno una gran transgresión sobrepasa las líneas de costa anteriores, depositándose en las zonas mas septentrionales, en clara discordancia, un tramo de calcarenitas bioclásticas pararrecifales, mientras que en la zona sureste se siguen sedimentando materiales "flyschoides", con las mismas características del Eoceno y Oligoceno, hasta el Mioceno inferior.

### II.3.- Tectónica.

Por lo que respecta a la Tectónica, los trabajos generales mas recientes sobre el área que nos ocupa los debemos a RODRIGUEZ ESTRELLA (1977 a,c.).

Las estructuras del Prebético de la provincia de Alicante, según este autor, se deben a dos tipos de deformaciones: por una parte, a los producidos por la orogénia principal y por otra, a los debidos al diapirismo de los materiales triásicos.

Las estructuras debidas a la orogénia principal tienen una dirección general Noreste-Suroeste, típica de las Cordilleras Béticas y están constituidas, en general, por pliegues y fallas normales, pliegues volcados y pequeños cabalgamientos.

Por lo que se refiere a los materiales triásicos, el diapirismo producido por estos ha jugado un papel importantísimo en la tectónica de la zona, dando lugar a pliegues con direcciones aberrantes, pliegues en champiñón, deslizamientos por gravitación, "extrusiones" de materiales competentes, etc.

En cuanto a los sistemas de fractura, RODRIGUEZ ESTRELLA (op.cit.), los reúne en dos grandes conjuntos: Por una parte un grupo de fallas de dirección típicamente bética (Noreste-Suroeste) y por otro fallas de desgarre de dirección Noroeste-Sureste.

En el primer grupo se encuentran fallas que han condicionado la sedimentación (denominadas fallas "paleogeográficas" por el autor antes citado) convirtiéndose, además, durante la fase de compresión, en cabalgamientos, por lo que delimitan importantes cambios de facies.

De todas las que aparecen en la fig. 5., citaremos únicamente aquellas que, a nuestro juicio, nos parecen mas importantes para completar el marco geológico en que hemos situado el presente estudio. Estas fallas son las siguientes:

- Falla de Hellín-Ontur-Montealegre del Castillo, representada en la fig. 5., por la letra A.

- Falla de Cenajo-Jumilla-Játiva, constituida por los trazos B<sub>1</sub>- B<sub>2</sub>- B<sub>3</sub>.

- Falla de Venta del Olivo-Villena-Gandía, formada por los trazos C<sub>1</sub>- C<sub>2</sub>- C<sub>3</sub>: este accidente tectónico constituye el límite Norte del Prebético Meridional (op.cit.).

- Falla de Cieza-Pinoso-Alcoy-Denia, representada por los tramos D<sub>1</sub>- D<sub>2</sub>- D<sub>3</sub>. RODRIGUEZ ESTRELLA (op.cit.), sitúa en esta falla el límite septentrional de los depósitos marinos eocenos y oligocenos. Esto no creemos que sea así dado que hemos encontrado niveles con abundante fauna de Nummulítidos y Alveolinas al Norte de esta estructura, concretamente en la zona de Benichemblá, Facheca y Margarida.

- Falla Novelda-Jijona-Altea. Trazos E<sub>1</sub>- E<sub>2</sub>- E<sub>3</sub>. Según el autor citado, esta falla marca el límite entre los depósitos de plataforma y los de talud durante el Eoceno, con lo cual tampoco estamos del todo de acuerdo, como veremos posteriormente.



- Falla de Fortuna, situada al Sur de la provincia representada por el trazo F.

- Falla de Crevillente-Elche-San Vicente del Raspeig. Trazos  $G_1$  y  $G_2$ .

Falla de la costa (Trazos  $I_1$  y  $I_2$ ). Posible límite del Prebético Meridional (op.cit.).

Por lo que respecta a las fallas de desgarre, estas son posteriores a las descritas anteriormente, presetando una dirección general noroeste-sureste. Este tipo de fallas produce el desplazamiento de bloques y, por tanto, el choque brusco entre facies diferentes. Al parecer existen de dos tipos: UNas de dirección NNW-SSE y otras de dirección WNW-ESE. Entre las primeras, que son levógiras, podemos citar las siguientes:

- Falla de Vinalopó. Se trata de una estructura muy controvertida, pues mientras que para algunos autores no existe (AZEMA et. al., 1974), para otros es de suma importancia (RODRIGUEZ ESTRELLA, op.cit.). Este último autor le atribuye, en primer lugar, un movimiento en la vertical, con lo que sirvió de límite al avance subbético y luego un movimiento de tipo levógiro en la horizontal (fig. 5, Trazo n° 1).

- Falla de Muro de Alcoy (Trazo n° 2). Se trata de una fractura con movimiento de la vertical y en la horizontal, aunque este último de poca importancia.

- Falla de Jijona-San Juan (n° 3). Se trata de una fractura de desgarre de tipo levógiro.

Finalmente dentro del segundo tipo de fracturas de desgarre, las de dirección WNW-ESE, tenemos la Falla de Cocentaina-Calpe y la de San Miguel de Salinas. Son fracturas de tipo dextrógiro y dan lugar a cambios importantes en la dirección de los pliegues. Posiblemente este tipo de fallas actuaron sobre la sedimentación, condicionando esta. Después, el desplazamiento en la horizontal acentuó las

diferencias tanto en las facies como en las direcciones de las estructuras.

En resumen, el área, que nos ocupa está formada por un conjunto de bloques cuyos límites septentrional y meridional vienen dados por fallas inversas o cabalgamientos y los límites laterales por fracturas de desgarre. Este tipo de estructuración se tuvo en cuenta al planificar el presente trabajo, por lo que se han estudiado perfiles localizados a lo largo de una transversal y situadas en bloques diferentes de forma que nos permitieran obtener una idea lo mas representativa posible, de las faunas de foraminíferos que vivieron en los diversos puntos de la cuenca sedimentaria alicantina durante el Eoceno inferior (fig. 5).

19

### III. ESTRATIGRAFIA

### III.- ESTRATIGRAFIA.

#### III.1.- Introducción.

El presente capítulo comprende la descripción de las series, la representación de las columnas estratigráficas y un apartado de sedimentología. Para la descripción litológica de los diferentes tramos de las series estudiada hemos utilizado terminología de campo. En las columnas se han representado, mediante símbolos, las estructuras sedimentarias observadas en cada tramo, así como el contenido paleontológico presente en las diferentes muestras, el cual comprende tanto observaciones de campo como datos obtenidos a partir del estudio de los levigados y/o láminas delgadas. En las figuras 6 y 6bis, aparece la leyenda de los símbolos utilizados.

La bioestratigrafía aparece también incluida en las columnas, estableciéndose las diferentes biozonas en base al contenido de foraminíferos planctónicos. El estudio bioestratigráfico se realiza en profundidad en el capítulo IV.

Por último indicar que, en el escabazamiento del gráfico de cada columna aparece un bosquejo geológico de la zona donde esta ha sido levantada.

#### III.2.- Descripción de las columnas estratigráficas.

##### III.2.1.- Serie de Sax.

Dirección 30°. Buzamiento 45°. De muro a techo encontramos los siguientes tramos:

Tramo 1.- Un conjunto de 20 m., aproximadamente, de lutitas azul-verdosas.

Tramo 2.- 1'5 m. de lutitas arenosas de color rosa. Los últimos 10 cm. contienen abundantes nummulítidos.

- Tramo 3.- 4 m. de calizas biotriticas con abundantes restos faunísticos. Hacia la mitad del tramo aparecen 0'5 m. de areniscas con macroforaminíferos.
- Tramo 4.- De 13 a 15 m. de lutitas verdosas.
- Tramo 5.- 1'5 m. de areniscas pardas con nummulítidos.
- Tramo 6.- Lutitas arenosas de color crema con macroforaminíferos. Aproximadamente 2 m.
- Tramo 7.- 2 m. de calizas blancas con nummulítidos.

### III.2.2.- Serie de Agost.

Dirección 350°. Buzamiento 30°. Comenzamos la serie a la derecha del camino que conduce al paraje denominado Els Terrers enfrente de la cantera. De muro a techo encontramos los siguientes tramos:

- Tramo 0.- Calizas grises en bancos de 10 cm. con nódulos ferruginosos.
- Tramo 1.- 12 m. de lutitas blancas con un tramo de 0'5 m. de areniscas pardas con nódulos ferruginosos.
- Tramo 2.- 3 m. de margocalizas de color crema.
- Tramo 3.- 19 m. de margas blancas con intercalaciones de areniscas de 30-50 cm. de color pardo y un nivel hacia la mitad del tramo de margocaliza.
- Tramo 4.- 10 m. de margocalizas de color crema.
- Tramo 5.- 20 m. aproximadamente de margas blancas con intercalaciones de niveles de areniscas pardas de 10-20 cm.
- Tramo 6.- Alternancia (5 m.) margocalizas blancas o rosáceas en bancos de 20 cm. con niveles de lutitas verdes de 10 cm.
- Tramo 7.- 5 m. de lutitas verdes.
- Tramo 8.- Areniscas color pardo (1 m.) por encima de las cuales aparecen 40 cm. de margocalizas blancas.
- Tramo 9.- 10 m. de lutitas verdes de las que sólo es visible el techo.

- Tramo 10.- Areniscas pardas (1 m.) y margocalizas amarillentas (0'5 m.).
- Tramo 11.- Lutitas verdes (10 m.) parcialmente cubiertas.
- Tramo 12.- 1 m. aproximadamente de niveles de 10-30 cm. de areniscas pardas y margocalizas de color crema.
- Tramo 13.- 10 m. de lutitas verdes con niveles de areniscas pardas de 20-30 cm.
- Tramo 14.- 1 m. de margocalizas blancas, que presentan hacia el techo un pequeño nivel de areniscas pardas.
- Tramo 15.- 17 m. de lutitas verdes que pasan hacia el techo a tener color rosáceo. Aparecen así mismo intercalaciones de niveles de areniscas pardas de potencia variable (25-50 cm.). Los metros superiores de las lutitas presentan niveles bioclásticos en forma de lentejones, posiblemente rellenos de paleocanales.
- Tramo 16.- 2 m. de alternancia de margocalizas blancas y areniscas pardas.
- Tramo 17.- Alternancia (1 m.) de lutitas rosáceas con pequeños niveles de margocalizas y areniscas.
- Tramo 18.- 13 m. de lutitas verdes con intercalaciones de margocalizas de potencia variable y de niveles bioclásticos.
- Tramo 19.- 20 m. de alternancia de margocalizas blancas y pequeños niveles de areniscas pardas.
- Tramo 20.- Alternancia (10 m.) de margocalizas blancas y lutitas verdes, parcialmente visible.
- Tramo 21.- Conjunto de 15 margocalizas blancas con intercalaciones y calizas grises, pequeños niveles de areniscas pardas y algún nivel de lutitas ocres.
- Tramo 22.- 10 m. de lutitas verdes parcialmente cubiertas.
- Tramo 23.- Nivel bioclástico de 1 m. por encima del cual aparecen 1'5 m. de areniscas ocres.
- Tramo 24.- 15 m. visibles de lutitas verdosas con niveles esporádicos de 5 cm. aproximadamente de areniscas pardas.

### III.2.3.- Serie de Tangel.

Dirección 10°. Buzamiento 50°. La serie se ha levantado en el margen izquierdo de la carretera de Tangel a Villafranqueza, en el desvío a Casas de San Antonio. Este perfil, consta de muro a techo, de los siguientes tramos:

- Tramo 1.- Conjunto de 1'5 m. visibles de niveles de calizas blancas y areniscas pardas.
- Tramo 2.- 2 m. de lutitas verdosas con numerosos macroforaminíferos.
- Tramo 3.- Alternancia de margocalizas blancas y areniscas pardas en bancos de 10-30 cm. Su potencia es aproximadamente de 30 m. El contacto de las calizas es erosivo, presentando la primera, en la base de los bancos, nummulíticos orientados y clasificados. Aparecen, así mismo, pequeños niveles intercalados de lutitas verdosas. Por encima aparecen un tramo cubierto de 7 m.
- Tramo 4.- 30 m. aproximadamente de una alternancia a margocalizas y areniscas que presentan las mismas características que el tramo 3. Aparecen intercalados dos niveles de lutitas verdes con macroforaminíferos de 1 y 0'5 m. respectivamente. Por encima la serie aparece cubierta aproximadamente 9 m.
- Tramo 5.- 20 m. de alternancia de margocalizas y areniscas de características similares a las del tramo 3 aunque hacia el techo de la serie los tramos son más potentes, 40-50 cm. para las areniscas y 20-25 para las margocalizas. Aparecen, al igual que en los tramos anteriores, intercalaciones de lutitas verdes con potencias variables desde 50 cm. hasta 1'5 m.

### III.2.4.- Serie de Faz.

Dirección 50°. Buzamiento 60°. La serie ha sido levantada en la cuneta de la carrerera de la urbanización situada al Norte de la localidad de Tangel. De muro a techo aparecen los siguientes tramos:

- Tramo 1.- 1 m. visible, de lutitas verdosas.
- Tramo 2.- Un nivel de 30 cm. de margocalizas blancas seguido de un estrato de 50 cm. de areniscas pardas.
- Tramo 3.- 3 m. de lutitas verdosas con pequeños bancos (10cm) intercalados de areniscas.
- Tramo 4.- Alternancia de 2'70 m. de margocalizas blancas en bancos de 15-40 cm. y niveles de areniscas de 10-15 cm. El contacto de estas últimas con las calizas suele ser erosivo, presentando las areniscas en su base niveles de 2-3 cm. de nummulítidos orientados y clasificados.
- Tramo 5.- 1'30 m. de lutitas verdes.
- Tramo 6.- 10 m. de alternancia de margocalizas blancas en bancos de 30-60 cm. y areniscas pardas. En conjunto presenta características semejantes a las del tramo 4.
- Tramo 7.- 14 m. de lutitas verdes con pequeños tramos (10cm.) intercalados de areniscas pardas.
- Tramo 8.- Alternancia de 15 m. de margocalizas y areniscas en bancos de 30-40 cm. semejante al tramo 4. Presenta, también, intercalados algunos niveles lutíticos.
- Tramo 9.- 8 m. visibles de lutitas verdes. Por encima aparecen cubiertos unos 20 m.
- Tramo 10.- Alternancia de 25 m. de margocalizas blancas y areniscas pardas, semejantes al tramo 4. También aparecen intercalados algunos niveles de lutitas arenosas pardas.





**Figura 6** Símbolos utilizados en las columnas estratigráficas.-

Símbolos paleontológicos .








Algas	○
Microforaminíferos	⊗
Macroforaminíferos	◉
Esponjas	∧
Ostracodos	⊖
Crustaceos	◇
Briozoos	≧
Corales	⊗
Equinodermos	⊕
Gasterópodos	△
Bivalvos	▽
Vertebrados	⊙

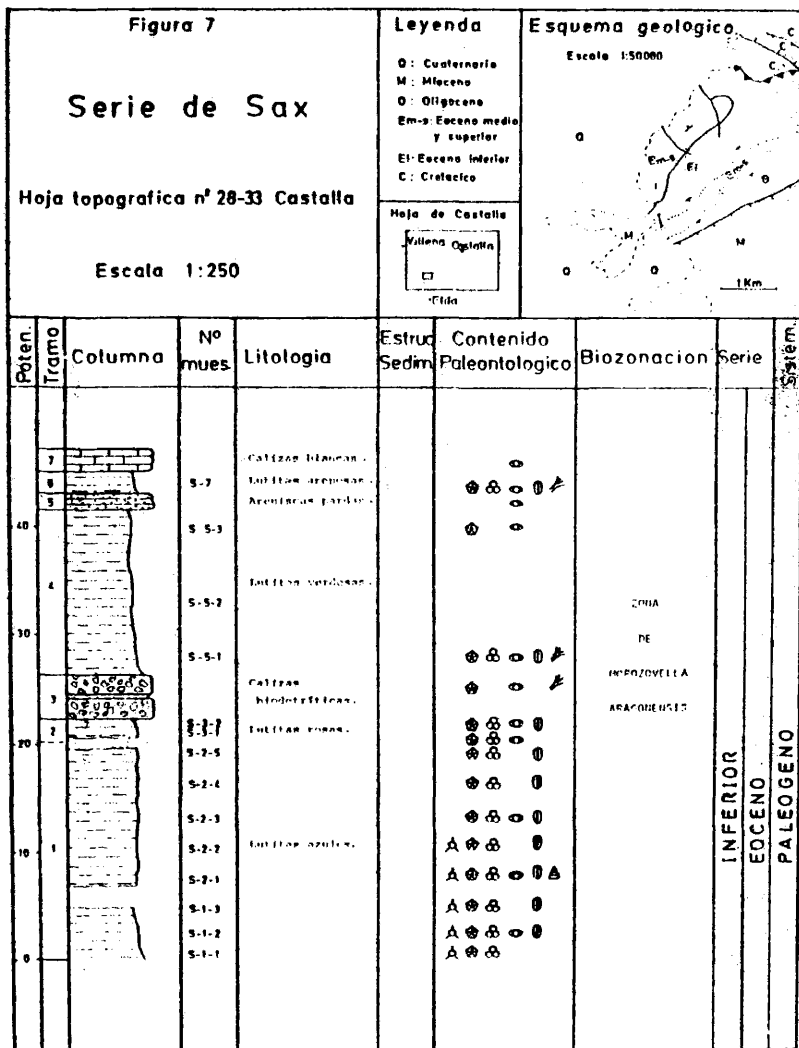
### Figura 6 bis. Símbolos utilizados en las columnas estratigráficas.-

#### Símbolos de estructuras sedimentarias .

Laminación paralela	
Laminación cruzada	
Canales erosivos	
Estratificación gradada	

#### Símbolos litológicos .

Lutitas	
Lutitas arenosas	
Calizas	
Margocalizas	
Margas	
Areniscas	
Niveles bioclásticos	



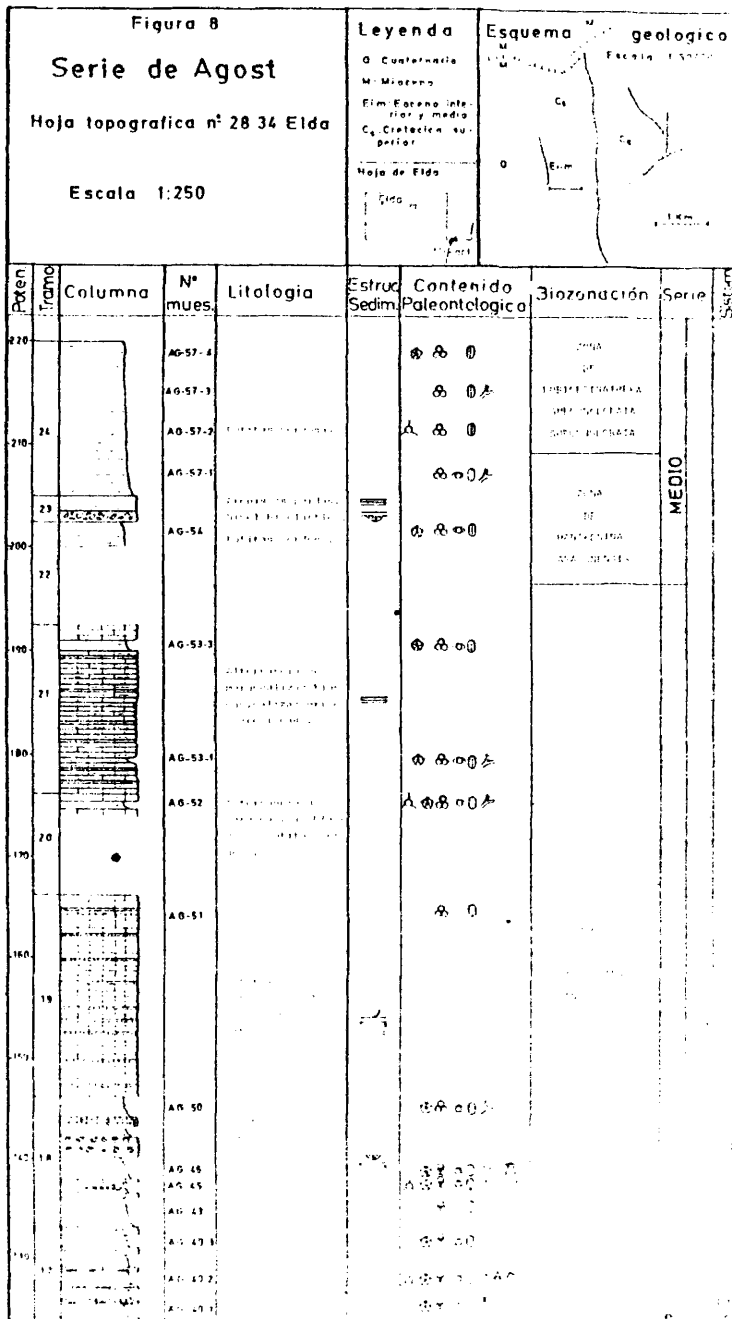
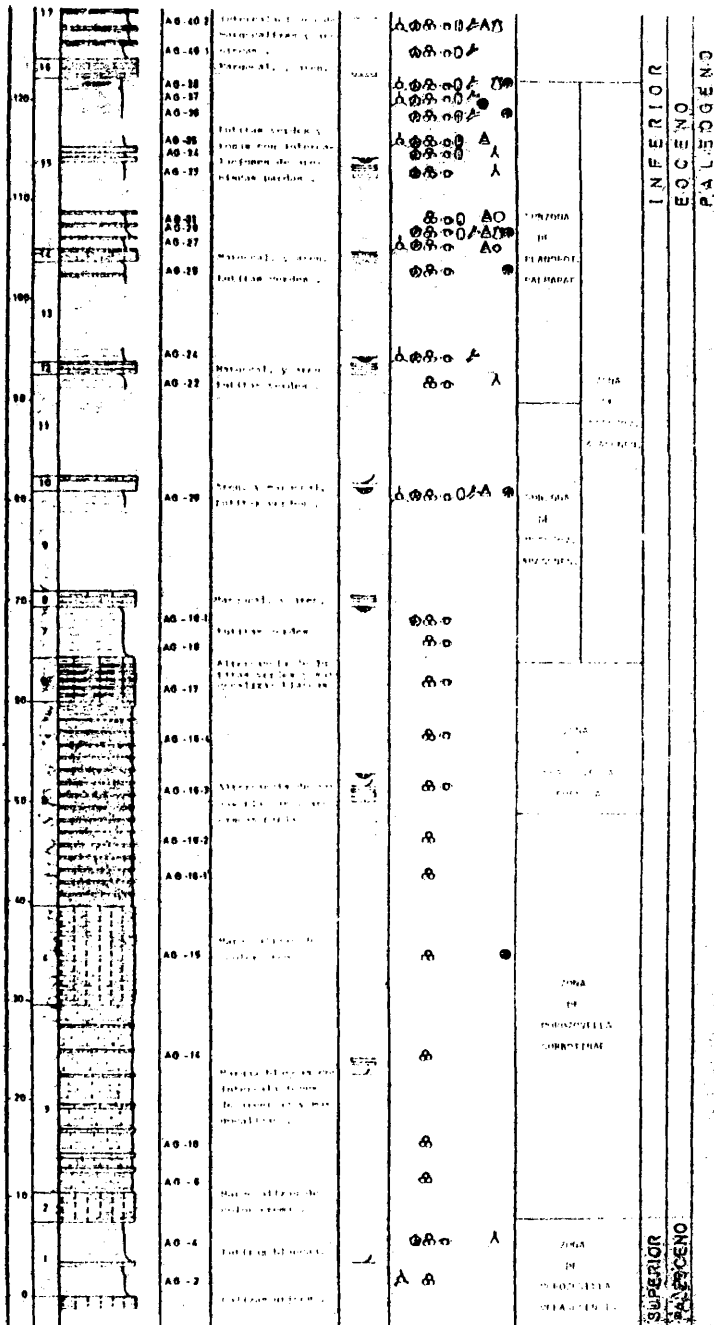
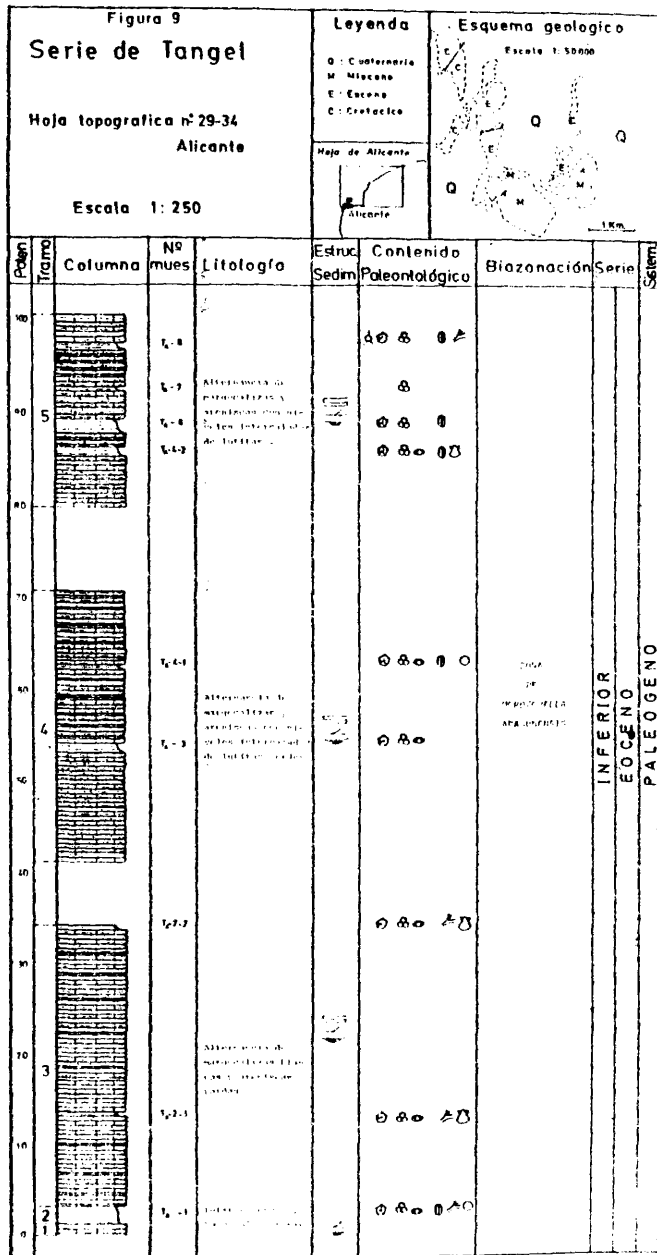
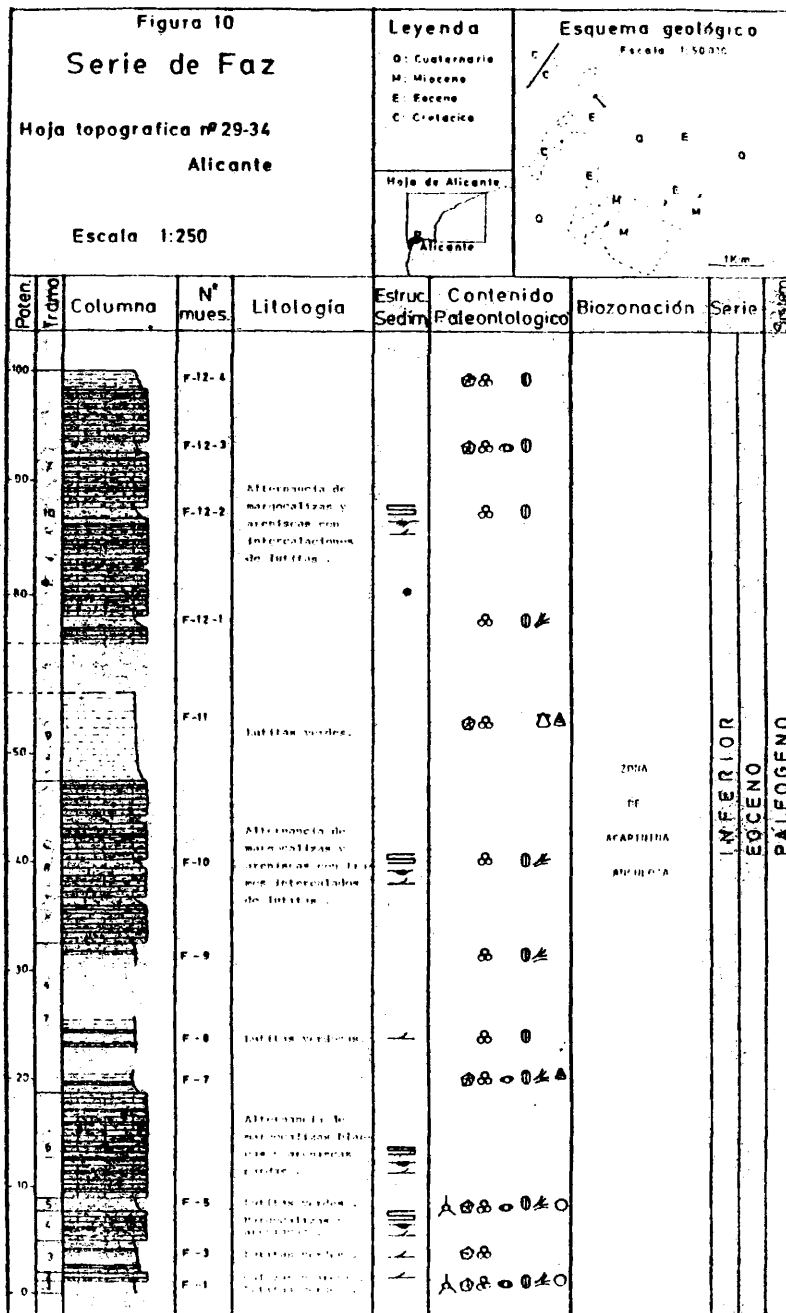


FIGURA 8 (Continuación) .-





306



### III.3.- Sedimentología.

Una vez descritos los perfiles, hemos creído conveniente señalar ciertas observaciones sobre aspectos sedimentológicos de los diversos tramos estudiados.

Comenzaremos por la columna estratigráfica de Faz. Esta serie se compone de una alternancia más o menos rítmica de areniscas y lutitas y en ocasiones niveles de margocalizas. Dos aspectos nos parecen destacables en esta sucesión: Por un lado, los niveles arenoso-lutíticos o arenoso-lutítico-calcáreos corresponden a secuencias turbidíticas; por otro existe una sedimentación arcillosa autóctona importante, como se desprende del estudio de las comunidades faunísticas asociadas.

Los niveles turbidíticos presentan secuencias de tipo  $T_{be}$ ,  $T_{ae}$  y  $T_{ce}$  por orden general decreciente de abundancia.

En general, el tramo c de ripples está mal desarrollado o ausente; el tramo basal de granoclasificación, salvo esporádicos casos, se presenta de forma masiva, es decir, desprovisto de ordenamiento interno. En algunos niveles turbidíticos el tramo a está formado por un microconglomerado, granoclasificado fundamentalmente de Nummulites, enteros o fragmentados, orientados con su eje mayor paralelo a la base.

La granulometría de las capas de areniscas se caracteriza por estar formadas de granos bioclásticos de tamaño medio o grueso, mal clasificados y angulosos.

El contacto entre el término granoclasificado o masivo con los niveles subyacentes es de dos tipos: neto, plano o ligeramente erosivo cuando descansa sobre las lutitas; neto, erosivo y fuertemente soldado cuando se superpone sobre las margocalizas con fauna pelágica. Estos niveles calcáreos sustituyen o complementan a los tramos lutíticos que se intercalan entre cada dos niveles arenosos.

El espesor de los estratos arenosos oscila entre 2 y 80 cm. El único término que está siempre presente es de la laminación paralela.

Atendiendo a las características anteriormente descritas podemos considerar que la mayor parte de las secuencias turbidíticas que se encuentran en la serie de Faz son secuencias truncadas (mal desarrollo de los tramos de ripples, ausencia del término grano-clasificado, etc.). Por otro lado, atendiendo a los datos de espesor de los estratos, alternancia de niveles arenosos y lutíticos (a veces calcilutitas), granulometría de las arenas y tipos de secuencias, las turbiditas de la serie de Faz se puede clasificar dentro del tipo de "facies proximal" (Walker, 1967).

La columna estratigráfica levantada en las proximidades de la localidad de Tangel, presenta ligeras variaciones con respecto a la de Faz. Estas modificaciones comprenden un menor espesor dentro de los tramos arcillosos de la sedimentación autóctona y una presencia mas acusada de los niveles calizo-margoso complementando o sustituyendo a los tramos lutíticos.

La secuencia de Tangel está formada igualmente por una alternancia de areniscas, lutitas y margocalizas. Las areniscas forman secuencias turbidíticas de los tipos  $T_{be}$  y  $T_{ae}$  con frecuencia incompleta, faltando, en numerosas ocasiones, el tramo de ripples y el intervalo de laminación graduada. Otras veces cuando este último intervalo existe, está formado por un microconglomerado graduado de nummulites orientados, enteros o fracturados.

Como ocurre en la serie de Faz, cuando una secuencia turbidítica se apoya sobre un nivel caliza margosa, en contacto es neto, plano o erosivo, fuertemente soldado.

Tanto los espesores (variables entre 10 y 140 cm.), tipos de secuencia, granulometría de las areniscas (grano medio a grueso) y abundancia de fauna bentónica indican para esta secuencia un tipo de facies "proximal" dentro de la cuenca de sedimentación (Walker,

op.cit.).

La columna estratigráfica de Agost situada mas hacia el Norte corresponde a una zona de deposición dentro de la plataforma submarina.

Aunque presenta intercalados niveles turbidíticos, el grueso de la sedimentación corresponde a una deposición arcillosa, margocaliza.

Las secuencias turbidíticas en esta región se presentan truncadas y los mejores desarrollos corresponden a los intervalos a, b y al tramo pelítico. También son frecuentes los niveles arenosos yuxtapuestos, es decir, desprovistos del material interturbidítico.

Otro fenómeno que presenta en la columna de Agost es la presencia de relleno de canales erosivos, con un material granoclasificado compuesto por un conglomerado de grandes macroforaminíferos y otros organismos pasando hacia arriba a una arena gruesa con estratificación cruzada.

Finalmente la columna de Sax destaca por su abundante sedimentación arcillosa. Esta se realizaría dentro de una plataforma submarina lejos de las zonas de abanicos turbidíticos. Unicamente hacia el techo se observa la presencia de material granoclasificado rellenando canales erosivos. Como en la anterior serie (Agost) estos canales se componen de un material con estratificación graduada cuyos cantos de tamaño grava hasta arena gruesa, están formados por nummulites, perfectamente orientados con su eje mayor paralelo a la base del canal, enteros o fracturados y otros organismos (erizos, gasterópodos, etc.), en general mal cementados y que hacia el techo pasa a laminación cruzada.

31

IV. FORAMINIFEROS PLANCTONICOS

#### IV.- FORAMINIFEROS PLANCTONICOS.

Esta parte de la presente memoria, tiene como objetivo fundamental, el establecimiento de una bioestratigrafía detallada de los niveles estudiados, que nos servirá de base para el desarrollo de los capítulos posteriores, a saber: El estudio de las asociaciones de microforaminíferos bentónicos y de las faunas de Assilina.

El capítulo consta de varias partes: En la primera se exponen los antecedentes bibliográficos sobre el tema, en la segunda se habla sobre los métodos de trabajo utilizados, la tercera trata sobre la descripción y discusión de las diferentes biozonas establecidas y por último, la parte final recoge algunas notas sobre la sistemática de las especies encontradas.

##### IV.1.- Antecedentes.

Los trabajos que describen faunas de foraminíferos planctónicos procedentes de la zona objeto del presente estudio, son relativamente escasos. En primer lugar cabe citar la obra de COLOM (1954), el cual trabaja sobre faunas procedentes de muestras obtenidas en Aspe y Elche. Este autor determina numerosas especies tanto de foraminíferos bentónicos como de planctónicos, algunas nuevas, entre las que cabe destacar Globorotalia aspensis. Posteriormente MARQUEZ (1975), en su tesis de licenciatura describe diversas faunas de foraminíferos planctónicos de tres series levantadas en la zona central de la provincia de Alicante. HILLEBRANDT (1976), estudia en detalle el contenido faunístico: coccolitoforidos, nummulítidos y foraminíferos planctónicos de la biozona de Pl. palmarae en Aspe, Agost y otras localidades de las provincias de Murcia y Alicante. Por último indicar que MARTINEZ-GALLEGO y CREMADES (1979), describen una especie nueva de foraminífero planctónico en niveles del Eoceno inferior de Villafranca.

Además de los trabajos citados anteriormente existen otras publicaciones de carácter fundamentalmente estratigráfico en las que la

bioestratigrafía está basada en foraminíferos planctónicos. Entre éstas cabe citar a DURAND DELGA y MAGNE (1958), PAQUET (1969), HILLEBRANDT (1974), MARQUEZ y USERA (1976), así como las diversas hojas geológicas del plan MAGNA: PIGNATELLI et al. (1973), MARTINEZ y BENZAQUEN (1975), MARTINEZ et al. (1978) y LENDINEZ y LERET (1978).

Por lo que respecta al resto del Estado Español son muy numerosos los trabajos que tratan sobre foraminíferos planctónicos tanto desde un punto de vista paleontológico como bioestratigráfico. Entre ellos podemos citar los siguientes:

COLOM (1945, 1971), trabaja sobre niveles del Eoceno de Navarra y Tarragona. Por su parte, RUIZ DE GAONA y COLOM (1950), estudian las asociaciones de foraminíferos eocenos de la vertiente Sur de Pirineos.

HILLEBRANDT (1962, 1965, 1975), trabaja tanto en Pirineos como en el País Vasco, elaborando la correlación entre biozonas de foraminíferos planctónicos y de macroforaminíferos.

El Paleoceno y el Eoceno de la zona de la depresión del Ebro es estudiado por FERRER (1971), que realiza un estudio sistemático de la fauna planctónica y establece la bioestratigrafía.

FERRER et al. (1973) estudia en detalle los microforaminíferos ilerdienses del área de Tremp.

LUTERBACHER (1973), estudia la sección tipo del Ilerdiense, mientras que LUTERBACHER et al. (1973) elabora una descripción general del Paleógeno del Norte de España, suministrando datos bioestratigráficos generales.

Finalmente indicar que MARTINEZ GALLEGO (1973, 1976), estudia las asociaciones de la biozona de Pl. palmarae así como otras faunas de foraminíferos planctónicos del Eoceno inferior y medio en las cordilleras Béticas

Fuera del Estado Español, la bibliografía sobre foraminíferos planctónicos, especialmente en lo que se refiere a trabajos bioestratigráficos, es extensísima. En estos antecedentes citaremos únicamente aquellos trabajos que por su importancia trascienden del carácter

meramente regional para convertirse en publicaciones de consulta obligada. Entre ellos cabe citar, para la margen meridional del Mediterráneo, los trabajos, entre otros, de: SAID (1960), SAID y SABRI (1964), EL NAGGAR (1966), BERGGREN (1969 a), BECKMANN et al. (1969), ANSARY y FAHMY (1971), YASSINI (1979) y BENJAMINI (1980). En lo que respecta a Europa, podemos citar, para el área mediterránea las publicaciones de LUTERBACHER (1964), CITA et al. (1968), MOORKENS (1968), TOURMAKINE y BOLLI (1970) y MASSIEUX (1973).

Las faunas de foraminíferos palnctónicos eocenos de la Zona Centro y Norte de Europa han sido estudiadas entre otros por: HILLEBRANDT (1962), SAMUEL y SALAJ (1968), BERGGREN (1969 b), ASCOLI (1976) y BERGGREN (1978).

Fuera del área europea existen también numerosos trabajos entre los que se encuentran los de KRASHENINNIKOV (1971), BERTELS (1975, 1977), KURESHY (1977), KRASHENINNIKOV y PFLAUMANN (1977), BERMUDEZ y FARIAS (1977).

Esta enumeración no pretende ser exhaustiva, ya que a lo largo de la discusión aparecerán otras muchas citas de publicaciones consultadas, que por su importancia mas limitada no hemos recogido en estos antecedentes.

Quedan, finalmente, por reseñar aquellas monografías u otras obras de carácter general sobre el tema. Entre estos trabajos se pueden contar los de BANDY (1964), JENKINS (1965), BOLLI (1966), MCGOWRAN (1968), ROBLES-RAMOS y FLORES-COVARRUBIAS (1969), ELLIS et al. (1969), POSTUMA (1971), CARO et al. (1975), STAINFORTH et al. (1975), BOLLI y KRASHENINNIKOV (1977), BERGGREN (1965, 1969, 1977), STEINECK y FLEISHER (1978), BENJAMINI y REISS (1979), entre otros.

#### IV.2.- Métodos de trabajo.

En la presente Tesis Doctoral, se ha trabajado, en todos los

casos, sobre levigados obtenidos a partir de una cantidad constante de sedimento (100 gr.). Los levigados, preparados como se indica a continuación, han sido utilizados tanto para el estudio de las faunas planctónicas (presente capítulo) como de las microfaunas bentónicas (capítulo siguiente).

Cada muestra fué tratada previamente con una mezcla de agua oxigenada e hidróxido sódico para eliminar la materia orgánica que existiera en el sedimento y favorecer la disgregación de las arcillas y por tanto la limpieza de los ejemplares. A continuación, el material así tratado fué tamizado con cedazos de luz: 0,125, 0,20 y 0,5 mm. respectivamente. En algunos casos en que los microfósiles, no quedaron suficientemente limpios se introdujo el residuo del levigado en una cubeta de ultrasonidos durante unos minutos y a continuación se tamizó de nuevo. Una vez seco el residuo, fue estudiado mediante una lupa binocular marca WILD, M-5. En cada muestra se separaron, mediante trillado, entre 200 y 300 ejemplares de foraminíferos planctónicos que fueron determinados y montados en celdillas elaborándose los censos correspondientes.

Las fotografías de las especies mas interesantes de esta fauna se han realizado mediante un microscopio electrónico de barrido, marca JEOL JSM-25S. Los ejemplares han sido montados sobre porteobjetos adecuados mediante un pegamento especial de plata, siendo metalizados con oro mediante un sombreador, marca JEOL JFC-1100.

#### IV.3.- Biozonación.

La zonación paleontológica o biozonación tiene como objetivo la división de una secuencia sedimentaria en unidades, definidas únicamente por su contenido faunístico. Los foraminíferos planctónicos, que aparecieron a mediados del Mesozóico y llegan hasta la actualidad, constituyen un grupo excelente para esta finalidad dado que presentan tasas de especiación rápidas y amplias distribuciones geográficas. En consecuencia, zonas definidas mediante fósiles de foraminíferos planctónicos, aunque se trata de unidades bioestrati-

gráficas, tienen una aplicación directa a la cronoestratigrafía, constituyendo su unidad básica. El problema que se plantea a continuación es el ajuste de los esquemas zonales obtenidos con las unidades cronoestratigráficas superiores (Pisos). Puesto que la asociación de las biozonas en unidades estratigráficas más amplias es en gran parte convencional y a la vista de la gran confusión existente en cuanto a la denominación, límites, etc. de los pisos marinos del Paleógeno europeo, hemos preferido, en su lugar, el uso de términos neutrales tales como Eoceno inferior, medio, o superior.

Este criterio aconsejado hace ya tiempo por LUTERBACHER (1964), ha sido utilizado ampliamente por la mayor parte de autores que trabajan con foraminíferos planctónicos, especialmente en estudios sobre áreas extensas o en trabajos monográficos.

Los límites entre las unidades se establecen mediante datums paleontológicos. Se considera un datum paleontológico el nivel estratigráfico en el cual acontece un cambio, reconocible sobre amplias áreas, en la fauna que estamos estudiando, como podría ser la aparición de determinadas formas muy características, cambios en el sentido de enrollamiento de las especies etc. Por otra parte hay que señalar que el concepto de datum aquí utilizado sería equivalente al de cronohorizonte de la Guía Estratigráfica Internacional (HEDBERG, 1980).

La problemática de la utilización de los pisos clásicos en relación con las actuales biozonaciones de foraminíferos planctónicos, las características y limitaciones de estas últimas, así como sus relaciones con las zonaciones elaboradas por otros procedimientos (Nannoplacton, métodos radioactivos, etc.), son discutidos ampliamente en la obra de STAINFORTH et al. (1975), cuyos criterios hemos seguido en líneas generales. Estos problemas han sido abordados también por HARDENBOL y BERGGREN (1978), quienes han datado por métodos de geocronología absoluta los diversos estratotipos del Paleógeno europeo, relacionándolos, así mismo, con las biozonas de foraminíferos planctónicos ya existentes. Parte de sus conclusiones aparecen incluidas en la figura 11.

SERIES		PISOS CLASICOS		BIOZONACION DE FORAMINIFEROS PLANCTONICOS	POSICION DE LOS ESTRATOTIPOS DE ALGUNOS PISOS EUROPEOS .	ESCALA GEOCRONOLOGICA (M.A.)
E O C E N O	M E D I O	L U T E C I E N S E	P12	Morozovella lehneri	YPRESIENSE ——— CUISIENSE ——— LUTECIENSE ——— WEMMELIENSE ———	45
			P11	Globigerinatheka subconglobata		46
P10	Hantkenina aragonensis		47			
I N F E R I O R	Y P R E S I E N S E	P 9	Acarinina pentacamerata	48		
		P 8	Morozovella aragonensis	49		
P A L E O C E N O	S U P E R I O R	T H A N E T I E N S E	P 7	M. formosa formosa		50
			P 6	M. subbotinae		51
				M. edgari		52
			P 5	Morozovella velascoensis		53
						54
					55	

FIGURA 11 .- Correlación entre algunos estratotipos paleógenos europeos, la escala geocronológica y la biozonación de foraminíferos planctónicos ( Según HARDENBOL y BERGGREN, 1978) .

El problema básico con que nos encontramos a la hora de establecer una biozonación de los niveles paleógenos basada en foraminíferos planctónicos, que tenga validez a escala planetaria, es la existencia de conjuntos faunísticos distintos en las diversas zonas del planeta. En consecuencia, las cuestiones paleobiogeográficas (BOLLI y KRASHENINNIKOV, 1977), tienen gran importancia a la hora de aplicar una biozonación definida en otra área, a nuestra zona de estudio y más aún si se pretende definir nuevas biozonas o hacer modificaciones en las ya existentes.

El estudio de las variaciones tanto en el espacio como en el tiempo de las faunas terciarias de foraminíferos planctónicos ha sido llevado a cabo por numerosos autores en los últimos años. De ellas destacaremos a BERGGREN (1969 c), LIPPS (1970), FUNNELL (1971), BERTELS (1977) y BERGGREN (1978), entre otros. Las conclusiones básicas extraídas de estos trabajos aparecen expuestas a continuación.

A comienzos del Terciario existe una fauna de foraminíferos planctónicos completamente renovada y que presenta un carácter cosmopolita. Esta situación va cambiando lentamente como consecuencia del calentamiento general del clima y a finales del Paleógeno y comienzos del Eoceno encontramos una clara diferenciación y provincialización de los foraminíferos planctónicos en función de su situación latitudinal, apareciendo tres conjuntos diferentes: En las áreas situadas en latitudes altas se encuentra una fauna dominada por Subbotina (60%) y Acarinina (15%). En latitudes medias persisten las subbotinas (40%) aumentan su participación las acarininas (45%) y aparece Morozovella (14%); otros grupos como Chiloguembelina, Pseudohasterigerina y Planorotalites constituyen cerca del 13% de la fauna. Finalmente, en latitudes bajas la asociación de Acarinina y Morozovella es la característica.

Al final del Eoceno inferior se produce un cierto declive de la temperatura general de la Tierra lo que da lugar a la desaparición de la mayor parte de las formas propias de ambientes cálidos y conduce a una mayor homogeneización de la fauna.

Durante el Eoceno medio se produce un regreso a condiciones más cálidas que trae consigo una nueva diferenciación en tres conjuntos: Areas de alta latitud con subbotinas (30%), Pseudohasterigerina (30%) y acarininas (10%), áreas de latitudes medias en las que aparecen como fauna dominante las subbotinas y zonas de baja latitud en las que aparecen acarininas y morozovellas además de formas tropicales como Globigerinatheka y Hantkenina, entre otros.

En el Eoceno superior, un nuevo enfriamiento del clima produce la desaparición de todas estas formas dando lugar a una diferenciación latitudinal mucho mas atenuada.

La fauna encontrada en Alicante, presenta gran abundancia de formas con quilla y de ornamentación acusada, especialmente morozovellas y acarininas, así como los géneros Globigerinatheka y Hantkenina. Además se encuentran también subbotinas, Truncorotaloides y Pseudohasterigerina. Este tipo de asociaciones, se consideran propias de climas tropicales (BANDY, 1964). Por ello hemos considerado que el esquema zonal que se debía aplicar a esta área debía de ser el establecido por BOLLI (1966) para la zona del Caribe. Esta biozonación ha sido utilizada en sus líneas generales, no sólo en América (BERMUDEZ y FARIAS, 1977), sino también en España (Cordilleras Béticas: MARTINEZ-GALLEG0, 1973; HILLEBRANDT, 1974), Norte de Africa (BECKMANN et al. 1969, BERGGREN, 1969), Israel (BERJAMINI, 1980), Jordania (YASSINI, 1979) y Pakistán (KURESHY, 1977). Sobre esta biozonación se introducirán aquellas correcciones que se consideren oportunas para adaptarla a su utilización en el área de las Cordilleras Béticas, siguiendo las recomendaciones de BOLLI y KRASHENINNIN-KOV (1977).

Los censos que se han elaborado a partir del estudio de los foraminíferos planctónicos figuran en la tabla 1 (Serie de Agost), tabla 2 (Serie de Tangel), tabla 3 (Serie de Sax) y tabla 4 (Serie de Faz). En ellas puede verse que para el área estudiada aparecen representados desde los niveles terminales del Paleoceno superior hasta la base del Eoceno medio, siendo con mucho la serie de Agost

TABLA Nº 1 SERIE DE SAX	NUMERO DE MUESTRA									
	S 1-1	S 1-2	S 1-3	S 2-1	S 2-2	S 2-3	S 2-4	S 2-5	S 7	
FORAMINIFEROS PLANCTONICOS										
Subbotina lozanoi (COLOM)	x	x	x				x	cf.		
Subbotina inaequispira (SUBBOTINA)	x	x								
Morozovella broedermanni (CUSH. & BERM.)	x	x		x						
Morozovella aragonensis (NUTTALL)	x		x							
Acarinina aspensis (COLOM)	x	x	x	cf.	x	x	x	cf.	x	x
Subbotina senni (BECKMANN)	x									
Acarinina soldadoensis (BRONNIMAN)	x			x	x	x	x	cf.		
Acarinina angulosa (BOLLI)	x	x	x	x	x	x	x			x
Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA)	x	x	x	cf.	x	x	x		x	
Pseudohasterigerina micra (COLE)		x	x							
Planorotalites pseudoscitula (GLAESSNER)	x			cf.						



TABLA Nº 3 SERIE DE TANGEL	NUMERO DE MUESTRA										
	T 1	T 2-1	T 2-2	T 3	T 4-1	T 4-2	T 6	T 7	T 8		
FORAMINIFEROS PLANCTONICOS											
Subbotina lozanoi (COLOM)	x						cf.				
Acarinina angulosa (BOLLI)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Acarinina primitiva (FENLAY)	x		cf.		x	cf.					
Morozovella aragonensis (NUTTALL)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Morozovella caucasica (GLAESSNER)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudohasterigerina micra (COLE)	x			x	x	x					
Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA)	x				cf.						
Subbotina inaequispira (SUBBOTINA)	x	x		x	x	x	x	x	cf.	x	
Acarinina soldadoensis (BRONNIMANN)	x	cf.				x	x	x		cf.	
Morozovella broedermanni (CUSH. & BERM)						x	x	x			
Subbotina senni (BECKMANN)						x	x	x	x	x	x
Subbotina frontosa (SUBBOTINA)									x		
Subbotina yeguaensis (WEINZ. & APPL.)									x	x	cf.

TABLA Nº 4 SERIE DE FAZ.	NUMERO DE MUESTRA													
	F 1	F 3	F 5	F 7	F 8	F 9	F 10	F 11	F 12-1	F 12-2	F 12-3	F 12-4		
FORAMINIFEROS PLANCTONICOS														
Morozovella aragonensis (NUTTALL)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			
Subbotina inaequispira (SUBBOTINA)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pseudohastasterigerina micra (COLE)	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x	
Acarinina primitiva (FINLAY)	cf.	cf.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Acarinina soldadoensis (BRÖNNIMANN)	cf.		cf.				x							
Acarinina angulosa (BOLLI)		x	x		x	x		x	x	x	x		x	
Pseudohast. sharkriverensis (EREG. & OLS.)				x	x	x					x			
Subbotina lozanoi (COLOM)			x			x			x					
Acarinina aspensis (COLOM)			x	cf.			x				cf.			
Acarinina pentamerata (SUBBOTINA)				cf.	x	x		x	x	cf.	cf.		x	
Morozovella caucasica (GJAFSSNER)			x	x	x			x	x	x				
Morozovella broedermani (CUSH. & BERM.)								cf.						

la más completa desde el punto de vista bioestratigráfico. Por esta razón la mayor parte de observaciones se han realizado sobre ella, utilizando las otras series de forma complementaria. En la figura nº12 se compara la biozonación propuesta en este trabajo con las elaboradas por otros autores en diversas partes del mundo, en especial del área mediterránea y del Oriente Medio. Por su parte, la figura 13 incluye los rangos estratigráficos de las diferentes especies de foraminíferos planctónicos presentes durante el Eoceno inferior en la zona estudiada.

Zona de Morozovella velascoensis.

Los niveles más inferiores (muestras AG-2 y AG-4), de la serie de Agust, presentan fauna propia del Eoceno inferior (M. subbotinae, A. gravelli), aunque coexiste alguna forma paleócena (Morozovella aequa). Sin embargo la ausencia de la especie Pseudohasterigerina wilcoxensis indicador del límite Paleoceno-Eoceno, que aparece por vez primera en la muestra inmediata superior (AG-6) nos hace pensar que nos hallamos, pese a no hallarse el indicador zonal, en los tramos finales de la Zona de M. velascoensis. Estos términos podrían equivaler, total o parcialmente, a la zona P6a (Z. de M. velascoensis, M. subbotinae) de BERGGREN (1978).

La Zona de M. velascoensis es aceptada internacionalmente (POSTUMA, 1971; STAINFORTH et al., 1975; CARO et al., 1975; BERGGREN, 1978), siendo identificada en numerosas localidades: En España ha sido citada por HILLEBRANDT (1965, 1974), en Francia (AUBERT et al., 1964), en Italia (CITA et al., 1968; LUTERBACHER, 1964; BOLLI y CITA, 1960), en Túnez (SALAJ, 1969), en Libia (BERGGREN, 1969 a), en Egipto (SAID y SABRY, 1964; BECKMAN et al., 1969; EL NAGAR, 1966; ANSARY y FAHMY, 1971), etc.

Para EL NAGAR (op cit.), esta zona coincide con la subzona Gbr. aequa/ Gbr. esnaensis definida por él en el Valle del Nilo.

También ha sido identificada la zona de M. velascoensis en Siria (EJEL 1969), en Jordania YASSINI (1979), en Israel (BENJAMINI,

1980) y en Pakistán (KURESHY, 1977), por citar aquellas localidades que al haber estado situadas en bajas latitudes durante el Paleógeno inferior presentan una fauna similar (BOLLI y KRASHENINNIKOV, 1977). En altas latitudes aparecen zonas equivalentes a la Zona de M. velascoensis pero con diferentes indicadores zonales tal como ocurre en los Cárpatos (SAMUEL y SALAJ, 1968), en Bulgaria (TZANEVA, 1969), en Crimea y en el Caúcaso (KRASHENINNIKOV, 1971), o en Nueva Zelanda (JENKINS, 1974).

Además de Morozovella subbotinae y M. aequa existen también en estos niveles, entre otras, las siguientes especies: M. gracillis, M. marginodentata, M. lensiformis, M. broedermanni, Acarinina pseudotopilensis, A. gravelli, Subbotina inaequispira y S. linagerta. Todas estas especies persisten en la zona superior (Zona de M. subbotinae), a excepción de M. marginodentata.

#### Zona de Morozovella subbotinae.

El límite inferior de esta zona, que es a la vez el del Eoceno, viene marcado por la aparición del género Pseudohasterigerina (BERGREN et al., 1967; CORDEY et al., 1970), siendo este criterio ampliamente aceptado como límite entre el Paleoceno y el Eoceno.

El límite superior viene delimitado por la aparición de las primeras formas de Morozovella formosa. En la serie de Agost este intervalo comprende desde la muestra AG-6 a la muestra AG-16-2.

La Zona de M. subbotinae (=Gbr. rex) la hemos utilizado en este trabajo en el sentido de STAINFORTH et al. (1975) y de BENJAMINI (1980), que es algo distinto al propuesto por BOLLI (1966) ya que este autor considera como límite inferior para la zona la desaparición de M. velascoensis, acontecimiento que sucede algo más tarde que la aparición de Pseudohasterigerina.

Por otra parte hay que señalar que en Trinidad (BOLLI, op.cit) parece existir un hiato entre la zona de Gbr. velascoensis y la zona de Gbr. rex. Este hueco en los esquemas zonales de Trinidad, ha sido

estudiado por otros autores en diversas partes del mundo, definiendo nuevas zonas para ocuparlo: Zona Gbr. aequa (LUTERBACHER, 1964), Zona de Gbr. marginodentata/Gbr. subbotinae (HILLEBRANDT, 1965, 1974) y Zona de Gbr. edgari (CARO et al., 1974) (Fig. 8).

En las Cordilleras Béticas esta biozona comprendería la zona de Gbr. lensiformis y la Zona de Gbr. marginodentata/Gbr. subbotinae de HILLEBRANDT (1965, 1974), mientras que en los Apeninos abarca la Zona Gbr. aequa y parte de la Zona de Gbr. formosa formosa/Gbr. subbotinae (LUTERBACHER, 1964) (Fig. 8).

La Zona de M. subbotinae ha sido también identificada entre otras localidades en Francia (=Zona de Gbr. rex. MASSIEUX, 1973), en Libia (BERGGREN, 1969 a), Egipto (BECKMANN et al., 1969), Siria (EJEL, 1969; BOLLI y KRASHENINNIKOV, 1977), Jordania (YASSINI, 1979), Israel (BENJAMINI, 1980) y Pakistán (KURESHY, 1977).

La Zona de Gbr. simulatilis del Paleógeno tunecino (SALAJ, 1969), así como la Zona de Gbr. wilcoxensis de EL-NAGGAR (1966, 1969), son seguramente equivalentes a la Zona de M. subbotinae en el sentido que le damos en este trabajo.

Finalmente cabe indicar que la Zona de Globorotolia subbotinae-marginodentata de SAMUEL y SALAJ (1968) también debe ser equivalente a la nuestra, al contrario que la Zona de Gbr. marginodentata de BRATU (1969) y de TZANEVA (1969) para Rumanía y Bulgaria respectivamente, la cual comprendería la Zona de M. subbotinae, mas la inmediata superior (Zona de M. formosa).

Especies abundantes, en Alicante, en esta biozona son: Morovella gracillis, Subbotina inaequispira y Acarinina pseudotopilensis. Son relativamente frecuentes: S. linaperta, M. lensiformis, M. broedermani, A. gravelli, así como M. subbotinae y Pseudohasterigerina wilcoxensis. Excepto la última especie, las restantes sobrepasan el límite superior de la biozona siendo frecuentes en niveles superiores. Por último indicar que aparecen en esta biozona las especies siguientes: A. soldadoensis, S. yeguaensis, Pseudohasteri-

gerina micra.

Zona de Morozovella formosa.

Para la definición de los límites de esta zona, hemos seguido el criterio de STAINFORTH et al., 1975, pues las especies utilizadas por BOLLI (1966) no aparecen en los niveles de Alicante. Este problema se les ha presentado a numerosos autores que lo han resuelto siguiendo diferentes criterios, de forma que los límites usados por ellos coinciden en líneas generales, no exactamente, con los aquí utilizados (LUTERBACHER, 1964; BECKMANN et al., 1969; CARO et al., 1974; BENJAMINI, 1980, etc.).

Se considera como límite inferior de esta biozona la aparición de Morozovella formosa y como límite superior la aparición de Acarinina aspensis. Sólo aparece representada en la serie de Agost y comprende desde la muestra AG-16-3 a la muestra AG-17.

Al igual que la biozona anterior, ha sido señalada repetidas veces en el área mediterránea. En España HILLEBRANDT (1965, 1974), la cita en Zumaya (País Vasco) y en las Cordilleras Béticas, dividiéndola en dos subzonas: Subzona de Acarinina angulosa y subzona de Gbr. formosa. En los Apeninos y por los problemas existentes para definir los límites de esta biozona, LUTERBACHER (1964) considera que abarca también parte de la biozona anterior (Fig. 8). Por razones semejantes POSTUMA (1971), unifica esta biozona y la siguiente (Zona de M. aragonensis). En Egipto, BECKMANN et al., 1969, señalan la Zona de Gbr. formosa sin precisar su límite superior. También ha sido citada en Siria (EJEL, 1969; BOLLI y KRASHENINNIKOV, 1977) Jordania (YASSINI, 1979), Israel (BENJAMINI, 1980) y Pakistán (KURESHY, 1977).

Por otro lado hay que señalar que la mayor parte de autores de países del Este europeo no utilizan esta biozona. Así SALAJ (1969) en su biozonación del Paleógeno tuneciano la considera incluida en la parte inferior de la zona Gbr. aragonensis crater. Un criterio

semejante adoptan SAMUEL y SAJAL (1969) en su trabajo sobre el Paleógeno de los Cárpatos eslovacos. Por su parte BRATU (1969) la consideró equivalente a la parte superior de la zona de Gbr. marginodentata, al igual que TZANEVA (1969). Finalmente KRASHENINNIKOV (1971), para el Caúcaso y Crimea utiliza la zona Gbr. marginodentata en un sentido mas restringido que los autores anteriores y equivalente en conjunto a la zona de M. formosa.

Respecto a la composición específica de la biozona de M. formosa cabe indicar que en ella aparece, además de la especie índice, M. aragonensis y desaparecen M. subbotinae y M. lensiformis, pudiéndose citar como especies mas abundantes las siguientes: M. gracilis, S. inaequispira, A. pseudotopilensis, M. broedermanni y A. soldadoensis.

#### Zona de Morozovella aragonensis.

Al igual que en el caso anterior, no hemos seguido los criterios de BOLLI (1966) en cuanto a la definición de esta biozona, sino que hemos aplicado las ideas de KRASHENINNIKOV (1965) y BECKMANN et al. (1969), en el sentido de ampliar los límites de esta biozona e incluir en ella la zona de Globorotalia palmarae de BOLLI (1969). La causa fundamental de esta decisión es que la especie Planorotalites palmarae tiene una distribución geográfica muy restringida.

En las Cordilleras Béticas, esta especie ha sido citada por MARTINEZ-GALLEGO (1973) en la zona de Granada. Posteriormente HILLEBRANDT (1975) estudia en detalle el contenido faunístico de esta última biozona, tanto de foraminíferos planctónicos como de nummulitidos y cocolitoforidos, en niveles situados cerca de Caravaca de la Cruz (Provincia de Murcia) y en Alicante (Agost). Sin embargo, incluso en áreas donde Planorotalites palmarae aparece, su distribución espacial suele ser bastante irregular. Así HILLEBRANDT (1974) sólo la encuentra en las localidades indicadas anteriormente mientras que en Aspe no aparece. Por nuestra parte la hemos identificado en Agost, pero no la encontramos en otros niveles con la misma

asociación de foraminíferos planctónicos (Series de Sax y Tangel) por lo que en estos casos resulta muy difícil, dada la semejanza de las asociaciones, dilucidar si estamos en la Zona de Gbr. aragonensis o en la de Gbr. palmarae.

Por estas razones KRASHFNINNIKOV (1975) aplicó en Siria una zonación en la que se utilizaba una zona de Gbr. aragonensis que incluía una subzona inferior (subzona de Gbr. aragonensis) y una subzona superior (subzona de A. pentacamerata). Esta última vendría a sustituir la zona de Gbr. palmarae de BOLLI en las áreas donde no apareciera esta última especie. Es de señalar que no estamos de acuerdo con los límites establecidos por este autor para estas subzonas, pues la mayoría de las especies son comunes a ambas, así como tampoco nos parece oportuna la denominación de la última subzona dado que no están aclaradas las relaciones entre A. pentacamerata y A. aspensis, que algunos autores consideran sinónimas, ni tampoco se conocen sus rangos estratigráficos exactos (BERGGREN, 1977).

Sin embargo consideramos aceptable la utilización de una zona de Morozovella aragonensis que comprendería dos subzonas: una inferior, la subzona de M. aragonensis y otra superior, la subzona de Pl. palmarae. Estas últimas tendrían una aplicación geográfica restringida, mientras que la zona de M. aragonensis podría aplicarse a escala global, de acuerdo con las propuestas de BOLLI y KRASHENINNIKOV (1977).

Por lo que respecta a los límites de esta biozona, el inferior lo situamos en la aparición de A. aspensis y de A. angulosa, mientras que el límite superior vendría marcado por la desaparición de Planorotalites plamarae y de Acarinina pseudotopilensis. El límite entre la subzona de Morozovella aragonensis y la subzona de Planorotalites palmarae está marcado por la aparición de esta última especie. (En el perfil de Agust, se encuentra esta especie, por vez primer, en la muestra AG-22).

Niveles equivalentes a la subzona de M. aragonensis, han sido identificados, en España, en el País Vasco (HILLEBRANDT, 1965) y Cor

dilleras Béticas (HILLEBRANDT, 1974 y 1976). También aparece en el Norte de África: en Túnez (SALAJ, 1969), incluido en la zona de Gbr. aragonensis crater, en Egipto (BECKMANN et.al., 1969); ANSARY y FAHMY, 1971), en Siria (EJEL, 1969), en Israel (BENJAMINI, 1980) y en Pakistán (KURESHY, 1977). Igualmente ha sido identificada en Italia (CITA et.al., 1968), en los Cárpatos eslovacos (SAMUEL y SALAJ, 1968) en Rumanía (BRATU, 1969) y en Burgaria (TZENEVA, 1969).

En lo que se refiere a la subzona de Planorotalites palmarae ésta ha sido señalada, como hemos indicado antes, en las Cordilleras Béticas por MARTINEZ-GALLEGO (1973) y HILLEBRANDT (1974, 1976). Fuera del Estado Español únicamente ha sido señalada esta especie en Israel (BENJAMINI, 1980) y Pakistán (KURESHY, 1977). Sin embargo, la zona equivalente pero con distinto indicador zonal (Zona de A. pentacamerata) ha sido hallada también en Siria (KRASHENINNIKOV, 1965; EJEL, 1969), siendo así mismo, tenidas en cuenta en los esquemas zonales de CARO et.al. (1974) y de STAINFORTH et.al. (1975). La zona de Acarimina densa de BERGGREN (1971, 1978) equivale, parcialmente, a la subzona de Pl. palmarae.

En cuanto a la composición específica de la Zona de Morozovella aragonensis, hemos de citar como frecuentes las siguientes especies de foraminíferos planctónicos: S. inaequispira, M. broedermani, A. soldadoensis, A. aspensis, A. angulosa, M. aragonensis y S. senni.

Entre las especies que aparecen en esta zona y persisten en sucesivas, están las siguientes: A. pentacamerata, M. caucásica y S. lozanoi. Así mismo desaparecen: M. formosa y A. pseudotopilensis.

Planorotalites pseudoscitula, Pl. palmarae y Guembelitrioides higginsii, en la serie de Agost, aparecen y desaparecen dentro de la zona de M. aragonensis. No obstante hay que indicar que tanto la primera como la última especie presentan en otras áreas una distribución estratigráfica considerablemente mayor.

Por último hay que señalar que sólo se ha podido aplicar la subdivisión de la zona de M. aragonensis en la serie de Agost, la

única en que ha aparecido Planorotalites palmarae. Tanto la serie de Sax como la de Tangel presentan una microfauna de foraminíferos plactónicos propia de la zona de M. aragonensis, aunque ninguno de los dos perfiles se han podido situar en una subzona concreta debido a la ausencia de Pl. palmarae. Por ello en el capítulo siguiente, en que se estudian las faunas de microforaminíferos bentónicos, se han considerado estas series a todos los efectos, como equivalentes a los niveles de Agost que pertenecen a la zona de M. aragonensis, desde la muestra AG-18 a la muestra AG-38, ambas inclusive.

#### Zona de Acarinina angulosa.

La mayor parte de autores consideran únicamente como zonas del Eoceno inferior las descritas hasta este momento (o sus equivalencias según los esquemas de la figura 8). Sin embargo existen ciertas áreas en las que ha sido descrita una nueva biozona situada entre las anteriores y el biohorizonte (datum) constituido por la aparición del género Hantkenina, límite inferior del Eoceno medio.

Así HILLEBRANDT (1965) señala en el Paleogeno del País Vasco la existencia de un tramo situado entre la zona de Planorotalites palmarae-Acarinina aspensis, de este autor y la primera aparición de Hantkenina aragonensis que no se puede adscribir a ninguna de ellas. Para llenar este vacío en la zonación, define la zona Gbr. caucásica. El mismo autor en trabajos posteriores (1974, 1976), señala en las Cordilleras Béticas niveles pertenecientes a esta misma biozona.

Por su parte BOLLI (1966) comenta la biozona establecida por HILLEBRANDT y reconoce la existencia en el Caribe de una biozona (Zona de "Globigerina 92") que no figuraba en los esquemas zonales publicados sobre el área de Trinidad, aunque sí existía en los informes de las compañías petroleras.

Por último, BENJAMINI (1980), define en Israel una nueva biozona para llenar el vacío ya indicado. En este caso la denominación es: zona de "Spheroidinellopsis" senni.

Este hueco en la zonación clásica es reconocido también por nosotros en la zona de Alicante, tal y como indicaba HILLEBRANDT (1976). Sin embargo hemos preferido no utilizar las denominaciones anteriores y establecer una nueva biozona: Zona de Acarinina angulosa. La causa que nos ha llevado a tomar esta decisión es la siguiente: las dos especies utilizadas por estos autores como indicadores: M. caucásica y S. senni no aparecen en la totalidad de los niveles atribuidos a esta biozona sino sólo parcialmente; así, para BENJAMINI (1980), M. caucásica alcanza sólo la parte inferior de la biozona, mientras que S. senni aparece algo por encima del límite inferior de la biozona (Desaparición de Pl. palmarae). En el área estudiada por nosotros, en la serie de Agost, S. senni ocupa la parte inferior de la biozona en cuestión, apareciendo muy raramente en las muestras superiores, mientras que M. caucásica aparece únicamente hasta la parte media. Por otra parte, en la serie de Faz sólo se encuentra esta última especie. Por todo ello hemos creído aconsejable usar un indicador cuyo rango estratigráfico, en Alicante, ocupe totalmente la biozona y aparezca en abundancia en todos o la mayoría de los niveles estudiados. La especie elegida, Acarinina angulosa, es ampliamente conocida y su rango abarca desde la zona de M. formosa hasta el límite con el Eoceno Medio (Zona de Gbr. pentacamerata de CARO et.al. 1974 y STAINFORTH et.al., 1975; Zona de A. densa de BERGGREN, 1977). Esta especie, por otra parte, es abundante en los niveles propios (de la muestra AG-40-I a la muestra AG-53-3, ambas inclusive) de esta biozona, tanto en la serie de Agost como en la serie de Faz, siendo fácilmente reconocible, por lo que creemos más aconsejable su utilización como nominador de esta biozona que las otras dos especies. No obstante pensamos que son necesarios futuros estudios en distintas áreas de las Cordilleras Béticas para comprobar la utilidad del uso de la biozona propuesta.

Por lo que respecta a los límites de esta nueva biozona se considera la desaparición de Pl. palmarae y A. pseudotopilensis como

límite inferior, mientras que el superior viene marcado por la desaparición de A. angulosa y A. pentacamerata y la aparición del género Hantkenina, datum que indica el límite Eoceno inferior - Eoceno medio.

En cuanto a la composición específica, aparecen en esta biozona: S. frontosa, que pertenece al grupo de S. cerroazulensis, de gran importancia en el Eoceno medio y superior (TOURMARKINE y BOLLI, 1970) y Pseudohasterigerina sharkriverensis, especie esta última que presenta un rango estratigráfico restringido a la parte media de esta biozona. Entre las especies que desaparecen dentro de los límites del intervalo zonas tenemos a: M. broedermanni, A. soldadoensis, A. soldadoensis, A. angulosa, A. pentacamerata, A. aspensis, M. caucásica y M. lozanoi. Por último indicar que además de las especies citadas están en esta biozona: S. inaequispira y S. senni.

#### Zona de Hantkenina aragonensis.

Esta biozona constituye la base del Eoceno medio. Su límite inferior viene marcado por la aparición de Hantkenina y la desaparición de A. angulosa y A. soldadoensis. Aparecen dentro de la biozona, generos que tendrán gran importancia en el Eoceno Medio como Globigerinatheka y Clavigerinella, aunque este último no ha sido hallado en las muestras de Agost, única serie en que aparece representada esta biozona (Muestras AG-54 y AG-57-1). El límite superior consideramos que viene marcado por la aparición de Globigerinatheka index.

Esta biozona es aceptada internacionalmente, aunque los límites establecidos por BOLLI (op. cit.) en Trinidad han debido ser cambiados, pues la especie Hantkenina aragonensis presenta un rango estratigráfico superior al que este autor suponía. En las Cordilleras Béticas ha sido identificada esta biozona por HILLEBRANDT (1974) y MARTINEZ CALLEGO (1976). Igualmente ha sido señalada por SALAJ (1969) en Túnez, BERGGREN (1969) en Libia, BENJAMINI (1980) en Israel y KURESHY (1977) en Pakistán. Sin embargo, otros autores, dada la restringida distribución geográfica de H. aragonensis y su ausencia

en diversas áreas, han utilizado otros indicadores zonales, especialmente A. densa (=Gbr. bullbrookii). Entre estos autores tenemos a POSTUMA (1971), BECKMANN et al. (1969) en el Valle del Nilo, EJEL (1969) y KRASHENINNIKOV (1965) en Siria y LUTERBACHER (1964) en los Apeninos (aunque la Zona Gbr. bullbrookii de este autor tiene un sentido diferente, ya que abarca la Zona Pl. palmarae a la Zona de H. aragonensis).

Los autores de los países del Este europeo suelen utilizar en lugar de la Zona de H. aragonensis, la Zona de A. crassaformis; así tenemos a SAMUEL y SALAJ (1968) en los Cárpatos Eslovacos, TZANEVA (1969) en Bulgaria y a BRATU (1969) en Rumanía.

En lo que se refiere a la composición específica, son abundantes en la biozona S. inaequispira, S. yeguaensis, S. formosa, Globigerinatheka subconglobata y Truncorotalites topilensis. Estas dos últimas especies aparecen por primera vez en esta zona. Así mismo se encuentran M. spinulosa, A. densa y representantes del género Hantkenina, posiblemente H. mexicana.

#### Zona de Globigerinatheka subconglobata.

Esta zona fué utilizada por BOLLI (1972) en sustitución de la zona de Globigerapsis kugleri establecida por el mismo autor en Trinidad. En el presente trabajo sólo aparece representada en los términos finales de la serie de Agost, que deben pertenecer a la parte media e inferior de dicha biozona.

En el presente estudio hemos considerado como límite inferior la aparición Globigerinatheka index. El límite superior, no representado en los perfiles estudiados, está señalado por la desaparición de M. aragonensis (STAINFORTH et al., 1975). Consideramos que pertenecen a esta biozona las muestras de la serie de Agost: AG-57-2, AG-57-3 y AG-57-4.

Este intervalo es, en la actualidad, reconocido internacionalmente. Así en España, HILLEBRANDT (1974) lo identifica en las Cordi-

lleras Béticas. En el Norte de Africa esta biozona, en su acepción actual, o con su anterior denominación, ha sido señalada entre otros por: SALAJ (1969) en Túnez, BERGGREN (1969) en Libia (incluida en la "zona de H. aragonensis- Gbr. lehneri), BECKMANN et. al (1969) en Egipto, KRASHENINNIKOV (1965) y EJEL (1969) en Siria, BENJAMINI (1980) en Israel y KURESHY (1977) en Pakistán. Por lo que respecta a Europa, los autores de los países orientales consideran esta biozona equivalente a la parte superior de la zona de A. crassaformis, cuya parte inferior estaría formada por la zona anterior. Este criterio es el seguido por SAMUEL y SALJ (1968), TZANEVA (1969) entre otros. Por su parte, BARTU (1969) utiliza, en los Cárpatos rumanos, en su lugar la zona de H. liebusi.

Por último señalar que esta biozona, tanto en su denominación antigua como en la moderna, aparece incluida en los esquemas zonales de BOLLI (1966), POSTUMA (1971), STAINFORTH et. al., (1975) y BERGGREN (1978), entre otros.

En cuanto a la composición faunística, persisten y son abundantes: S. inaequispira, S. frontosa, S. yeguaensis, S. senni, H. mexicana, Gbtheke. subconglobata, T. topilensis y M. spinulosa. Finalmente, aparecen en estos niveles: Glibigerinatheka index y H. longispina, esta última especie sólo en una muestra y muy escasa.

FIGURA 12 .- Comparación de la biozonación propuesta en este trabajo con las establecidas por otros autores en diversas áreas .

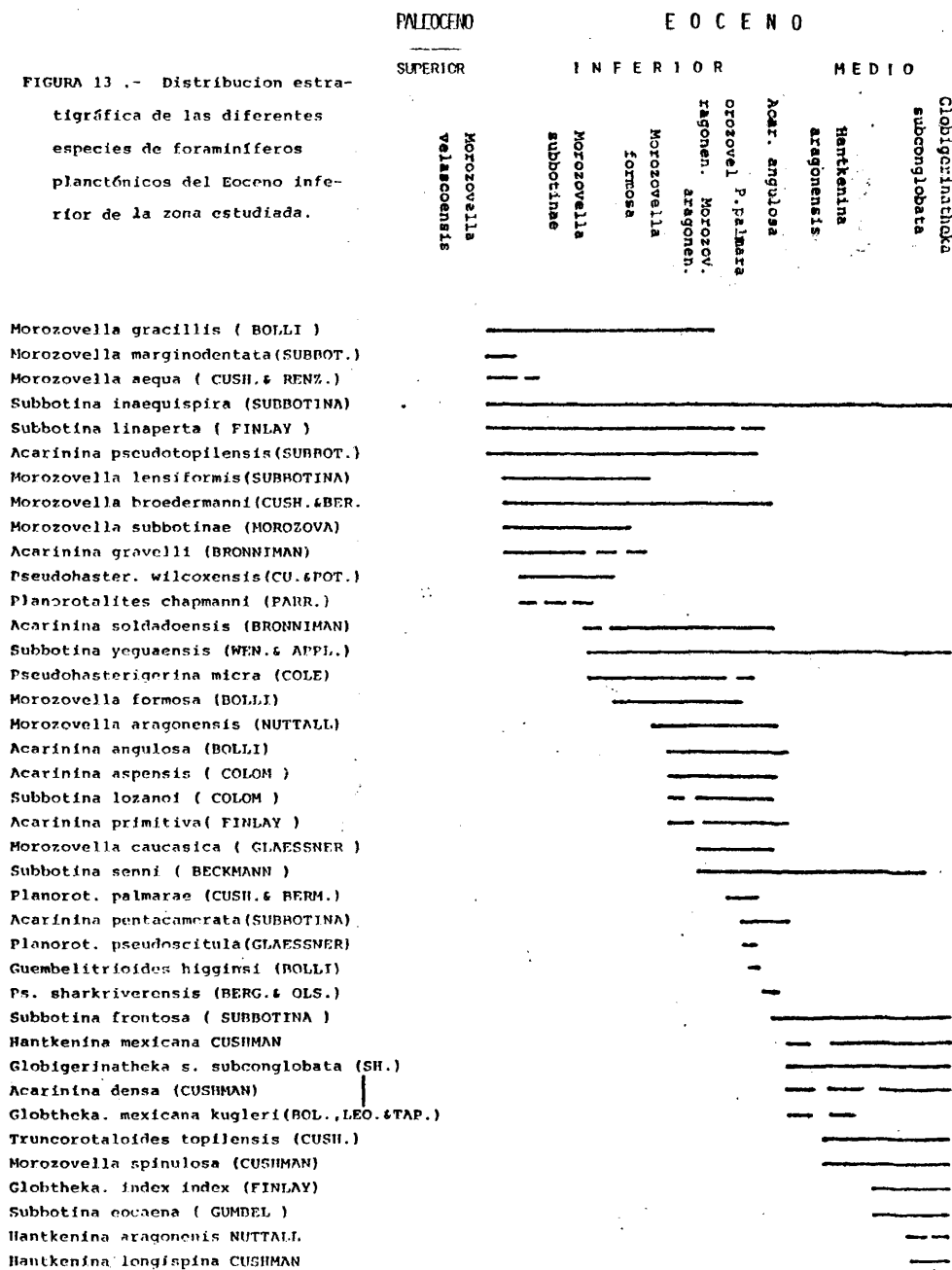
ESCALA (M.A.)	SERIES	PISOS	LUTERBACHER, 1964	DOLLÉ, 1966	BECKMANN <u>et al.</u> , 1969	POSTUMA , 1971	HILLEBRANDT , 1974
46	E O C E N O	LUTECIENSE	Apeninos	Caribe	Egipto		Cordilleras Béticas
47				Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerapsis kugleri	Globigerinatheka subconglobata
48				Hantkenina aragonensis	Globorotalia bullbrooki	Globorotalia bullbrooki	Hantkenina aragonensis
49	E O C E N O	LUTECIENSE	Globorotalia bullbrooki				Gbr. caucasica
50				Gbr. palmarae	Globorotalia aragonensis	Gbr. aragonensis / Gbr. formosa	Gbr. palmarae
51				Gbr. aragonensis	Gbr. aragonensis	Gbr. aragonensis / Gbr. formosa	Gbr. aragonensis
52	E O C E N O	LUTECIENSE	Gbr. formosa formosa / Gbr. subbotinae	Gbr. formosa	Gbr. formosa		Gbr. formosa / A. angulosa
53				Gbr. aqua	Globorotalia subbotinae	Globorotalia rex	Gbr. lensiformis
54				Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Globorotalia velascoensis	Gbr. marginodentata / Gbr. subbotinae
55	PALEOCENO	SUPERIOR					

Figura 12 (Continuación).-

CARO et al., 1974	STAINFORTH et al., 1975	BENIGREN, 1978	BENJUMINI, 1980	Biozonación propuesta en este trabajo. Cordilleras Béticas	ESCALA (M.A.)
Gbr. pentacamerata	Globigerinatheka subconglobata	P11	Globigerinatheka subconglobata	Globigerinatheka subconglobata	-46
		P10			Hantkenina aragonensis
Gbr. pentacamerata	Hantkenina aragonensis	P9	Hantkenina aragonensis	Hantkenina aragonensis	-48
		P8			"Sphaeroidin." senpai Planorot. palmaris
Gbr. aragonensis	Gbr. aragonensis	P8	Morozovella aragonensis	Morozovella aragonensis	-50
Gbr. formosa	Gbr. formosa	P7	Morozovella formosa	Morozovella formosa	-51
Gbr. subbotinae	Gbr. subbotinae	a	M. subbotinae / pseudohas-	Morozovella subbotinae	-52
Gbr. edgari					terigerina wilcockensis
Gborotalia velascoensis	Gborotalia velascoensis	b	M. subbotinae / M. velascoensis	Morozovella velascoensis	-54
					P5

606

FIGURA 13 .- Distribucion estratigráfica de las diferentes especies de foraminíferos planctónicos del Eoceno inferior de la zona estudiada.



#### IV.4.- Sistemática de las especies planctónicas.

##### IV.4.1.- Generalidades.

Los foraminíferos planctónicos fósiles es uno de los grupos paleontológicos mejor conocidos y ha sido objeto de estudios muy numerosos y completos, existiendo en la actualidad diversas obras monográficas y catálogos en los que aparecen las especies conocidas más importantes, con amplias descripciones, excelentes ilustraciones, que incluyen en algunos casos los holotipos y con numerosos datos bioestratigráficos. Entre las más significativas podemos citar las publicaciones de ELLIS et al. 1969; STAINFORTH et al. y BERGGREN, 1977. Una relación más completa aparece en los antecedentes del presente capítulo.

Por todo ello hemos considerado que era supérfluo, en el presente trabajo, llevar a cabo un estudio sistemático completo de las especies encontradas por lo que nos hemos limitado a hacer, para cada una de ellas, un breve comentario incluyendo en ocasiones algunas particularidades acerca del material estudiado en Alicante; se recogen, así mismo, las referencias de las obras consultadas más importantes. La distribución estratigráfica de estas especies aparece en la figura 13.

En la clasificación se han adoptado, en líneas generales, los criterios de LIPPS (1966), MCGOWRAN (1968), BERGGREN (1977) y BENJAMIN (1980) en lo que se refiere a la no utilización en el Paleogeno de los géneros clásicos: Globigerina y Globorotalia y su sustitución por géneros basados en las características texturales de la pared de la concha, carácter que parece ser sumamente conservativo en los globigerináceos, en vez de utilizar otras características morfológicas, tales como la presencia de bullae, de quilla, etc., que puedan estar ligados a determinadas adaptaciones dentro de la vida planctónica y que aparecen por convergencia adaptativa en diversas ocasiones a lo largo de la evolución de este grupo de organismos durante el Terciario, sin que las formas que los poseen tengan una relación filogenética estrecha (STEINECK y FLEISHER, 1978). Un estudio detalla

do de ciertas características de la pared de las conchas en foraminíferos planctónicos eocenos ha sido llevado a cabo recientemente por BENJAMINI y REISS (1979).

En las páginas siguientes se realiza, tal y como indicábamos anteriormente, un breve comentario sobre las especies encontradas, dispuestas por orden alfabético, precedido por una corta descripción de las características de cada uno de los géneros utilizados.

Indicar por último que no hemos entrado en el estudio y discusión de las categorías taxonómicas supragenéricas, pues pensamos que ello desbordaba los límites que nos habíamos establecido para el presente trabajo; no obstante podemos remitir al lector interesado a los trabajos, entre otros, de LOEBLICH y TAPPAN (1964), LIPPS (1966), MCGOWRAN (1968), LOEBLICH y TAPPAN (1974) y BERGGREN (1977) en los que se trata este punto con gran amplitud y bajo diferentes puntos de vista.

#### IV.4.2.- Notas taxonómicas.

##### Género Acarinina SUBBOTINA

En este género hemos incluido aquellas formas cuya concha posee una pared fuertemente espinosa (pseudo-espinas de BENJAMINI y REISS, 1979) y poros amplios. La estructura espinosa se puede acentuar alrededor de la abertura, que suele ser extraumbilical-umbilical. En ocasiones, las puntas de las espinas no se conservan lo que da lugar a una superficie granular.

La forma de las cámaras es muy variable, desde redondeada hasta angulosa, pudiendo poseer en algunos casos quillas periféricas o axiales.

Acarinina angulosa (BOLLI, 1957)  
(Lámina V, fig. 1)

Globigerina soldadoensis angulosa BOLLI 1957, pl. 16. fig. 4-6 (fide STAINFORTH et al. 1975).

Globigerina soldadoensis angulosa BOLLI. STAINFORTH et al. 1975, p. 228, fig. 86, 1 a 3.

Acarinina soldadoensis angulosa (BOLLI). HILLEBRANDT 1976, p. 345, lám. 5, Fig. 11.

Comentario.-

Nuestros ejemplares presentan cuatro cámaras en la última vuelta, de forma angulosa, con un perfil axial marcadamente lobulado. Se aprecia, así mismo, un aumento de la ornamentación de la superficie de la concha en la zona umbilical.

Las formas figuradas por STAINFORTH et al. (1975) y por HILLEBRANDT (1976) presentan las cámaras mas redondeadas, la superficie con la ornamentación menos acusada y un perfil axial menos anguloso; por el contrario, nuestros ejemplares se ajustan mejor al holotipo de BOLLI, especialmente en lo que se refiere a las características de la abertura, a la forma de las cámaras y al perfil axial mucho mas anguloso y con suturas mas profundas.

Esta especie difiere de A. soldadensis en la posición de la abertura y en la forma de las cámaras, mas globulosas, en esta última especie, lo que da lugar a un perfil mas redondeado.

Acarinina aspensis (COLOM, 1954)

(Lámina V, fig. 2)

Globigerina aspensis COLOM, 1954, pp. 151-154; pl. 3, figs. 1-35; lám. 4, figs. 1-31.

Turborotalia (?Acarinina) aspensis (COLOM). SAMUEL y SALAJ, 1968; p. 162, pl. 18, fig. 4.

Globorotalia aspensis COLOM. POSTUMA, 1971, pp. 174-175.

Acarinina aspensis (COLOM). HILLEBRANDT, 1976, p. 339-340, pl. 5, fig. 8, 12, 13.

Comentario.-

G. COLOM, en su trabajo sobre el Terciario de Alicante (1954) describe dos formas de esta especie. Una de ellas trocoidal y la otra aplanada. A partir de las primeras BERMUDEZ en 1961 (fide HILLEBRANDT, 1976) creó una nueva especie, A. colomi reservándose el nombre de A. aspensis únicamente para las formas aplanadas.

Sin embargo COLOM (1954) ya indicaba la existencia de numerosos estadios de transición entre ambas formas, hecho que también ha sido observado por nosotros, por lo que creemos que se trata de la misma especie, punto de vista asumido también por COLOM (comunicación personal).

El espécimen figurado por HILLEBRANDT (1976) bajo el nombre de A. colomi creemos que se trata de una forma relacionada con A. soldadoensis.

El ejemplar figurado por nosotros pertenece a las formas aplanadas y presenta los caracteres propios de la especie: De 6 a 8 cámaras ovales, con las suturas poco marcadas, la superficie con pústulas o pseudoespinas, el área umbilical ancha y la abertura muy ladeada en la base de la última cámara y dirigida hacia la depresión umbilical.

Acarinina densa (CUSHMAN, 1925)  
(Lámina, V, fig. 3)

Pulvinulina crassata densa CUSHMAN, 1925; p. 301 (fide ELLIS et al. 1969).

Globorotalia bullbrookii BOLLI, 1975; p. 167-168, pl. 38, figs. 4-5.  
(fide ELLIS et al. 1969).

Globorotalia crassata densa (CUSHMAN). AUBERT, 1962; p. 58, lám. 2,  
fig. 4.

Acarinina bullbrookii (BOLLI) BENJAMINI, 1980; p. 339, lám. 2, figs.  
12-14, non fig. 11.

Comentario.-

Hemos seguido con esta especie el criterio de BERGGREN (1977) en el sentido de incluirla entre los acariniños, no entre los morzovellidos con los que tiene cierto parecido superficial debido a una posible convergencia evolutiva.

Hay que señalar también que numerosos autores consideran esta especie sinonimia de A. spinuloinflata (BANDY); sin embargo los ejemplares figurados en las publicaciones consultadas por nosotros (ELLIS et al. 1969; BENJAMINI, 1980) presentan las cámaras más redondeadas y un perfil axial menos anguloso por lo que pensamos que se trata de especies diferentes.

Numerosos ejemplares de la fauna de Alicante, entre ellos el figurado, presentan una costra calcárea que recubre la superficie de la concha. Las cámaras son cónicas o subcónicas, en número de cuatro o cinco posee en la zona umbilical una gruesa ornamentación de pústulas muy característica.

La abertura tiene forma de arco suave y adopta una posición de umbilical a extraumbilical.

Acarinina gravelli (BRONNIMANN, 1952)  
(Lámina VI, fig. 1)

Globigerina gravelli BRONNIMANN, 1952, lám. 1, figs. 16-18.

Globigerina gravelli BRONNIMANN, POSTUMA, 1971; p. 150-151.

Comentario.-

Nuestros ejemplares poseen unas características intermedias entre A. mackannai (WHITE) y A. gravelli (BRONNIMANN); difieren de la primera en la ornamentación de la superficie de la concha, que es mas acusada y en la forma de las cámaras, menos globosas, caracteres ambos muy semejantes a los que presenta A. gravelli. El número de cámaras en la última vuelta varía de 5 a 7, aunque suele ser, en general, de seis para ambas especies. Sin embargo, el desarrollo trocoespiral que presentan nuestros ejemplares los acerca mas a A. mackannai, mas alta que la especie de BRONNIMANN.

Por todo ello hemos atribuido estas formas, de manera provisional, a A. gravelli, hasta que en futuros trabajos, sobre material mas abundante y mejor conservado, podamos dilucidar este problema.

Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA, 1947)  
(Lámina VI, fig. 2)

Globorotalia pentacamerata SUBBOTINA, 1947; pl. 7, figs. 12-17 (fide BERGGREN, 1977)

Globorotalia pentacamerata SUBBOTINA. STAINFORTH et al., 1975; p. 212-213, fig. 73, 3 a 6.

Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA). HILLEBRANDT, 1976; p. 344, lám. 5, fig. 10.

Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA). BENJAMINI, 1980; p. 339, lám.1, figs. 15-17.

Comentario.-

Esta especie ha sido puesta en sinonimia con A. aspensis (COLOM) por BANDY (1964) y posteriormente por STAINFORTT et al. (1975). Por su parte BERGGREN (1977) comenta ampliamente las vicisitudes por las que ha pasado la situación taxonómica de esta especie y expresa la dificultad de aclarar las relaciones de esta especie con formas próximas como podía ser A. aspensis (COLOM), dado que el holotipo y los paratipos de A. pentacamerata se perdieron en el asedio de Lenin grado, por lo que en beneficio de la estabilidad de la nomenclatura se pronuncia por el mantenimiento de esta especie.

Por nuestra parte podemos indicar que hemos estudiado material procedente de los niveles en que COLOM definió A. aspensis y pensamos que existen, en una primera aproximación, diferencias suficientes para justificar el mantenimiento de las dos especies. En efecto: La especie de COLOM posee un número mayor de cámaras, la forma de estas es menos inflada y el ombligo es mas abierto que en A. pentacamerata. No obstante podría ser interesante plantear un futuro trabajo sobre ambas formas con el fin de precisar mejor estos extremos.

Acarinina primitiva (FINLAY, 1947)

(Lámina VI, fig. 3)

Globoquadrina primitiva FINLAY, 1947, lám. 8, figs. 129-134, (fide BERGGREN, 1977).

Turborotalia (Acarinina) primitiva FINLAY. SAMUEL y SALAJ, 1968, p. 171, lám. 15, fig. 4, lám. 16, fig. 1.

Globigerina primitiva FINLAY. STAINFORTH et al., 1975, p. 215, 216, fig. 75, 1-5.

Acarinina primitiva FINLAY. BENJAMINI, 1980, p. 339-340, lám. 2, fig. 1-3.

Comentario.-

Un amplio comentario sobre esta especie aparece en BERGGREN (1977).

Los ejemplares estudiados por nosotros presentan cuatro cámaras en la última vuelta, mas largas que anchas y con una superficie fuertemente pustulada. La abertura es baja y se dispone de umbilical a extraumbilical.

BENJAMINI (1980), señala la existencia de costras calcáreas desarrolladas sobre la superficie de los ejemplares de esta especie, lo que dificulta su determinación. Fenómenos semejantes hemos observado también en los especímenes procedentes del Eoceno inferior alijcantino.

Acarinina pseudotopilensis SUBBOTINA, 1953  
(Lámina VII, fig. 1)

Acarinina pseudotopilensis SUBBOTINA, 1953, lám. 21, figs. 8-9 (fide STAINFORTH et al. 1975).

Globorotalia (Acarinina) pseudotopilensis (SUBBOTINA). HILLEBRANDT, 1962, lám. 14, fig. 1.

Turborotalia (Acarinina) pseudotopilensis (SUBBOTINA). SAMUEL y SALAJ, 1968, p. 172, lám. 14, fig. 2.

Globorotalia pseudotopilensis (SUBBOTINA). STAINFORTH et al., 1975, p. 217, fig. 78, 4-7.

Acarinina pseudotopilensis (SUBBOTINA). BENJAMINI, 1980, p. 340, lám. 2, fig. 4.

Comentario.-

Esta especie se diferencia de A. primitiva en el ombligo mas abierto y en la forma de las cámaras que son mas globosas en esta última especie. La ornamentación de la superficie está constituida, como en todos los acarininidos, por gruesas pústulas o pseudoespinas.

El lado dorsal es plano, mientras que el umbilical es muy prominente. La abertura es un arco estrecho situado en posición umbilical-extraumbilical.

Acarinina soldadoensis (BRONNIMANN, 1952)  
(Lámina VII, fig. 2)

Globigerina soldadoensis BRONNIMANN, 1952, lám.9, fig. 1-9 (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia (Acarinina) soldadoensis (BRONNIMANN). HILLEBRANDT, 1962; p. 142, lám. 14, fig. 5 y 6.

Globigerina soldadoensis BRONNIMANN. POSTUMA, 1971, p. 158-159.

Globigerina soldadoensis soldadoensis BRONNIMANN. STAINFORTH et al. 1975, p. 229, fig. 87, 1 a 3.

Acarinina soldadoensis BRONNIMANN. BENJAMINI, 1980, p. 340, lám. 2, fig. 4.

Comentario.-

Los ejemplares del eoceno inferior de Alicante se acercan estrechamente al holotipo figurado por BRONNIMANN; poseen en la última vuelta de 4 a 5 cámaras, de forma oval y con la superficie fuertemente espinosa. La abertura es arqueada, de umbilical a extraumbilical y posee un marcado labio.

Las formas figuradas por HILLEBRANDT (1976) bajo el nombre de Acarina colomi (BERMUDEZ), procedentes también de la zona de Agost, posiblemente se puedan atribuir a la especie que estamos comentando, pues presentan unas características muy semejantes aunque tienen, al menos los ejemplares figurados, mas cámaras (5-6) en la última vuelta.

Género Globigerinatheka BRONNIMANN

Hemos seguido, en líneas generales, los criterios que BOLLI (1972) ha utilizado en la revisión de este género y en el se incluyen las formas con y sin "bulla", estas últimas incluidas anteriormente en el género Globigerinapsis, que vivieron en el Eoceno.

Globigerinatheka index index (FINLAY, 1939)

(Lámina VII, fig. 3)

Globigerinoides index FINLAY, 1939, lám. 14, figs. 85-88 (fide ELLIS et al., 1969).

Globigerinatheka index index (FINLAY). BOLLI, 1972, p. 124, figs. 51-57, 63-64, lám. 1, figs. 1-4, 6-7.

Globigerinatheka index (FINLAY). STAINFORTH et al., 1975, p. 194, fig. 56, 1-9.

Globigerinatheka index index (FINLAY). BENJAMINI, 1980, pp. 344-347, lám. 7, figs. 9-10.

Comentario.-

Nuestros ejemplares se ajustan bien a las características de esta especie, a saber: la pared de la concha es muy gruesa y ornamentada, poseen 2 ó 3 aberturas secundarias y una amplia abertura primaria que se sitúan sobre las suturas, las cuales son profundas y claramente marcadas. En la última vuelta tienen tres cámaras que crecen rápi-

damente en tamaño recubriendo las vueltas anteriores.

Globigerinatheka mexicana kugleri (BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN, 1957).

Globigerinapsis kugleri BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN, 1957, lám. 6, fig.6, (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globigerinatheka mexicana kugleri (BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN). BOLLI, 1972, p. 128, figs. 12-17, lám. 2, fig. 6-7.

Globigerinatheka mexicana (BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN). STAINFORTH et al. 1975, p. 197-198, fig. 59, 1-3.

Comentario.-

Unicamente en una muestra de la serie de Agost hemos encontrado algunos ejemplares que se podrían atribuir a esta especie.

Se caracteriza por tener unas aberturas secundarias mas pequeñas que otras especies de Globigerinatheka, como Globigerinatheka semiinvoluta y las cámaras mas globulares, lo que le da un aspecto menos esférico que Globigerinatheka subconglobata subconglobata.

La superficie de la concha es rugosa aunque menos que la de Globigerinatheka index index.

Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA, 1958) (Lámina VIII, fig. 1)

Globigerinoides subconglobatus subconglobata. SHUTSKAYA, 1958, lám. 1, 4-5, 7-9, 11. (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA). BOLLI, 1972, p. 134, figs. 43-46, lám. 1, figs. 8-10, 15-16.

Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA). STAINFORTH et al., 1975, pp. 230, 231, 234, fig. 90, 1-11.

Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA). BENJAMINI, 1980, p. 347, lám. 6, fig. 20.

Comentario.-

Globigerinatheka subconglobata subconglobata difiere de Globigerinatheka index index en la forma de la concha que es mas redondeada, en la superficie que es menos rugosa y en las suturas que son menos marcadas.

Por otra parte, las aberturas secundarias de la especie que comentamos son mas bajas que en Globigerinatheka index index, aspecto que se observa muy bien en nuestros ejemplares.

#### Género Guembelitrioides EL NAGGAR

Este género monoespecífico se originó, probablemente, a partir de formas de Subbotina y se caracteriza por el desarrollo de pústulas en la superficie de las cámaras, la formación de "built-up ridges" (BENJAMINI y REISS, 1979), el aumento del desarrollo trocoespiral de la espira y la aparición de aberturas secundarias sobre las suturas. Sin embargo, este último carácter no es considerado por algunos autores (STAINFORTH et al., 1975) como de importancia taxonómica, por lo que no aceptan este género.

Guembelitrioides higginsi (BOLLI, 1957)

(Lámina IX, fig. 1)

"Globigerinoides" higginsi BOLLI, 1957, lám. 36, fig. 11 (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globigerina higginsi (BOLLI). STAINFORTH et al., 1975, p. 189, fig. 52, 1-8.

Guembelitrioides higginsi (BOLLI). BENJAMINI, 1980, p. 349, lám. 7, figs. 17-18, non figs. 16, 19 y 20.

Comentario.-

Los ejemplares de esta especie son muy abundantes en el Eoceno de Alicante y presentan las características propias del género de EL NAGGAR. Un detalle de la superficie de las cámaras aparecen en la lámina IX, fig. 1 d.

BENJAMINI (1980) ha señalado la existencia de tres variedades de esta especie: dos de ellas poseen aberturas secundarias bien desarrolladas, mientras que la otra, de espira mas baja, las presenta sólo ocasionalmente y son mas pequeñas. Es precisamente a esta última variedad a la que mejor se ajustan nuestros ejemplares, en los que precisamente, las aberturas secundarias está muy poco desarrolladas y solo se observan en contados casos.

Por último indicar que HILLEBRANDT (1976) considera como precursor de G. higginsi a Subbotina lozanoi (COLOM).

#### Género Hantkenina CUSHMAN

Tres especies de este género hemos encontrado en los niveles estudiados por nosotros en Alicante: H. aragonensis, H. longispina y H. mexicana.

BENJAMINI (1980), sugiere el origen de este género en formas de Clavigerinella, basándose en las características de los poros, si milares en todas estas especies.

Hantkenina aragonensis NUTTALL, 1930  
(Lámina VIII, fig. 2)

Hantkenina mexicana aragonensis NUTTALL, 1930, lám. 24, figs. 1-3, (fide ELLIS et al., 1969).

Hantkenina mexicana aragonensis NUTTALL. POSTUMA, 1971, p. 223, col.1.

Hantkenina mexicana aragonensis NUTTALL. STAINFORTH et al., 1975, pp. 169-170, fig. 36, 1-4.

Hantkenina aragonensis NUTTALL. BENJAMINI, 1980, p. 349, lám. 7, figs. 1-4.

Comentario.-

Unicamente hemos encontrado ejemplares de esta especie en las muestras procedentes de los términos finales de la serie de Agosto y en escaso número y relativamente mal conservados. No obstante los hemos atribuido a esta especie pues presentan las características principales de ella: concha planoespiral, involuta, de forma estrellada, con 5 o 6 cámaras en la última vuelta que crece en tamaño, espinas situadas en la prolongación del eje de las cámaras, suturas deprimidas, ombligo poco profundo y abertura anteromarginal en forma arco pseudoojival bordeado por un estrecho labio.

Esta especie difiere de H. mexicana, entre otras características, en tener alargadas e infladas las cámaras.

Hantkenina longispina GUSHMAN, 1975  
(Lámina IX, fig. 2)

Hantkenina longispina CUSHMAN, 1925, lám. 2, fig. 4, (fide ELLIS et al., 1969).

Hantkenina longispina CUSHMAN. STAINFORTH et al., 1975, pp. 202-203, fig. 64, 1-6.

Comentario.-

Esta especie difiere de H. aragonensis y H. mexicana en la forma de las cámaras, menos lobuladas y en las espinas que son mas largas, generalmente exceden en longitud a la de las cámaras y que ocupan una posición apical.

Hantkenina mexicana CUSHMAN, 1925

(Lámina X, fig. 1)

Hantkenina mexicana CUSHMAN, 1925, lám. 1, fig. 8 (fide ELLIS et al. 1969).

Hantkenina mexicana CUSHMAN. POSTUMA, 1971, p. 223, col. 2.

Hantkenina mexicana CUSHMAN. BENJAMINI, 1980, p. 350, lám. 7, figs. 5-6.

Comentario.-

Esta especie aparece bien representada en los niveles de la zona de H. aragonensis de Agust.

Nuestros ejemplares poseen de 6 a 7 cámaras en la última vuelta, dispuestas tangencialmente y fuertemente aplanadas; las suturas son deprimidas, rectas o ligeramente curvadas y las espinas se sitúan en el ángulo anterior de las cámaras. La abertura es semejante a la de H. aragonensis.

Género Morozovella MCGOWRAN

En este género se incluyen aquellas formas del Paleógeno que presentan cámaras cónicas o subcónicas y las periferias ecuatorial y axial angulosas o aquilladas (MCGOWRAN, 1968). Muchas especies presentan una quilla que suele formarse a partir de la fusión de las

pseudoespinas que se desarrollan sobre la periferia ecuatorial (BENJAMINI, 1980). La superficie del caparazón suele presentar poros amplios y pseudoespinas (BENJAMINI y REISS, 1979).

Morozovella aequa (CUSHMAN y RENZ, 1942)  
(Lámina X, fig. 2).

Globorotalia crassata aequa CUSHMAN y RENZ, 1942, lám. 3, fig. 3,  
(fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia aequa CUSHMAN y RENZ. LUTERBACHER, 1964, pp. 670-671,  
figs. 63-71.

Globorotalia aequa CUSHMAN y RENZ. POSTUMA, 1971, pp. 168-169.

Globorotalia aequa CUSHMAN y RENZ. STAINFORTH et al., 1975, pp. 163-  
164, fig. 31, 1-6.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener la concha plana en el lado espiral y fuertemente convexa en el umbilical, tres o cuatro cámaras en la última vuelta, ombligo profundo, abertura umbilical-extraumbilical y la superficie de las cámaras espinosa, a excepción de la última cámara que suele ser lisa. En el material procedente de Alicante, esta última característica no se cumple y la última cámara presenta una superficie rugosa, formada por pseudoespinas al igual que en las cámaras anteriores.

M. aequa se diferencia de M. lensiformis, sobre todo, por tener un desarrollo espiral menos acusado.

Morozovella aragonensis (NUTTALL, 1930)  
(Lámina XI, fig. 1)

Globorotalia aragonensis NUTTALL, 1930, lám. 24, figs. 6-11. (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia (Truncorotalia) aragonensis NUTTALL. COLOM, 1954, pp. 154-155, lám. 5, figs. 1-12.

Globorotalia aragonensis NUTTALL. AUBERT, 1963, pp. 56-57, lám. 2, fig. 1.

Globorotalia aragonensis NUTTALL. LUTERBACHER, 1964, pp. 695-698, figs. 121-126.

Globorotalia aragonensis NUTTALL. STAINFORTH et al., 1975, pp. 168-169, fig. 35.

Morozovella aragonensis aragonensis (NUTTALL). BENJAMINI, 1980, p. 350, lám. 3, figs. 10-15, 17.

Comentario.-

Esta especie, muy abundante en el Eoceno Inferior de los niveles estudiados, presenta unas características que la diferencian bien de otras especies próximas: Perfil ecuatorial casi circular, superficie de la concha rugosa especialmente en el labo umbilical, ombligo estrecho y profundo y suturas apenas marcadas en el lado espiral que forman un ángulo muy característico con la quilla.

M. aragonensis se diferencia de M. lensiformis por tener un número mayor de cámaras y un desarrollo espiral mas apretado.

La especie que comentamos es muy abundante en los niveles del Eoceno Inferior de Alicante y en la mayoría de los ejemplares aparece bien desarrollada una gruesa costra de carbonato cálcico sobre la superficie de la concha, especialmente en el lado espiral. Esta costra probablemente tenga un origen ambiental y este relacionada con un hábitat de aguas profundas (HILLEBRANDT, 1976).

Morozovella broedermanni (CUSHMAN y BERMUDEZ, 19  
(Lámina XI, fig. 2)

Globorotalia (Truncorotalia) broedermanni CUSHMAN y BERMUDEZ, 1949,  
lám. 7, figs. 22-24, (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia broedermanni CUSHMANN Y BERMUDEZ. SAID y SABRY, 1964,  
lám. 1, fig. 4.

Globorotalia broedermanni CUSHMAN y BERMUDEZ. STAINFORTH et al.,  
1975, pp. 173-174, fig. 39, 1-6.

Comentario.-

Esta especie es fácilmente reconocible por su forma bioconvexa, su periferia casi circular y la forma de las cámaras, que van desde ovales a romboidales. Las suturas están ligeramente deprimidas y son radiales en el lado umbilical y curvadas en el lado espiral. La abertura está formada por un arco suave, situado en posición extraumbilical-umbilical.

Los ejemplares del Eoceno Inferior de Alicante se ajustan bien a la descripción de la especie, aunque la superficie de las cámaras aparece en la mayoría de los especímenes fuertemente rugosa, a excepción de la última en la que la ornamentación es más suave.

Morozovella caucásica (GLAESSNER, 1947)  
(Lámina XII, fig. 1).

Globorotalia aragonensis caucásica GLAESSNER, 1937, lám. 1, fig. 6  
(fide BERGGREN, 1977).

Globorotalia caucásica GLAESSNER. LUTERBACHER, 1969, p. 684, lám. 97,  
fig. 97.

Globorotalia caucásica GLAESSNER. STAINFORTH et al., 1975, pp. 175-  
176, fig. 41, 1-6.

Globorotalia (Morozovella) caucásica. GLAESSNER. HILLEBRANDT, 1976, pp. 148, 349, lám. 4, fig. 7.

Morozovella aragonensis caucásica (GLAESSNER). BENJAMINI, 1980, p. 350, lám. 3, fig. 6.

Comentario.-

Esta especie ha causado grandes problemas en la bioestratigrafía del Paleógeno debido a su gran parecido con M. velascoensis, del Paleógeno superior. Sin embargo, en M. caucásica, la ornamentación es mas acusada que en M. velascoensis y en esta última especie las suturas no forman un arco agudo con respecto a la quilla, como ocurre en M. caucásica.

Otro problema a resolver son las relaciones entre esta especie, M. formosa y M. aragonensis. En efecto, mientras que para unos autores (HILLEBRANDT, 1976), M. caucásica procede de M. formosa, para otros (STAINFORTH et al., 1975) la especie que comentamos tiene su origen en M. aragonensis. En cualquier caso, en los niveles de Alicante, en la subzona de Planorotalites palmarae, aparecen ejemplares que presentan características entre unas y otras especies, por lo que creemos que hacen falta sucesivos estudios para clasificar esta cuestión.

Morozovella formosa (BOLLI, 1957)

(Lámina XI, fig. 3)

Globorotalia formosa formosa BOLLI, 1957, lám. 18, figs. 1-3 (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globorotalia formosa formosa BOLLI, LUTERBACHER, 1964, p. 694, figs. 118-120.

Globorotalia formosa BOLLI, POSTUMA, 1971, pp. 190-191.

Globorotalia formosa BOLLI. STAINFORTH et al., 1975, p. 184, fig. 48, 1-5.

Globorotalia (Morozovella) formosa (BOLLI). HILLEBRANDT, 1976, p. 347, lám. 4, fig. 6.

Morozovella formosa formosa (BOLLI). BENJAMINI, 1980, p. 350, lám. 3, figs. 3, 8, 9.

Comentario.-

M. formosa difiere de M. caucásica en que no tiene la ornamentación tan acusada en la zona umbilical y en que el ombligo es mas cerrado.

Por su parte M. gracilllis se diferencia de M. formosa por el mayor número de cámaras (6-7) de la segunda y por que M. gracilllis presenta una periferia ecuatorial mucho mas lobulada.

Ejemplares de M. formosa aparecen, aunque en escaso número, en la serie de Agost y en ellos se pueden observar la mayoría de las características propias de la especie, a saber: Gran abundancia de pústulas o pseudoespinas en la superficie de las cámaras, especialmente en la zona umbilical con la excepción de la última cámara en la que la superficie aparece finalmente perforada. Esta última cámara suele ser de menor tamaño, o a lo sumo igual que la precedente. Las suturas en la zona espiral son curvadas y destacan sobre la superficie debido a la acusada quilla periférica que se continua hacia la zona central de la espira en cada una de ellas. El ombligo es abierto y profundo y la abertura consiste en un arco suave, situado en posición umbilical-extraumbilical, bordeado por un pequeño labio.

Morozovella gracilllis (BOLLI, 1957)  
(Lámina XIII, fig. 1)

Globorotalia formosa gracilllis BOLLI, 1957, lám. 18, figs. 4-6,  
(fide STAINFORTH et al., 1975).

Globorotalia formosa gracilllis BOLLI. LUTERBACHER, 1964, pp. 692-694,  
fig. 115-117.

Globorotalia gracilllis BOLLI. POSTUMA, 1971, pp. 192-193.

Globorotalia formosa gracilllis BOLLI. STAINFORTH et al., 1975, pp.  
184-186, fig. 49, 1-3, 5.

Morozovella formosa gracilllis (BOLLI). BENJAMINI, 1980, p. 350, lám.  
3, figs. 2,5,7.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener un desarrollo ligeramente trocoespiral, mientras que la zona umbilical es fuertemente convexa; la periferia posee una acusada quilla y es muy lobulada, las cámaras, en número de 5 o 6 son cónicas y están, a menudo, imbricadas. El ombligo es amplio y la abertura se sitúa en posición extraumbilical, a veces con un pequeño labio.

M. gracilllis se parece bastante a M. marginodentata, aunque esta última posee una quilla mas ancha y mas gruesa y el carapazón es mas lenticular.

Es muy abundante en los niveles basales del Eoceno inferior, en la serie de Agust.

Morozovella lensiformis (SUBBOTINA, 1953)  
(Lámina XIV, fig. 1)

Globorotalia lensiformis SUBBOTINA, 1953, lám. 18, fig. 4,5. (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globorotalia lensiformis SUBBOTINA. LUTERBACHER, 1964, p. 671, fig.74.

Globorotalia (Truncorotalia) lensiformis SUBBOTINA. HILLEBRANDT, 1962, p. 136, lám. 13, figs. 12-13.

Globorotalia lensiformis SUBBOTINA. STAINFORTH et al., 1975, pp. 200-201, fig. 61, 37.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por la textura granulosa de la superficie del caparazón especialmente en el lado umbilical, por tener el lado espiral relativamente plano y por las suturas, curvadas en el lado espiral y rectas en el umbilical.

M. lensiformis es considerada como el antepasado de M. aragonensis STAINFORTH et al., 1975) de la que se diferencia, entre otras cosas, por el menor número de cámaras en la última vuelta.

Por su parte BERGGREN (1977) indica que M. subbotinae podría ser el antecesor de M. lensiformis, aunque en esta última la granulación de la concha es mas abundante, la quilla es mas estrecha y está menos ornamentada y las suturas en el lado espiral son mucho mas curvadas.

Morozovella marginodentata (SUBBOTINA, 1953)  
(Lámina XIV, fig. 2)

Globorotalia marginodentata SUBBOTINA, 1953, lám. 17, figs. 15-16, (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globorotalia (Truncorotalia) aequa marginodentata SUBBOTINA. HILLEBRANDT, 1962, p. 135, lám. 13, fig. 9-11.

Globorotalia marginodentata SUBBOTINA. LUTERBACHER, 1964, p. 673, figs. 75-84.

Globorotalia marginodentata SUBBOTINA. STAINFORTH et al., 1975, pp. 203-204, fig. 65, 3-7.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener el caparazón aplanado, una quilla muy acusada y muy marcados los extremos de las cámaras en la zona umbilical, dando lugar a un aspecto muy característico. La superficie de las cámaras está formada por pseudoespinas, mas acusadas alrededor del ombligo.

Las diferencias de esta especie con formas próximas como M. gracillis, M. subbotinae, aparecen incluidas en los comentarios sobre estas especies. En el presenta trabajo la hemos encontrado con cierta abundancia en los tramos finales del Paleoceno de la serie de Agost.

Morozovella spinulosa (CUSHMAN, 1927)

(Lámina XV, fig. 1)

Globorotalia spinulosa CUSHMAN, 1972, lám. 23, fig. 4, (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia spinulosa CUSHMAN. AUBERT, 1962, p. 61, lám. 4, fig. 4.

Globorotalia spinulosa CUSHMAN. STAINFORTH et al., 1975, p. 230, fig. 88, 2-6.

Morozovella spinulosa (CUSHMAN). BENJAMINI, 1980, pp. 350-351, lám. 3, figs. 18-22.

Comentario.-

M. spinulosa se caracteriza por su desarrollo trocoespiral suave, lo que da lugar a que la parte espiral sea mas o menos aplanada; las cámaras son cónicas y aparecen en número de 4 6 5 en la últi-

ma vuelta. La periferia axial es aguda con una quilla espinosa, muy característica. El perfil acuatorial es muy lobulado y las suturas son ligeramente curvadas en el lado umbilical.

La superficie de las cámaras está cubierta de poros amplios y las pseudoespinas se concentran en los alrededores del ombligo y en la periferia ecuatorial, dando lugar a la quilla.

M. spinulosa se diferencia de M. aragonensis por tener un desarrollo espiral muy apretado y de M. lehneri por las cámaras, que son mucho menos alargadas que esta especie.

Morozovella subbotinae (MOROZOVA, 1939)  
(Lámina XIII, fig. 2)

Globorotalia subbtinae MOROZOVA, 1939, lám. 1, figs. 16-17 (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia subbotinae MOROZOVA. LUTERBACHER, 1964, pp. 676-679, figs. 85-90.

Globorotalia subbotinae MOROZOVA. STAINFORTH et al., 1975, p. 230, figs. 1-6.

Comentario.-

La mayor parte de autores consideran esta forma como sinónimo de Globorotalia rex MARTIN (STAINFORTH et al., 1975, BERGGREN, 1977, BENJAMINI, 1980).

M. subbotinae difiere de M. aequa en la quilla, que es menos pronunciada y en la espira, mas evoluta. Por su parte, M. marginodentata es muy lenticular y tiene la quilla mas amplia y gruesa.

BERGGREN (1977) sugiere que esta especie se originó a partir de M. aequa y es la antecesora de M. lensiformis, la que a su vez

daria lugar posteriormente a M. aragonensis.

Género Planorotalites MOROZOVA

Hemos utilizado este género con los criterios expuestos por MCGOWRAN (1968). En él se incluyen formas comprimidas y de desarrollo trocoidal suave. Las cámaras juveniles son globulosas y luego se hacen aplanadas, presentando en algunas especies una quilla bien desarrollada.

La superficie de las cámaras presenta pequeños poros y pústulas, estos últimos únicamente en el lado umbilical (BENJAMINI y REISS, 1979). La abertura es umbilical-extraumbilical, arqueada ligeramente y con un pequeño labio.

Planorotalites chapmani (PARR, 1938)

Globorotalia chapmani PARR, 1938, lám. 9, fig. 8-9, (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia chapmani PARR. BERGGREN, OLSON y REYMENT, 1967, pp. 277-278. figs. 1, 3, 4, lám. 1, figs. 1-6.

Globorotalia chapmani PARR. STAINFORTH et al., 1975, pp. 176-178, fig. 42, 1-6.

Comentario.-

Esta especie aparece en escaso número y generalmente con ejemplares mal conservados en los niveles basales del Eoceno en la serie de Agost.

Se caracteriza por presentar un caparazón biconvexo, un desarrollo trocoespiral muy suave y la periferia lobulada. Posee un borde marginal no perforado que se asemeja a una quilla, aunque la pared

de la concha, en este punto, no presenta el engrosamiento propio de una verdadera quilla. El lado umbilical es ligeramente mas convexo que el espiral. Las cámaras, 4 a 6 en la última vuelta, presentan un perfil romboidal y aumentan rapidamente de tamaño. La abertura es un arco relativamente elevado con un pequeño labio.

BERGGREN et al., 1967, consideran a esta especie como el antecesor directo de Pseudohasterigerina wilcoxensis.

Planorotalites palmarae (CUSHMAN y BERMUDEZ, 1937)  
(Lámina XII, fig. 2)

Globorotalia palmarae CUSHMAN y BERMUDEZ, 1937, lám. 2, figs. 51-53.  
(fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia palmarae CUSHMAN y BERMUDEZ. STAINFORT et al., 1975, p. 212, fig. 72, 1-5.

Globorotalia (Planorotalites) palmarae CUSHMAN y BERMUDEZ. HILLEBRANDT, 1976, p. 346, lám. 3, figs, 1, 2, 3, 5, 6.

Planorotalites palmarae (CUSHMAN y BERMUDEZ). BENJAMINI, 1980, p. 351, lám. 6, figs. 11-13.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por presentar cámaras triangulares que terminan en una espina. La concha es comprimida y la periferia posee una quilla poco marcada. La pared de la última y penúltima cámara está fuertemente perforada y el resto presenta pústulas y pseudoespinas.

Pl. palmarae es una especie de gran importancia bioestratigráfica en el Eoceno inferior, aunque su distribución geográfica está restringida a las áreas tropicales por lo que su uso en las biozonaciones ha sido discutido (ver apartado de biozonación de este mismo capítulo).

En Alicante, en Agost, aparece en grán abundancia en los niveles correspondientes a la subzona a la que da nombre.

Planorotalites pseudoscitula (GLAESSNER, 1937)  
(Lámina XV, fig. 2)

Globorotalia pseudoscitula GLAESSNER, 1937, fig. 3 (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia (Planorotalites) pseudoscitula (GLAESSNER). HILLEBANDT, 1976, pp. 345-346, lám. 4, fig. 14.

Planorotalites pseudoscitula (GLASSNER). BENJAMINI, 1980, p. 352, lám. 6, figs. 3-10.

Comentario.-

Pl. pseudoscitula se caracteriza por tener una concha pequeña y comprimida, la perifería ecuatorial es mas o menos circular y posee una pequeña quilla. La pared de las cámaras está finamente perforada y es lisa en las dos últimas, mientras que en las anteriores aparecen pequeñas pústulas, especialmente en la zona umbilical.

BERGGREN (1977), considera a Globorotalia renzi BOLLI como sinónimo de Pl. pseudoscitula. El mismo autor (op.cit.) sugiere que Pl. palmarae se originó a partir de Pl. pseudoscitula. Ambas serían los términos finales de una línea filogenética que aparece en el Paleoceno con Pl. compressa, e incluye diversas especies de Planorotalites, como Pl. chapmani, Pl. pseudomenardi (MCGOWRAN, 1968, BERGGREN, 1977).

Género Pseudohasterigerina BANNER y BLOW

En la utilización de este género se han conseguido los criterios de BERGGREN et al. (1967) y CORDEY et al. (1970).

En él se incluyen formas de desarrollo plánoespiral, aunque la concha puede ser ligeramente asimétrica, con cámaras globosas y ovaladas, suturas radiales deprimidas y abertura interomarginal, ecuatorial.

El género Pseudohasterigerina ha venido a sustituir a Globoanomalina HAQUE que se había utilizado para formas trocoespirales. Una amplia discusión sobre esta cuestión aparece en BERGGREN et al. (1967).

Este género tiene, así mismo, una gran importancia bioestratigráfica, pues la aparición de su representante más antiguo (Pseudohasterigerina wilcoxensis) define la base del Eoceno (BERGGREN, 1971).

Pseudohasterigerina micra (COLE, 1927)  
(Lámina XV, fig. 3)

Nonion micrus COLE, 1927, lám. 5, fig. 12 (fide ELLIS et al., 1969).

Globoanomalina micra (COLE). SAMUEL y SALAJ, 1968, p. 180, lám. 20, fig. 5.

Pseudohasterigerina micra (COLE). CORDEY, BERGGREN y OLSSON, 1970, pp. 235-242, figs. 1-5.

Pseudohasterigerina micra (COLE). STAINFORTH et al., 1975, pp. 207-208, fig. 68, 1-6.

Pseudohasterigerina micra (COLE). HILLEBRANDT, 1976, p. 337, lám. 4, fig. 16-17.

Comentario.-

Ps. micra se caracteriza por tener siete u ocho cámaras ovaladas en la última vuelta, perfil ecuatorial muy lobulado, suturas deprimidas, ligeramente angulosas y abertura interomarginal-ecuatorial situada en la base de la última cámara y con un labio desarro-

llado. En el margen umbilical de las dos o tres últimas cámaras aparecen partes relictas de aberturas mas jóvenes.

En Alicante, en la zona estudiada, es muy abundante en los niveles pertenecientes a la subzona de Planorotalites palmarae.

Pseudohasterigerina sharkriverensis BERGGREN y OLSSON, 1967  
(Lámina XVI, fig. 1)

Pseudohasterigerina sharkriverensis BERGGREN y OLSSON, 1967, pp.280-281, lám. 1, figs. 7-11, tex-fig. 7-8.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por el aspecto subcuadrado de la concha, el desarrollo globoso de las últimas cámaras y la amplia abertura primaria con un labio bien marcado.

Ps. sharkriverensis se diferencia de Pseudohasterigerina micra en que esta última es más pequeña, posee un caparazón mucho mas comprimido, las suturas son curvadas y las cámaras aumentan lentamente de tamaño.

Por su parte, Pseudohasterigerina wilcoxensis, es también mas pequeña que Ps. sharkriverensis, las dos o tres últimas cámaras son mucho menos globosas y el perfil ecuatorial es ovoide, mientras que en Pseudohasterigerina sharkriverensis es subcuadrado.

En los perfiles estudiados en Alicante, aparecen en la parte media de la zona de Acarinina angulosa.

Pseudohasterigerina wilcoxensis (CUSHMAN y PONTON, 1932)  
(Lámina XVII, fig. 2)

Pseudohasterigerina wilcoxensis (CUSHMAN y PONTON). BERGGREN, OLSON y REYMENT, 1967, pp. 278-280; figs. 2-6.

Pseudohasterigerina wilcoxensis (CUSHMAN y PONTON). STAINFORTH et al. 1975, pp. 243-244, fig. 99, 1-3.

Comentario.-

Esta especie se distingue por presentar un desarrollo planoespiral (formas simétricas) o casi planoespiral (formas ligeramente asimétricas), por las cámaras que aumentan ligeramente de tamaño y por las suturas que son rectas o ligeramente deprimidas. La superficie de las cámaras es lisa y está finamente perforada.

Ps. micra se diferencia de Ps. wilcoxensis por tener mas cámaras en la última vuelta y porque la última cámara no es globosa sino mas o menos aplastada.

Ps. wilcoxensis es considerada como el representante inicial del género Pseudohasterigerina y se desarrolla a finales del Paleoceno a partir de Planorotalites chapmani (BERGGREN et al., 1967).

#### Género Subbotina BROTZEN y POZARYSCA

Se incluyen en este género aquellas especies que presentan cámaras globosas, con amplios poros en la superficie que dan un aspecto aplanado y sin pústulas, excepción de algunas especies que las presentan en la zona umbilical. La abertura se sitúa en posición umbilical en las especies que poseen un desarrollo trocoespiral acusado; por el contrario, en aquellas en que este es suave, la abertura se sitúa en posición extraumbilical-umbilical.

Subbotina eocena (GUMBEL, 1868)  
(Lámina XVI, fig. 2)

Globigerina eocena GUMBEL, 1968, lám. 2, fig. 109, (fide ELLIS et al. 1969).

Globigerina (Subbotina) eocena GUMBEL. HANG y LINDERBERG, 1969, pp. 236-245, lám. 1, figs. 1-6.

Globigerina eocena GUMBEL. FERRER, 1971, p. 37, fig. 26.

Globigerina eocena GUMBEL. STAINFORTH et al., 1975, pp. 268-270, fig. 115, 3-7, non 1-2.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener cuatro cámaras en la última vuelta, con un crecimiento moderado en tamaño, el perfil ecuatorial fuertemente lobulado y desarrollo trocoespiral suave. El ombligo es amplio y profundo y la abertura es umbilical con un pequeño labio y en ocasiones con un diente.

Algunos autores (STAINFORTH et al., 1975) consideran esta especie como sinónimo de S. yeguaensis (WEINZIERL y APPLIN). Sin embargo las formas encontradas en las series estudiadas por nosotros en Alicante, presentan unas características morfológicas algo diferentes (ver comentario de S. yeguaensis) y la distribución estratigráfica es distinta: S. eocena aparece en los niveles pertenecientes a la zona de Hantkenina aragonensis mientras que Subbotina yeguaensis aparece en la parte media del Eoceno inferior.

Subbotina frontosa (SUBBOTINA, 1953)

(Lámina XVI, fig. 3)

Globigerina frontosa SUBBOTINA, 1953, lám. 12, fig. 3 (fide STAINFORTH et al., 1975).

Globigerina frontosa SUBBOTINA. STAINFORTH et al., 1975, pp. 187-188, fig. 51, 1-3, 6-7, 8-10.

Turborotalia cerroazulensis frontosa (SUBBOTINA). TOURMARKINE y BOLL 1970, p. 139, lám. 1, figs. 1-3.

Turborotalia cerroazulensis frontosa (SUBBOTINA). BENJAMINI, 1980, p. 355, lám. 5, figs. 10-13.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por presentar casi plano el lado espiral, tres o tres y media cámaras en la última vuelta, que aumentan de tamaño muy rápidamente (cada una es casi el doble de grande que la anterior) y una periferia ecuatorial trilobulada. El ombligo es pequeño y la abertura está formada por un arco elevado muy característico, situado en posición umbilical extraumbilical con un labio desarrollado.

La superficie de las cámaras es aplanada, únicamente en la zona umbilical aparecen pústulas con un cierto desarrollo.

Subbotina linaperta es semejante, en líneas generales, a esta especie, aunque presenta una abertura estrictamente umbilical y la concha, generalmente es mas pequeña.

Globigerina boweri BOLLI esta considerada por la mayoría de autores (STAINFORTH et al., 1975) como sinónimo de Subbotina frontosa.

Subbotina inaequispira (SUBBOTINA, 1953)  
(Lámina XVII, fig. 3)

Globigerina inaequispira SUBBOTINA, 1953, lám. 6, fig, 1,4.

Globigerina inaequispira SUBBOTINA. HILLEBRANDT, 1962, p. 121, lám. 54, fig.12.

Globigerina inaequispira SUBBOTINA. STAINFORTH et al., 1975, pp. 191-192, fig. 54, 3-5.

Globigerina (Eoglobigerina) inaequispira SUBBOTINA. HILLEBRANDT, 1976, p. 331, lám. 1, figs. 1-6, 8, 11, 13, lám. 2, fig. 7.

Comentario.-

S. inaequispira posee el lado espiral plano o a menudo deprimido, la periferia fuertemente lobulada, cuatro cámaras globosas en la última vuelta, que aumentan rápidamente de tamaño y un ombligo amplio y poco profundo. La abertura está formada por un arco suave, pequeño, con un estrecho labio y en posición umbilical o ligeramente extraumbilical.

Se diferencia de Subbotina linaperta sobre todo por el cambio en la disposición de las cámaras desde las vueltas iniciales a las finales, muy característico en S. inaequispira.

Subbotina linaperta FINLAY, 1939)

(Lámina XVIII, fig. 1)

Globigerina linaperta FINLAY, 1939, lám. 13, 54-56. (fide ELLIS et al., 1969).

Globigerina linaperta FINLAY. HILLEBRANDT, 1962, p. 120, lám. 11, figs. 2-3.

Globigerina linaperta FINLAY. SAMUEL y SALAJ, 1968, p. 120, fig. 22, lám. 2, fig. 4.

Globigerina linaperta FINLAY. FERRER, LE CALVEZ, LUTERBACHER y PREMOLI SILVA, 1973, p. 51; fig. 13, 2.

Globigerina linaperta FINLAY. STAINFORTH et al., 1975, pp. 201-202, fig. 63, 1-5.

Globigerina (Eoglobigerina) linaperta FINLAY. HILLEBRANDT, 1976, p. 331, lám. 1, figs. 14-15.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por el desarrollo trocoespiral compacto y por tener tanto el lado umbilical como el espiral aplanados. Las cámaras, en número de tres o tres y media, son globulosas y aumentan rápidamente de tamaño, de forma que la última ocupa la mitad de la última vuelta. El perfil ecuatorial es trilobulado y ampliamente redondeado. La abertura es grande, pero muy baja y ocupa una posición umbilical-extraumbilical, con un estrecho labio que en general, en el material estudiado por nosotros, no suele conservar.

Subbotina lozanoi (COLOM, 1954)  
(Lámina XVII, fig. 1).

Globigerina lozanoi COLOM, 1954, lám. 2, figs. 1-48.

Globigerina (Eoglobigerina) lozanoi COLOM. HILLEBRANDT, 1976, p. 336, lám. 3, figs. 8-17.

Comentario.-

Esta especie de COLOM se diferencia fácilmente de las otras subbotinas por el desarrollo trocoespiral tan acusado. Presenta además, de 5 a 6 cámaras en la última vuelta, globosas y que aumentan de tamaño lentamente. El ombligo es amplio y la abertura es umbilical, arqueada y se encuentra en la base de la última cámara. La superficie de las cámaras es la típica de Subbotina, con los poros anchos que producen un aspecto aplanado.

HILLEBRANDT (1976) considera a esta especie como la antecesora de Guembelitrioides higginsii. Esta última posee una textura diferente de la pared con los poros anchos y amplia pustulación (BENJAMINI y REISS, 1979).

Subbotina senni (BECKMANN, 1953)  
(Lámina XVIII, fig. 2)

Globigerina senni (BECKMANN). SAMUEL y SALAJ, 1968, p. 130, lám. 3, fig. 3.

Globigerina senni (BECKMANN). POSTUMA, 1971, pp. 156-157.

Globigerina senni (BECKMANN). STAINFORTH et al., 1975, p. 226, fig. 84, 1-7.

Globigerina (Eoglobigerina) senni (BECKMANN). HILLEBRANDT, 1976, pp. 335-336, lám. 1, figs. 7, 9, 10, 12.

"Sphaeroidinellopsis" senni (BECKMANN). BENJAMINI, 1980, p. 352, lám. 4, figs. 8, 9, 12, 13, 16, 20.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener un caparazón globuloso, un ombligo muy cerrado y las suturas poco deprimidas. La abertura es umbilical y suele quedar oculta. La textura de la superficie de las cámaras presenta poros amplios. Aparece una pustulación desarrollada en las extremidades umbilicales de las cámaras. Existen ejemplares sobre los que se desarrolla una gruesa costra secundaria, lo que da lugar a una superficie sumamente rugosa. Debido a esta característica, BENJAMINI (1980) incluye a esta especie en el género "Sphaeroidinellopsis". Sin embargo, la mayoría de autores consideran que estas costras calcáreas tienen origen ambiental, no genético, por lo que no tienen valor taxonómico.

Subbotina senni se diferencia de otras especies próximas por la granulación que circunda el ombligo y los márgenes umbilicales dentados.

Subbotina yeguaensis (WEINZIERL y APPLIN, 1929)  
(Lámina XVIII, fig. 3)

Globigerina yeguaensis WEINZIERL y APPLIN, 1929, lám. 43, fig. 1 ,  
(fide ELLIS et al., 1969).

Globigerina yeguaensis WEINZIERL y APPLIN. BLOW, 1969, p. 329, lám.  
3, figs. 12-14.

Globigerina yeguaensis WEINZIERL y APPLIN. POSTUMA, 1971, p. 162-  
163.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por tener tres o cuatro cámaras en la última vuelta, las cuales son esféricas u ovals, con crecimiento rápido de tamaño.

El desarrollo trocoesprial es suave y la periferia ecuatorial fuertemente obulada. Las suturas están deprimidas y ligeramente curvadas.

El ombligo es amplio y la abertura es umbilical, estando constituida por un arco suave con un pequeño diente o labio que no siempre se conserva.

S. yeguaensis se diferencia de S. eocena en que la primera presenta un perfil axial subtriangular, mientras que la segunda lo tiene subcuadrangular debido a que las cámaras de la última vuelta aumentan mas lentamente de tamaño que en S. yeguaensis.

Por otra parte, los poros de la superficie de esta última especie son de menor tamaño que los de S. eocena.

Se incluyen en Truncorotaloides aquellas formas que presentan unas características generales similares a Acarinina, pero tienen cámaras subangulosas, con pseudoespinas en la perifería ecuatorial, especialmente en la última cámara (BENJAMINI y REISS, 1979) y con aberturas suplementarias en el lado espiral.

La posición taxonómica de este género ha sido discutida pues, mientras que MCGOWRAN (1968) considera Morozovella y Acarinina como subgéneros de Truncorotaloides, BERGGREN (1977) opina que deben ser considerados como tres géneros diferentes. Este último criterio es el que hemos seguido en el presente trabajo.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN, 1925)  
(Lámina XVIII, fig. 4)

Globigerina topilensis CUSHMAN, 1925, lám. 1, fig. 9 (fide ELLIS et al., 1969).

Globorotalia topilensis (CUSHMAN). AUBERT, 1963, pp. 60-61, lám. 4, fig. 5.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN). BLOW, 1969, p. 373, lám. 51, figs. 1-3.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN). POSTUMA, 1971, pp. 234-235.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN). STAINFORTH et al., 1975, pp. 234-235, fig. 91, 1-7.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN). EL KHOUDARY, 1977, p. 329, lám. 1, figs. 1-15.

Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN). BENJAMINI, 1980, p. 355, lám. 2, figs. 19, 20.

Comentario.-

Esta especie se caracteriza por la disposición radial de las últimas cámaras, lo que da lugar a una periferia muy angulosa, la superficie del caparazón fuertemente espinosa y las aberturas secundarias que se disponen en el lado espiral, sobre las suturas de las cámaras mas recientes y son pequeñas y difíciles de distinguir, salvo en ejemplares muy bien conservados. La abertura está formada por un arco en posición umbilical-extraumbilical. Las suturas son profundas, oblicuas en el labio espectral y radiales en el umbilical. El ombligo es profundo y estrecho.

T. topilensis se diferencia muy bien de otras especies próximas por la forma tan característica de la última cámara, que guarda cierto parecido con una gorra de plato.

V. MICROFORAMINIFEROS BENTONICOS

#### V.- MICROFORAMINIFEROS BENTONICOS.

En este capítulo vamos a estudiar las características de las asociaciones de foraminíferos bentónicos en los niveles objeto de nuestro trabajo.

No se han incluido en este estudio las formas de macroforaminíferos entendiendo por tales los individuos pertenecientes a las familias siguiente: Nummulitidae, Discocyclinidae, Lepidocyclinidae y Alveolinidae. La razón por la cual no se ha trabajado sobre estas familias es doble: Por una parte, la complejidad de estos grupos hace necesaria una revisión previa para las formas de Alicante, especialmente en lo que respecta a Nummulitidae y Discocyclinidae, lo que se sale del marco de la presente memoria.

Este problema no es nuevo, ya que ROGER (1974) resalta la necesidad, por razones prácticas, de diferenciar, para su estudio, entre macrobentos y microbentos.

El segundo motivo es de índole ecológica: Son numerosos los autores que opinan que los foraminíferos pertenecientes a estas familias, debido a las enormes diferencias de tamaño podrían ocupar una posición diferente a la de los otros foraminíferos dentro de la fauna bentónica. Ecólogos consultados por nosotros (R. MIRACLE, comunicación personal) se han expresado en el mismo sentido.

##### 5.1.- Antecedentes.

Son muy escasos los trabajos sobre la fauna de foraminíferos bentónicos (excluidos macroforaminíferos) del Eoceno inferior en la zona que nos ocupa. El primero, por orden cronológico, es la obra de COLOM (1954) sobre los foraminíferos de la zona de Aspe y Elche. Se trata de un trabajo sistemático, en el que este autor describe formas del Ypresiense superior - Luteciense inferior, del Eoceno superior y del Mioceno, definiendo varias especies nuevas, tanto de

foraminíferos planctónicos ( ver capítulo IV.), como de bentónicos y macroforaminíferos.

Han de pasar más de 20 años antes de que se reanuden los estudios sobre el tema. Nosotros, primero en la Tesis de Licenciatura (MARQUEZ, 1975) y luego en la publicación posterior (MARQUEZ y USERRA, 1976), hemos trabajado sobre faunas de foraminíferos bentónicos, pertenecientes a tres series representativas del Paleógeno de la zona central de la provincia de Alicante. Mas tarde, en fecha reciente, se ha presentado un trabajo (MARQUEZ, 1979) en el que se estudia, mediante procedimientos de paleoecología cuantitativa, las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Eoceno inferior de la localidad de Agost.

Además de los trabajos citados anteriormente, existen algunas publicaciones sobre estratigrafía de la zona, de carácter mas o menos regional, en los que aparecen citadas algunas especies bentónicas junto con la fauna planctónica y los microforaminíferos. Entre ellos hemos de destacar los de DURAND DELGA y MAGNE (1958, 1960), AZEMA et al., (1969) y PAQUET (1969), aunque este último se ocupa de un área algo alejada de nuestra zona de trabajo.

Por lo que respecta a otras áreas del Estado Español, las obras sobre foraminíferos paleógenos son algo mas numerosas. Entre ellas cabe citar las siguientes:

COLOM (1954), trabaja sobre niveles del Eoceno superior y Oligoceno de Navarra, describiendo y figurando numerosas especies, algunas de ellas nuevas. También hace algunos comentarios generales, tanto sobre las características paleoecológicas de los diversos niveles estudiados, como de algunas especies concretas.

RUIZ DE GAONA y COLOM (1950), en una extensa publicación sobre el Eoceno de la vertiente sur de los Pirineos, desde Cataluña al País Vasco, describen abundantes faunas de macro y microforaminíferos bentónicos.

ESCANDELL y COLOM (1962), revisan el Paleógeno de Mallorca citando numerosas especies de Nummulíticos, Miliolidos y Rotalidos,

así como de microfauna.

COLOM (1971), trabaja sobre los niveles del Eoceno superior de Santa Coloma de Queralt (Tarragona), describiendo y figurando numerosas especies de foraminíferos bentónicos, siete de ellas nuevas.

Finalmente cabe destacar la obra de FERRER (1971), en cuya segunda parte (la primera es estratigráfica) describe y fotografía abundantes especies de foraminíferos bentónicos y planctónicos, pertenecientes al Paleógeno de la zona oriental de la depresión del Ebro.

Fuera del Estado Español, las publicaciones y monografías sobre foraminíferos bentónicos paleógenos, son muy numerosas. Vamos a comentar a continuación aquellas que, por la zona geográfica (Europa y Norte de África) objeto de estudio y/o su mayor interés, nos han servido de base, junto con las obras citadas anteriormente, para el desarrollo de nuestros trabajos.

En primer lugar, siguiendo un orden cronológico, tenemos el trabajo, sobre el Paleoceno sueco, de BROTZEN (1948). Se trata de una obra muy completa, con una parte bioestratigráfica, otra paleocológica y una tercera sistemática. Son de destacar los apartados sobre las características internas de diferentes géneros.

LE CALVEZ y FEUGUEUR (1956), trabajan sobre el Ypresense de Francia y Bélgica, comparando su microfauna.

HILLERBRANDT (1962), estudia el Paleoceno de Reichenhall y Salzburgo. Se describen y figuran numerosas especies, tanto planctónicas como bentónicas, se elabora una bioestratigrafía detallada y aparecen dos capítulos dedicados a biogeografía y ecología.

La obra de SAMUEL y SALAJ (1968), trata sobre el Paleógeno de los Cárpatos Eslovacos. Es un estudio, fundamentalmente de tipo bioestratigráfico, dedicado en su mayor parte a las especies de foraminíferos planctónicos pero que recoge algunas asociaciones de foraminíferos bentónicos interesantes.

LE CALVEZ (1970), publica una monografía sobre los foraminíferos bentónicos de la cuenca de París (excluidos macroforaminíferos). Es un trabajo muy completo en el que ofrecen numerosos datos sobre paleontología, ecología y sistemática de estos grupos de organismos.

MASSIEUX (1973) describe, al oeste de Narbona (Francia), diversas asociaciones de foraminíferos bentónicos pertenecientes al Thanetiense, "Sparnaciense" e Ypresiense, identificando diversos tipos de biofacies.

MURRAY y WRIGHT (1975) estudian los microforaminíferos paleógenos del Sur de Inglaterra, del Canal de la Mancha (sondeos) y de la Cuenca de París, mediante diversos procedimientos cuantitativos (ver apartado siguiente: Métodos de estudio) ya aplicados anteriormente por WRIGHT (1973).

BERGGREN y AUBERT (1975) trabajan sobre la fauna paleocena "tipo Midway" desde diferentes puntos de vista: Bioestratigráfico, paleogeográfico y paleoecológico, abarcando tanto la región Atlántica como la zona de Thetys.

Los mismos autores (AUBERT y BERGGREN, 1976) trabajan sobre faunas semejantes a las anteriores, en el Paleoceno tunecino, comparándolas con otras asociaciones, unas mas profundas y otras mas someras.

BERGGREN y AUBERT (1976a, 1976b), a partir de diversos sondeos localizados en la zona Norte del Atlántico (Costas de Canada), establecen las características de la subsidencia de esta área durante el Paleoceno, Eoceno y Oligoceno, a partir de las asociaciones de foraminíferos bentónicos.

Por último, cabe citar a MARGEREL et al., (1976). Estos autores elaboran un estudio micropaleontológico detallado de la Cuenca de Cambon (Bretaña, Francia) basándose en foraminíferos, ostrácodos y polen.

En el presente apartado hemos comentado brevemente aquellas obras que, por su carácter mas general, han servido de base al estudio de los foraminíferos bentónicos del Paleógeno alicantino. La relación no ha pretendido ser exhaustiva y a lo largo de los diferentes apartados del presente capítulo, irán apareciendo aquellas citas que, no obstante su interés, por tratarse de estudios de tipo mas puntual, no se han incluido en estos antecedentes.

#### V.2.- Métodos de estudio.

Se ha trabajado en todos los casos sobre cien gramos de sedimento que han sido tratados con hidróxido sódico y agua oxigenada y posteriormente tamizados. Las mallas de los tamices utilizados fueron de 0,5 mm., 0,2 mm. y 0,125 mm. de luz respectivamente.

Estos tamaños de malla son usuales dentro de los trabajos sobre foraminíferos y en ellos se recogen todas las formas adultas y la mayoría de las formas juveniles. Unicamente se pierden ejemplares muy poco desarrollados, que todavía no presentan de forma clara las características propias de la especie por lo que no suelen ser clasificables. Por otro lado, hay que indicar que los niveles del Eoceno de Alicante han sufrido una diagénesis importante, lo que da lugar a que los ejemplares mas pequeños aparezcan muy cristalizados, aumentando así las dificultades de su determinación.

A partir del residuo seco, previamente homogeneizado, se han separado, mediante trillado, los cien primeros ejemplares hallados al azar, número que se considera suficiente (MURRAY y WRIGHT, 1974) para obtener unas conclusiones fiables. No obstante, el uso de estos procedimientos aleatorios debe ser matizado pues pueden producir fenómenos de rarefacción que darán lugar a sesgos que hay que tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados obtenidos. Por ello parece conveniente contrastar la hipótesis de que, dentro de lo que cabe, se obtiene un reflejo fiel de lo que debió ser la comunidad original. Este problema, precisamente, fue abordado por MURRAY y WRIGHT (op.cit.), como paso previo en su estudio de las asociaciones de foraminíferos bentónicos eocenos del Sur de Inglaterra y de la Cuenca de Paris. Estos autores sometieron sus métodos de

trabajo a dos test diferentes para probar su grado de fiabilidad. En primer lugar se elaboraron repetidos censos a partir de material procedente de una misma muestra. En segundo lugar se trabajó sobre diversas muestras procedentes del mismo nivel estratigráfico tomadas a intervalos regulares. En ambos casos las especies más abundantes fueron las mismas y los valores de los coeficientes de similitud entre pares de inventarios no presentaron diferencias significativas. Tampoco presentaron diferencias apreciables los índices de diversidad ni los porcentajes de los subórdenes presentes. A la vista de estos resultados creemos que se pueden considerar válidas las conclusiones obtenidas mediante estos procedimientos, manteniendo, no obstante por todo lo dicho al principio, las debidas reservas.

Después de montados los ejemplares en celdillas, se ha procedido a su determinación, elaborándose los censos correspondientes. Es de destacar que el número de especies encontradas se acerca a las cuatrocientas, habiéndose trabajado sobre nueve mil individuos, aproximadamente. Previamente a la determinación de microfauna, en cada muestra, se ha llevado a cabo el correspondiente estudio tafonómico que nos permite asegurar que se está trabajando sobre paleobiocenosis.

Así mismo, sobre los levigados se ha determinado el porcentaje planctónicos/bentónicos señalándose, igualmente, la presencia de restos de diferentes grupos fósiles: Ostrácodos, briozoos, algas, etc., que aparecen representados en las columnas estratigráficas (ver capítulo III).

El porcentaje plancton/bentos es un parámetro que suministra orientaciones sobre paleobatimetrías, movimientos de las masas de agua oceánica en relación con la topografía de la cuenca, etc. Su interés ha sido puesto de relieve por numerosos autores entre los que cabe citar a PHLEGER (1960), MURRAY y WRIGHT (1947), BOLTVOSKOY y WRIGHT (1976) entre otros.

Una vez elaborados los censos, se ha calculado sobre ellos los siguientes parámetros: Índice de diversidad de Shannon, Índice  $\alpha$  de Fisher y porcentajes entre subórdenes de foraminíferos (TEXTULARIINA, MILIOLINA y ROTALIINA). A continuación y de forma sucinta expondremos cada uno de estos métodos.

La aplicación de la teoría de la información a los problemas paleontológicos ha sido discutida en profundidad por BEERBOWER y JORDAN (1969), quienes resaltan la importancia de los índices de diversidad como instrumentos útiles en los trabajos de paleontología.

En este capítulo se han utilizado dos índices de diversidad: el primero es el índice de Shannon-Weaver, calculado mediante la fórmula (MARGALEF, 1974):

$$H = - \sum_{i=1}^k P_i \log_2 P_i$$

donde K representa el número de especies y  $P_i$  la frecuencia relativa de cada especie. La utilidad de este índice ha sido recientemente destacada por DE RENZI y MARTINELL (1977), haciendo uso del mismo en un caso concreto.

El segundo índice utilizado ha sido el índice  $\alpha$  de Fisher (FISHER et al., 1943), que se obtiene mediante una gráfica elaborada por estos autores, a partir del número de individuos y del número de especies de una muestra dada. Este índice ha sido con frecuencia utilizado en trabajos sobre foraminíferos, tanto actuales como fósiles por MURRAY (1973), WRIGHT (1973) y MURRAY y WRIGHT (1974).

El tercer parámetro calculado ha sido la relación entre subórdenes de foraminíferos. Estas proporciones constituyen un dato de suma importancia para la mayoría de autores, a la hora de interpretar los resultados de los estudios de paleocomunidades de foraminíferos bentónicos (BROTZEN, 1948; PHLEGUER, 1960; LE CALVEZ, 1970; MURRAY y WRIGHT, 1974; BOLTOVSKOY y WRHIGHR, 1976 etc. etc.).

En este trabajo se han calculado los porcentajes de TEXTULARIINA, MILIOLINA y ROTALIINA y se han representado siguiendo el método de MURRAY (1973), mediante un diagrama triangular en el que se han delimitado las áreas que ocupan las muestras pertenecientes a las diferentes series y se comparan estos resultados con los obtenidos por MURRAY (op. cit.) y MURRAY y WRIGHT (1974).

Por último, creimos adecuado utilizar algún procedimiento

que nos permitiera agrupar las muestras y/o las especies y de esta manera condensar toda la información obtenida bajo una forma simple y fácil de manejar. El método elegido fué la elaboración de matrices de coeficientes de correlación tanto para columnas (inventarios) como para filas (especies). El primer tipo se denomina matrices Q y el segundo matrices R (DAGET, 1976). Ambos tipos de matrices se pueden interpretar, de forma relativamente sencilla, mediante la utilización de dendrogramas. Este procedimiento consiste en la agrupación de diferentes unidades a partir de sus coeficientes de correlación, mediante un algoritmo preestablecido, lo que da lugar a la formación de grupos que se relacionan entre sí a niveles de correlación sucesivamente inferiores. De esta manera se obtiene una representación esquemática de la información contenida en la matriz de correlación que se ha utilizado (DAGET, op. cit.).

Como es natural todos estos métodos precisan para su elaboración del uso de un ordenador. Sin embargo, la enorme cantidad de datos de que disponíamos sobrepasó la capacidad del ordenador que podíamos utilizar (Eclipse C/350, perteneciente al Centro del Cálculo de la Universidad de Valencia), por lo que fué necesario reducir las matrices de datos con las que había que operar. Para ello se siguieron dos caminos: En primer lugar sólo se tuvieron en cuenta aquellas especies que aparecían en una frecuencia igual o superior al 5% en los distintos inventarios y, en segundo lugar, se agruparon las muestras de cada serie estratigráfica formando cuatro grupos denominados A, B, C y D.

El criterio para la formación de estos grupos ha sido la presencia en mayor o menor proporción de macroforaminíferos contados en la fracción mayor de 0,5mm. del levigado obtenido a partir de los 100 gr. de sedimento que habíamos utilizado previamente. Consideramos, a estos efectos, como macroforaminíferos ejemplares pertenecientes a las familias Nummulitidae, Discocyclinidae y Alveolinidae.

Así, en el grupo A estarían aquellas muestras en las que no hubiera aparecido ningún individuo perteneciente a estas familias.

El grupo B comprendería las muestras que presentasen muy escasos individuos (1-10). En la unidad C ya serían abundantes (entre 11 y 110 ejemplares). Finalmente en la D estarían las muestras en las que los macroforaminíferos serían abundantísimos (> 100).

Hemos utilizado, como criterio para la formación de los grupos de muestras, la frecuencia de los macroforaminíferos debido a que según numerosos autores (NEMKOV, 1962; BBNDEAU, 1972; MURRAY, 1973; EVA, 1976; HAMAQUI, 1976; LEE *et. al.*, 1979, entre otros) son buenos indicadores de ambientes de plataforma interna, de aguas cálidas y limpias y de salinidad normal. En todo caso y sin tomar en consideración las indicaciones de estos autores, las diferencias de tamaño que presentan estos grupos frente al resto de los foraminíferos nos indican la existencia de unas condiciones de vida concretas y esto creemos que es, así mismo, motivo suficiente para considerar como hipótesis de trabajo que la mayor o menor proporción de estas formas, es un parámetro indicador del ambiente de deposición en distintas zonas de la plataforma. A lo largo del desarrollo de este capítulo veremos como, tanto las características generales de la microfaua, como las asociaciones a nivel específico que aparecen, confirman este criterio previo.

Por último, cabe indicar que, como es lógico, se han comparado niveles cronológicamente equivalentes. Así, los grupos de la serie de FAZ (Zona A. angulosa) se han comparado con los formados a partir de niveles isocronos de la serie de Agost (desde la muestra AG-40-1 a la muestra AG-53-3). Igual ha ocurrido con las series de Sax, Tangel y los términos equivalentes (de la muestra 18 a la 38) de la serie de Agost (Zona M. aragonensis). Los niveles, estratigráficamente superiores o inferiores a los anteriores no se han tomado en consideración en estas comparaciones, pues sólo aparecen en la serie de Agost. No obstante hemos calculado sus parámetros y aparecen incluidos junto con los correspondientes a los otros niveles de esta serie estratigráfica.

Con estas premisas se han estructurado las tablas de presencia-ausencia en que nos hemos basado para calcular los coeficientes

de correlación. Su elaboración se ha llevado a cabo como sigue: Sólo se han tenido en cuenta aquellas especies que, como hemos indicado al principio, presentasen una frecuencia igual o superior al cinco por cien en alguno de los inventarios; si cualquiera de estas especies aparece en una muestra perteneciente a un grupo determinado, vendrá representada en la tabla correspondiente por el valor 1; en caso contrario, por un cero.

Hay que indicar que al elaborar la correlación entre filas (es decir, entre especies) ha sido preciso eliminar aquellas especies que aparecían en todos los grupos, pues debido a las características del programa, éste no las tenía en cuenta y esto daba lugar a que no se estructuraran correctamente los dendrogramas; en cambio, si se han tenido en cuenta en el cálculo de las correlaciones entre columnas.

Por último se han comparado los grupos anteriores (A, B, C y D) en base a los parámetros obtenidos en cada una de las muestras: Índice de diversidad de Shannon-Weaver, Índice de diversidad  $\alpha$  de Fisher, Porcentaje planctónicos/bentónicos. Aunque la idea inicial era realizar esta comparación mediante un análisis canónico, esto no se pudo llevar a cabo debido a que el número de elementos (muestras) de que disponíamos en cada grupo, no era suficientemente numeroso. Por ello optamos por un análisis de la varianza con dos factores sin repetición, que se realizó agrupando las muestras pertenecientes a los grupos A y B en una unidad, e igual con las muestras pertenecientes a C y D con el fin de que todos los grupos estuviesen representados al menos con dos muestras, utilizando como valores las medias de los parámetros para cada grupo. Una vez elaborado este análisis y comprobada la existencia de diferencias significativas se planteó el problema de saber a que medias se debían estas diferencias, lo que se realizó mediante un test de comparación múltiple de medias (test de Student-Newman-Keuls).

Ambos procedimientos vienen perfectamente explicados en la obra de SOKAL y ROHLF (1979).

### V.3.- Resultados.

Las matrices de datos correspondientes a los inventarios, aparecen en las tablas 5, 6, 7 y 8.

Los resultados obtenidos del cálculo de los índices de diversidad ( $H, \alpha$ ) para cada muestra y los porcentajes de los tres subórdenes, aparecen representados siguiendo la sucesión estratigráfica de cada serie, en las figuras 14, 15, 16 y 17. En las mismas figuras se ha representado también la relación planctónicos/bentónicos así como la asignación de cada una de las muestras a los diferentes grupos establecidos en el anterior apartado (A, B, C y D).

En la figura 18 aparece la comparación del área ocupada por las muestras de las diferentes series, en el triángulo de subórdenes y su comparación con los resultados de MURRAY (1973).

Las matrices con los datos de presencia y ausencia utilizados para las correlaciones, aparecen en las tablas 9 y 10. Los análisis de la varianza y los test de comparación de medias están en las tablas 11, 12, 13 y 14, 15, 16, respectivamente.

Los coeficientes de correlación se encuentran en el apéndice final de la obra, al igual que los valores utilizados para la realización de los dendrogramas

Las figuras 19 y 20 representan los dendrogramas obtenidos a partir de la correlación entre columnas.

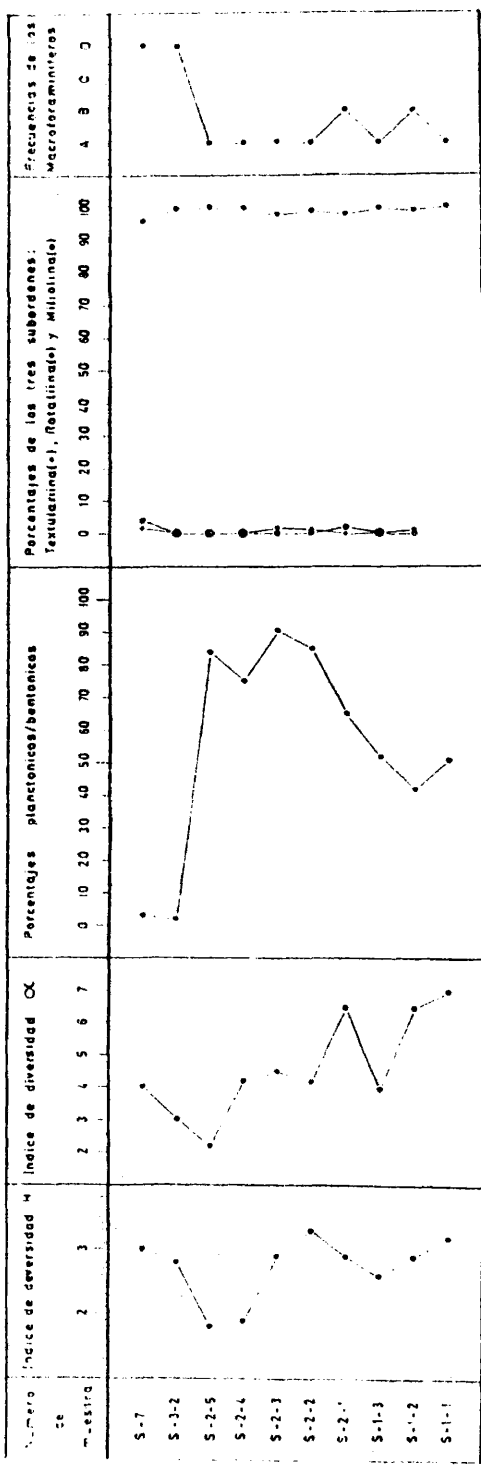
Finalmente los dendrogramas correspondientes a la correlación entre especies aparecen en las figuras 21 y 22.

### V.4.- Discusión y conclusiones.

En este apartado vamos a comentar e interpretar los resultados obtenidos mediante los métodos expuestos en el capítulo anterior.

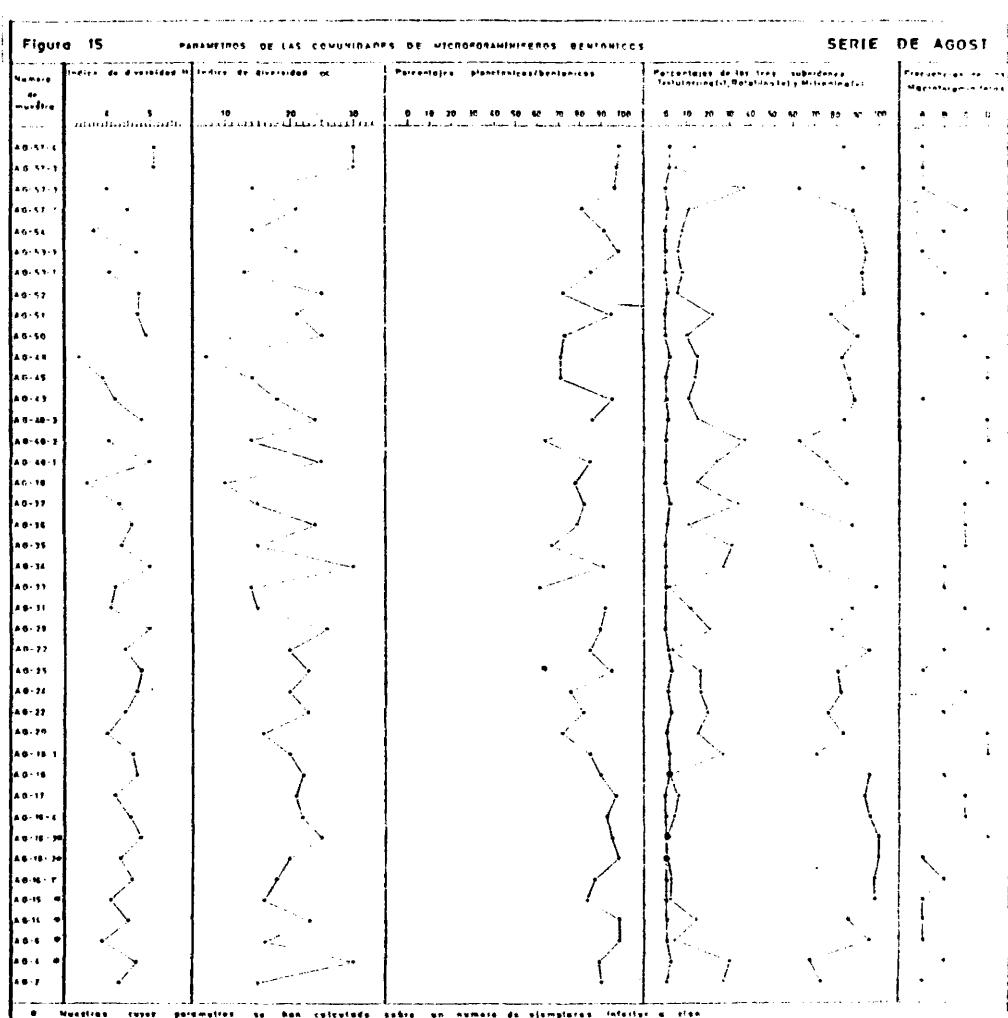
SERIE DE SAX

Figura 14 PARAMETROS DE LAS COMUNIDADES DE MICROFORAMINIFEROS BENTONICOS



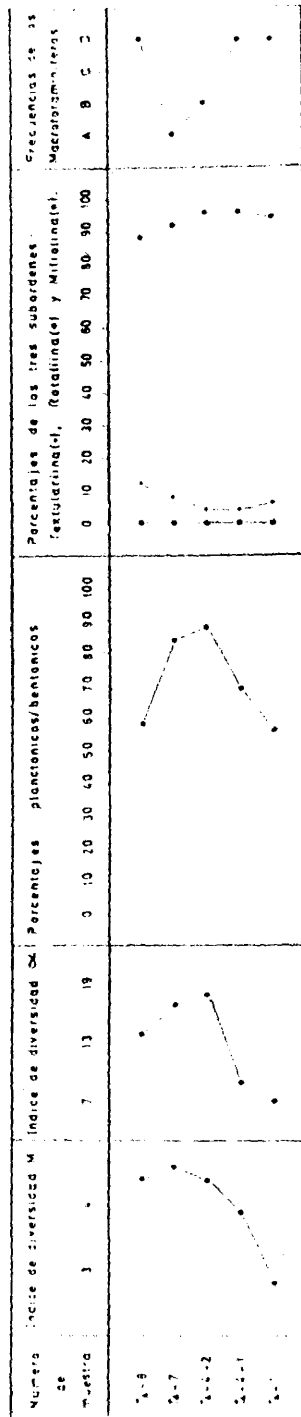
BIBLIOTECA

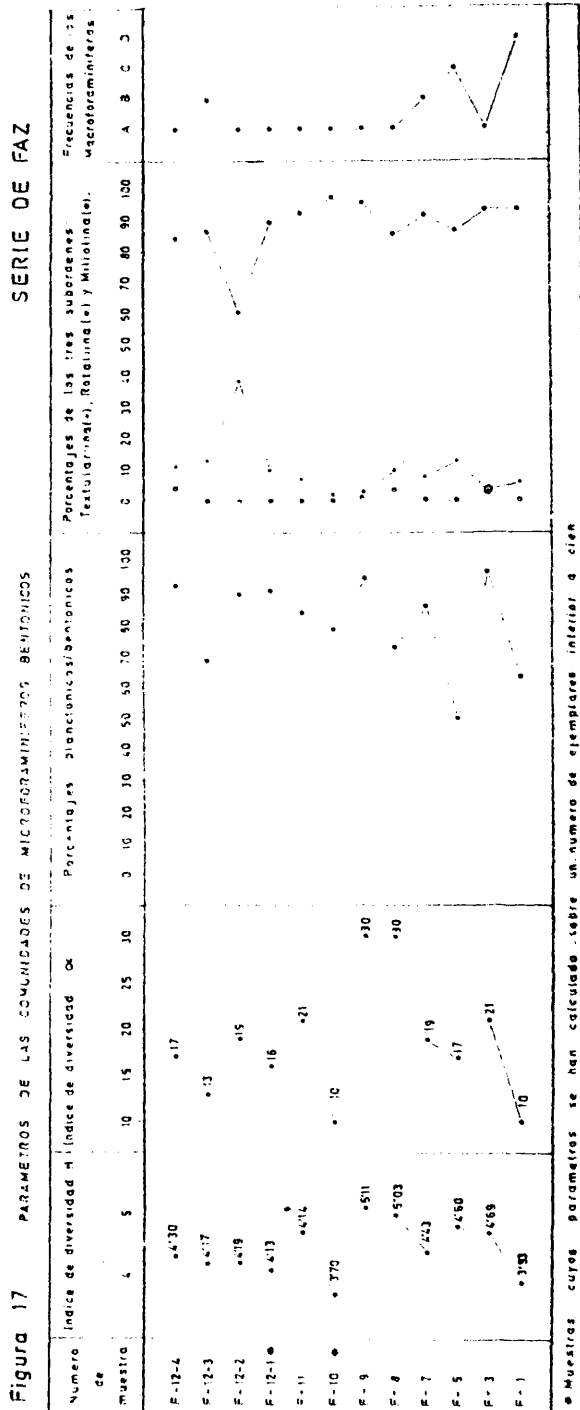
112



SERIE DE TANGEL

FIGURA 16 PARAMETROS DE LAS COMUNIDADES DE MICROFORAMINIFEROS BENTONICOS





En primer lugar (apartado 5-4a), estudiaremos las relaciones porcentuales entre los tres subórdenes de foraminíferos existentes en las muestras estudiadas. En la segunda parte (apartado 5-4b), se investigan las relaciones entre los diferentes grupos (A, B, C y D), mediante análisis de la varianza de los parámetros H,  $\alpha$  y P/B. Las partes tercera y cuarta (apartados 5-4c y 5-4d), las hemos dedicado a la interpretación de los dendrógramas obtenidos a partir de los coeficientes de correlación entre columnas (grupos) y entre filas (especies), respectivamente. Se han establecido diferentes asociaciones o grupos de especies, cuyas características se interpretan de acuerdo con los datos de geología regional y sedimentológicos de que disponemos (ver capítulo III y IV) así como de los resultados obtenidos en los estudios expuestos mas arriba y los suministrados por autores que han trabajado en ecología y paleontología de foraminíferos. En este punto hay que hacer constar que la extrapolación de las conclusiones obtenidas del estudio de las comunidades actuales de foraminíferos a las asociaciones fósiles la hemos basado en el hecho de que la morfología de estos organismos apenas ha variado desde el Paleógeno hasta el presente, lo que puede ser sinónimo de correspondencia con ambientes semejantes. Una discusión mas amplia de este problema ha sido llevada a cabo por DE RENZI (1981).

En la última parte (5-4e), se exponen las conclusiones obtenidas en el presente capítulo.

#### V.4a.- Los porcentajes de subórdenes de microforaminíferos bentónicos.

En la figura 18 aparecen representados los porcentajes de MILIOLINA, ROTALIINA y TEXTULARIINA, pertenecientes a las series estudiadas: Sax, Agost, Tangel y Faz. La representación se ha llevado a cabo mediante diagramas triangulares (MURRAY, 1973) en los que las áreas sombreadas representan la zona en la que se sitúan las muestras de la serie respectiva.

Son varios los aspectos que cabe resaltar sobre estos diagrama

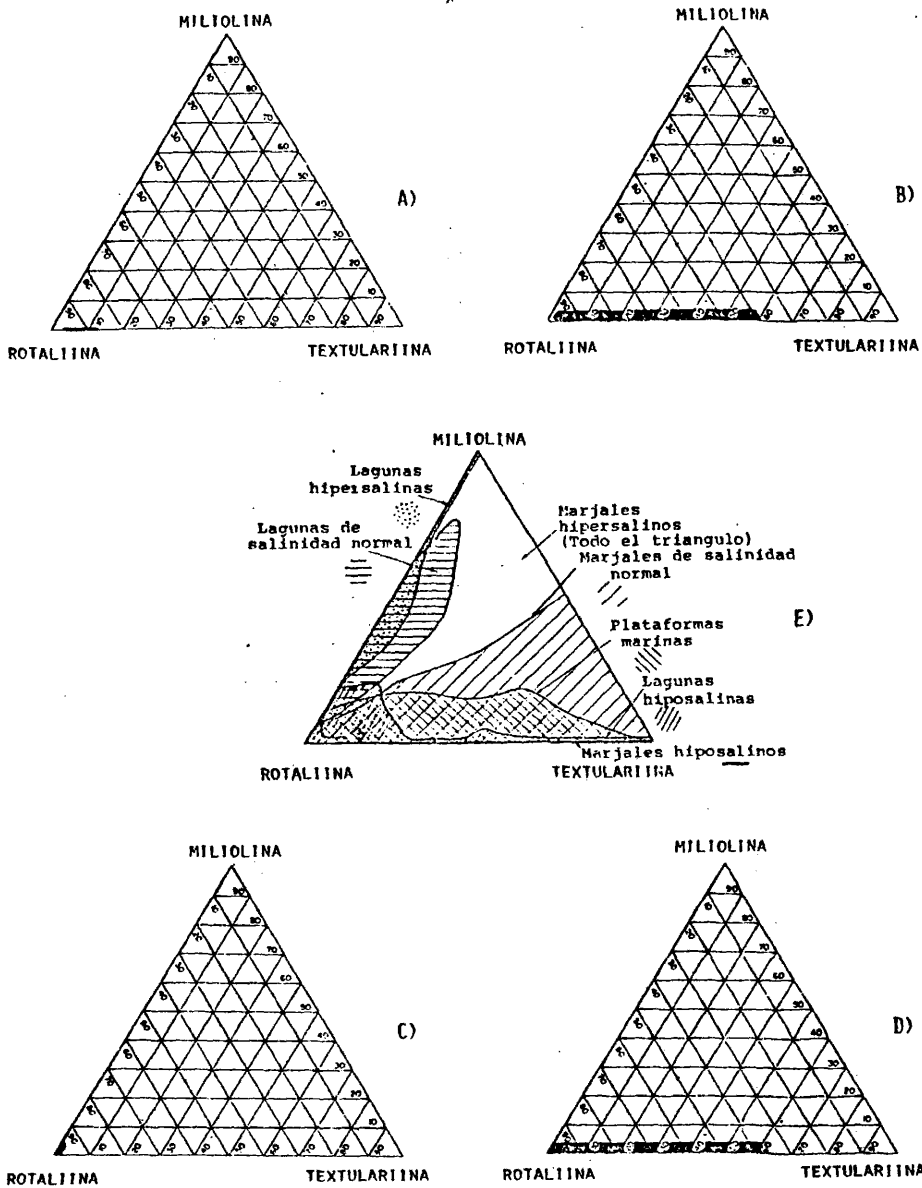


FIGURA 18 .- Representación de los porcentajes de subordenes de foraminíferos . A-D) Areas en las que se sitúan las muestras de las distintas series estudiadas: A) Tangel , B) Faz , C) Sax y D) Agost . E) Posición en el diagrama triangular de diferentes ambientes ( según MURRAY, 1974 ) .

gramas. En primer lugar, la escasa influencia en la composición faunística de formas aporcelanadas, las cuales no superan en ningún caso el 4%.

TEXTULARIINA, aparecen casi siempre en proporciones que no superan el 10-15%, aunque hay muestras de algunas series en las que excepcionalmente llegan hasta casi el 40%.

El suborden ROTALIINA, es con mucho, el mejor representado, apareciendo en la mayor parte de las muestras, en porcentajes superiores al 90%. Sólo en casos excepcionales llega a disminuir hasta valores próximos al 60%.

Si comparamos las áreas de situación de nuestras muestras con las que presenta MURRAY (op. cit.) para los diferentes ambientes, se puede observar (fig. 18) que corresponden en todos los casos, con el área propia de ambientes de plataforma.

Por otra parte, es ampliamente aceptado que una abundancia de MILIOLINA es propia de ambientes de plataforma muy someros o bien de zonas de salinidad elevada, situados en regiones templadas, tropicales o subtropicales (PHLEGER, 1960; MURRAY, 1973; BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976). Dado que en nuestro caso esto no se produce y que los arenáceos aparecen en proporciones bajas o moderadas mientras que los ROTALIINA forman el grueso de la microfauna de foraminíferos bentónicos, es por lo que creemos que las asociaciones halladas proceden de áreas que varían desde una plataforma interna distal hasta la plataforma externa y quizás en algún caso, borde de talud.

Son muy numerosos los autores que han elaborado zonaciones en función de la profundidad, basadas en las microfaunas de foraminíferos bentónicos. A continuación vamos a exponer aquellas que consideremos de mayor validez, indicando la posición que en ellas ocuparían las asociaciones halladas en el Eoceno alicantino.

Según la zonación de MURRAY (op. cit.) podemos observar que las características de la composición global de la microfauna de fo

raminíferos de nuestras muestras se corresponde, en líneas generales con las zonas 2 a 4 de este autor; intervalos de 25-80 m., 80-180 m. y 180-350 m. Siguiendo la zonación de PHLEGER (1960), que considera las zonas siguientes: zona turbulenta (0-20 m.), plataforma interna (20-60 m.), plataforma externa (60-100 m.) y zona superior de talud (100-1000 m.), nuestros niveles podrían haberse depositado en profundidades correspondiente a la segunda zona, tercera y posiblemente áreas superiores de la cuarta.

Por último BOLTOVSKOY y WRIGHT (1976), consideran como válida la siguiente división: zona sublitoral, considerada como tal desde el nivel de la bajamar y subdividida en : zona turbulenta (0-20 m.) El límite de esta última corresponde con el límite inferior de la plataforma continental. Por debajo aparece la zona batial que llega hasta los 3000m. de profundidad. Nuestras muestras, corresponderían dentro de esta zonación a los ambientes de plataforma (interna y externa) y, en algún caso excepcional, a zonas algo mas profundas, posiblemente, comienzo de la zona batial.

#### V.4b.- Análisis de la varianza de H, $\alpha$ y P/B.

Los valores hallados tanto para H y  $\alpha$  como para los porcentajes de planctónicos son propios de ambiente de plataforma. Para MARGALEF (1974) valores para el índice de Shannon-Weaver, entre 2'7 y 4'9 son propios de ambientes marinos estables.

Por su parte WRIGHT (1973), MURRAY (1973) y MURRAY y WRIGHT (1974) consideran que valores del índice  $\alpha$  de Fisher superiores a 5 son los usuales de comunidades de plataforma. Salvo en algunas muestras de la serie de Sax, las demás siempre presentan valores superiores.

Por lo que respecta a los porcentajes hallados de foraminíferos planctónicos, estos se sitúan generalmente entre el 60% y el 90%. Son también las muestras de Sax las que presentan en algunos

TABLA 11 .- Análisis de la varianza.  
Indice de diversidad H .

Datos.		Series					
		Tangel	Agost-1	Sax	Faz	Agost-2	
Grupos de muestras	AB	4'505	4'593	2'661	4'449	4'413	20'621
	CD	3'683	4'373	2'855	4'365	4'39	19'666
		8'188	8'966	5'515	8'814	8'803	40'287

Tabla de anova.

Fuente de variación	grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrado medio	F
Series	4	4'215	1'054	14'363 **
Grupos de muestras	1	0'091	0'091	1'243 ns
Error	4	0'293	0'073	
Total	9	4'6		

Por tanto son significativas las diferencias debidas al factor " series " ,dado que  $F_{0'05,4,4} = 6'39$  pero no lo son las correspondientes al factor " grupos de muestras" ,puesto que el valor de F obtenido es inferior al de las tablas:  $F_{0'05,1,4} = 7'71$

TABLA 12 .- Análisis de la varianza .  
Indice de diversidad  $\alpha$  de Fisher.

Datos .

		Series					
		Tangel	Agost-1	Sax	Faz	Agost-2	
Grupos de muestras	AB	17'5	22	5	19'6	18'25	82'35
	CD	10	17'89	3'5	13'5	19'14	64'03
		27'5	39'89	8'5	33'1	37'39	146'38

Tabla de anova.

Fuente de variación	grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrado medio	F
Series	4	313'97	78'493	13'563 **
Grupos de muestras	1	33'555	33'555	5'798 ns
Error	4	23'149	5'787	
Total	9	370'674		

Por tanto son significativas las diferencias debidas al factor " series " , dado que  $F_{0,05,4,4} = 6'39$  pero no lo son las correspondientes al factor " grupos de muestras " , puesto que el valor de F obtenido es inferior al de las tablas:  $F_{0,05,1,4} = 7'71$ .

TABLA 13 .- Análisis de la varianza .  
Porcentajes planctónicos/bentónicos . .

Datos .		Series .					
		Tangel	Agost-1	Sax	Faz	Agost-2	
Grupos de muestras	AB	85'875	83'948	67'884	85'701	93'365	416'773
	CD	60'6	79'914	2'595	56'25	74'614	273'973
		146'475	163'862	70'479	141'951	167'979	690'746

Tabla de anova .

Fuente de variación	grados de libertad	Sumas de cuadrados	Cuadrado medio	F
Series	4	3106'997	776'749	3'019 ns
Grupos de muestras	1	2039'184	2039'184	7'926 **
Error	4	1029'173	257'293	
Total	9	6175'354		

Por tanto son significativas las diferencias debidas al factor " grupos de muestras " , dado que  $F_{0.05,1,4}=7.71$  pero no lo son las correspondientes al factor "series" , puesto que el valor de F obtenido es inferior al de las tablas:  $F_{0.05,4,4}=6.39$

casos, valores inferiores.

Los porcentajes anteriormente indicados son característicos de zonas de plataforma externa y áreas profundas de la plataforma interna, excepto para la serie de Sax, que sería mas somera. Así PHLEGER (1960) indica valores para la zona comprendida entre 60 y 100 m. de 0,1 a 1,0 (10%-50%) y por encima de 100 m. entre 1 y 5 o mas (50-80% o superiores).

En general todos los índices comentados mas arriba presentan grandes variaciones de unas muestras a otras. Es precisamente el estudio y explicación de estas diferencias lo que hemos intentado abordar mediante unos análisis de la varianza de estos parámetros. Esto se ha llevado a cabo con grupos formados de la manera expuesta con anterioridad (apartado 5-2: Métodos de estudio). Las abreviaturas utilizadas en este análisis han sido las siguientes:

1° Biozona de M. aragonensis.

T C D: Grupo de muestras de C y D de Tangel.  
T A B: " " " " A y B " "  
A G 1 C D: Grupo de muestras C y D de Agust.  
A G 1 A B: " " " " A y B " "  
SED: Grupo de muestras C y D de Sax.  
SAB: " " " " A y B " "

2° Biozona de A. angulosa.

FED: Grupo de muestras C y D de Faz.  
FAB: " " " " A y B " "  
AG 2 CD: Grupo de muestras C y D de Agust.  
AG 2 AB: " " " " A y B " "

Los análisis de la varianza de los parámetros H y  $\alpha$  (tablas 11 y 12), nos han indicado la existencia de diferencias significativas entre columnas, es decir, entre series pero no entre filas (gru

pos AB y CD).

El test de comparación de medias (tablas 14 y 15), nos permite indicar que las diferencias se deben fundamentalmente, a los grupos de muestras procedentes de la serie de Sax. Esta serie es la situada mas al Oeste y ocuparía la posición mas cercana a la costa de todas las series estudiadas. Su litología es algo diferente a las demás columnas y está formada en su mayor parte por niveles arcillosos, con una proporción escasa de carbonato y abundancia en cambio de pirita. Presenta peculiaridades en su composición específica, como es la presencia de formas de ambientes francamente someros que, como veremos al final de este apartado, la diferencian de los otros perfiles. Todo ello queda reflejado en los índices de diversidad, ostensiblemente mas bajos que en el resto de las series estudiadas.

El análisis de la varianza del porcentaje Planctónicos/Bentónicos (fig. 13), nos ha suministrado resultados distintos: Han aparecido diferencias entre filas, es decir, entre grupos de muestras con abundancia de macroforaminíferos y aquellas en las que son muy escasos o no aparecen, pero no entre las columnas.

El test de comparación de medias (tabla 16), nos indica que las diferencias se deben al grupo de muestras con macroforaminíferos (CD) de Sax que diverge significativamente de todos los demás, así como al grupo AG2AB cuya media presenta diferencias significativas respecto del AB de la serie de Sax y de todos los grupos CD, con excepción de AG1CD.

La interpretación de estos resultados aparece algo mas compleja que en el caso anterior. De cualquier forma queda claro que los grupos CD, en general, presentan diferencias en la relación P/B, diferencias que resultan coherentes con la idea preestablecida de que estos grupos de muestras estarían constituidos por sedimentos mas someros debido a la abundancia de macroforaminíferos. Sin embargo, no aparece una relación muy estrecha entre grupos CD y porcentajes bajos de foraminíferos planctónicos, pues las pautas de distribución de estos últimos no están controladas únicamente por

124

TABLA 14 .- Comparacion multiple de medias ( Test de Student-Newman-Keuls ).  
 Índice de diversidad H.

Grupos de muestras	SAB	SCD	TCD	FCD	AG1CD	AG2CD	AG2AB	FAB	TAB	AG1AB
$\bar{X}_i$	2'661	2'855	3'683	4'365	4'373	4'39	4'413	4'449	4'505	4'593
$N_i$	8	2	3	2	9	7	4	10	2	6
SAB	2'661	8								
SCD	2'855	2	0'194ns							
TCD	3'683	3	1'022*	0'828ns						
FCD	4'365	2	1'704*	1'51*	0'682					
AG1CD	4'373	9	1'712*	1'518*	0'69	0'008				
AG2CD	4'39	7	1'729*	1'535*	0'702	0'025	0'017			
AG2AB	4'413	4	1'752*	1'558*	0'73	0'048	0'04	0'023		
FAB	4'449	10	1'788*	1'594*	0'766	0'084	0'076	0'059	0'036	
TAB	4'505	2	1'844*	1'65*	0'822	0'14	0'132	0'115	0'092	0'056
AG1AB	4'593	6	1'932*	1'738*	0'91ns	0'228	0'22	0'203	0'18	0'144

\* Diferencias significativas con p=0'05.

ns Diferencias no significativas con p=0'05 . Las diferencias no señaladas no se comprobaron dado que existen otras de rango mayor que no son significativas.

TABLA 15. - Comparación múltiple de medias ( Test de Student-Newman-Keuls )  
 Índice de diversidad  $\chi^2$  de Fisher.

Grupos de muestras	SCD	SAB	TCD	FCD	TAB	AG1CD	AG2AB	AG2CD	FAB	AG1AB
$\bar{X}_i$	3'5	5	10	13'5	17'5	17'5	18'25	19'14	19'6	22
$N_i$	2	8	3	2	2	9	4	7	10	6
SCD	3'5	2								
SAB	5	8	1'5							
TCD	10	3	6'5	5						
FCD	13'5	2	10	8'5	3'5					
TAB	17'5	2	14 ns	12'5	7'5	4				
AG1CD	17'9	9	14'39*	12'89*	7'89	4'39	0'39			
AG2AB	18'25	4	14'75*	13'25*	8'25	4'75	0'75	0'36		
AG2CD	19'14	7	15'64*	14'14*	9'14	5'64	1'64	1'25	0'89	
FAB	19'6	10	16'1 *	14'6 *	9'6	6'1	2'1	1'71	1'35	0'89
AG2AB	22	6	18'5 *	17 *	12 ns	8'5	4'5	4'11	3'75	2'4

\* Diferencias significativas con  $p=0'05$ .

ns Diferencias no significativas con  $p=0'05$ . La diferencias no señaladas no se comprobaron dado que existen otras de rango mayor que no son significativas.

TABLA 16 .- Comparación múltiple de medias (Test de Student-Newman-Keuls) .  
 Porcentajes de planctónicos/bentónicos .

Grupos de muestras	SCD	FCD	TCD	SAB	AG2CD	AG1CD	AG1AB	FAB	TAB	AG2AB
$\bar{X}_i$	2'6	56'25	60'6	67'88	74'61	79'91	83'95	85'7	85'86	93'37
$N_i$	2	2	3	8	7	9	6	10	2	4
SCD	2'6									
FCD	56'25	2								
TCD	60'6	3	3							
SAB	67'88	8	7	8						
AG2CD	74'61	7	7	6	7					
AG1CD	79'91	9	9	8	7	9				
AG1AB	83'95	6	6	5	4	3	4	03		
FAB	85'7	10	10	9	8	7	6	5	4	3
TAB	85'86	2	2	1	1	1	1	1	1	1
AG2AB	93'37	4	4	3	2	2	2	2	2	2

\* Diferencias significativas con  $p=0'05$  .

ns Diferencias no significativas con  $p=0'05$  . Las diferencias no señaladas no se comprobaron dado que existen otras de rango mayor que no son significativas.

la profundidad, sino que intervienen otros muchos factores (corrientes, etc.) por lo que eran de esperar las anomalías observadas.

V.4c.- Estudio de los dendrógramas obtenidos a partir de la correlación entre grupos (columnas).

Comenzaremos con el dendrograma correspondiente a los grupos establecidos en la biozona de M. aragonensis (fig. 19). El primer aspecto a destacar es la presencia individualizada de los grupos de la serie de Sax, que forman un conjunto aparte tengan o no macroforaminíferos. Por otro lado tenemos el resto de grupos de Agost y Tangel, que a su vez forman dos unidades, por una parte las muestras de Agost con macroforaminíferos y por otra todas las de Tangel y el grupo de Agost (AG1A) sin macroforaminíferos. Aunque la interpretación de estos resultados parece algo compleja, se puede indicar no obstante que existe una mayor influencia en la composición específica en función de la pertenencia a una serie determinada que en función de la adscripción a un grupo concreto (A, B, C ó D). Este "efecto localidad" podría tener su explicación en el hecho, indicado en el capítulo de geología regional, de que la cuenca se hallaba estructurada en una serie de umbrales y surcos, lo que producirán un cierto aislamiento en la fauna bentónica de cada área, por lo que aumentarían las semejanzas entre inventarios pertenecientes a la misma serie estratigráfica.

Por el contrario, en el dendrograma correspondiente a la zona inmediata superior, (Zona M. caucásica) parece observarse (fig. 20) una mayor homogeneidad entre los grupos con macroforaminíferos (FC, FD, AG2C y AG2D), lo que podría indicar una menor influencia del "efecto localidad" al menos en los ambientes más someros. Los grupos sin macroforaminíferos o muy escasos (FA, FB, AG2A, AG2B), aparecen claramente desligados de los anteriores, pero tampoco presentan entre sí semejanza apreciable. Esto podría ser debido a la existencia de dos asociaciones faunísticas distintas de plataforma externa. En la interpretación de los dendrogramas en función de las especies (filas) esto último aparece bien delimitado como a continuación veremos.

FIGURA 19 .- Dendrograma de las correlaciones por columnas (Grupos de muestras) . Zona de M.aragonensis (Series de Sax,Agost y Tangel).

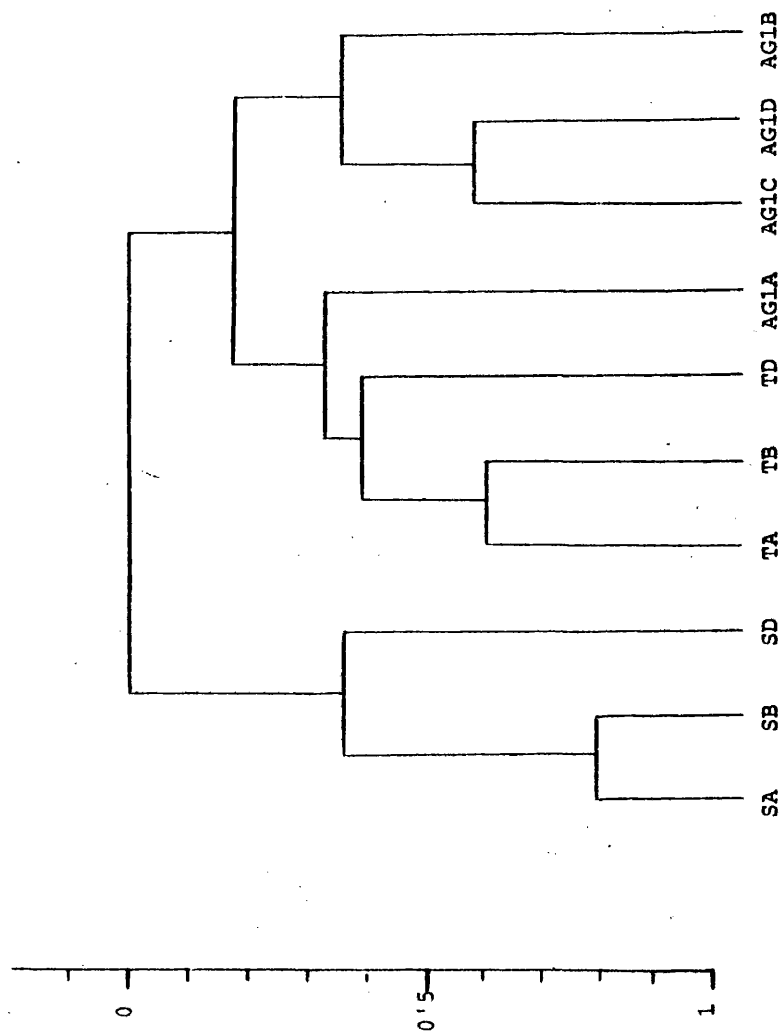
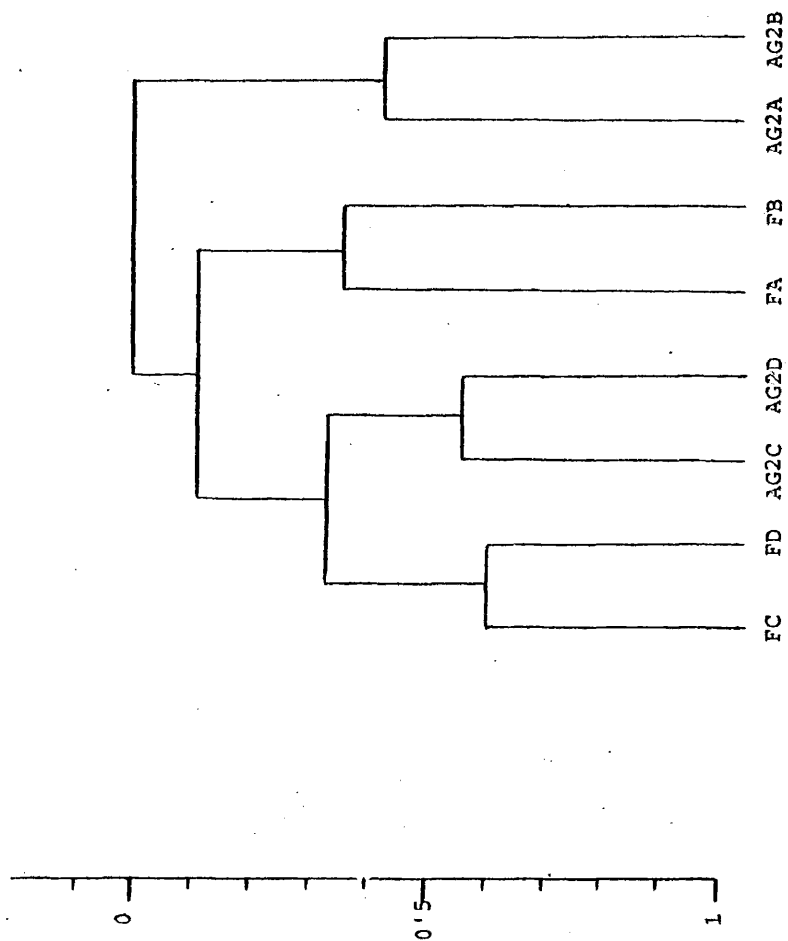


FIGURA 20 .- Dendrograma de las correlaciones por columnas (Grupos de muestras) . Zona de A.angulosa ( Series de Agosto y Faz ) .



V.4d.- Interpretación de los dendrogramas obtenidos a partir de las correlaciones entre especies (filas).

El dendrograma obtenido a partir de las correlaciones entre filas (especies) de los niveles correspondientes a la zona de M. aragonensis, aparece representados en la figura 21. En el hemos diferenciado seis asociaciones, que son las siguientes:

- |          |               |                                     |
|----------|---------------|-------------------------------------|
| A- I.-   | Asociación de | <u>Chilostomella eocenica</u> .     |
| A- II.-  | " "           | <u>Pararrotalia alicantina</u> .    |
| A- III.- | " "           | <u>Cibicides pseudoungerianus</u> . |
| A- IV.-  | " "           | <u>Pararrotalia bicarinata</u> .    |
| A- V.-   | " "           | <u>Bolivina alata</u> .             |
| A- VI.-  | " "           | <u>Cibicides lobatulus</u> .        |

Las especies utilizadas para denominar cada asociación son aquellas que presentan mayor interés ecológico y/o aparecen en una frecuencia mas grande.

En las páginas sucesivas vamos a comentar el significado paleoambiental que podrian tener cada una de estas agrupaciones.

A-I.- Agrupación de Ch. eocenica.

Esta agrupación está constituida únicamente por cuatro especies: Chilostomella eocenica CUSH., Cibicides haindingeri D'ORB., Bulimina midwayensis CUSH. & PARK. y B. truncana GUEMBEL.

Las especies actuales de Chilostomella aparecen a partir de profundidades superiores a los 70-80 m., siendo abundantes en la plataforma externa y en el talud (PHILEGER, 1960; MURRAY, 1973; BOLTOSKOY y WRIGHT, 1976).

AUBERT y BERGGREN (1976), citan Chilostomella eocenica y Bulimina midwayensis en el Paleoceno de Túnez en relación con los sedimentos de plataforma externa o borde de talud.



Nosotros encontramos las especies de esta asociación, sobre todo, en los niveles sin macroforaminíferos de las series de Tangel y Agost (tabla 9) (que son las más profundas y más alejadas del borde de la costa de entre las que hemos estudiado). Así pues parece coherente suponer que nos encontramos en presencia de una asociación característica de plataforma externa.

A-II.- Asociación de Pararotalia alicantina.

Esta agrupación está formada, además de por la especie que le da nombre, por especies de diversos géneros de ROTALIINA: Cibicides, Anomalinoidea, Siphonodosaria y Bulimina entre otros y por Tritaxia y Vulvulina entre los TEXTULARIINA.

Esta asociación la interpretamos como correspondiente a la parte más distal de la plataforma interna. Para ello nos basamos en varios hechos: En primer lugar, la presencia de Pararotalia, cuyas especies vivieron en ambientes cálidos y poco profundos (LE CALVEZ, 1970; COLOM, 1971). MASSIEUX (1973), encuentra Pararotalia alicantina en el Eoceno de las Corbieres septentrionales en niveles margosos con moluscos y Nummulitidos. Faunas semejantes, aunque no idénticas aparecen en la Cuenca de París (MURRAY y WRIGHT, 1974).

En segundo lugar la presencia de numerosas especies de Cibicides parece indicar que estamos en una zona poco profunda y con mucha actividad orgánica (LE CALVEZ, op. cit.).

Por su parte MATEU (1970) en su trabajo sobre los foraminíferos de las Costas Catalanas y Baleares indica que la mayor abundancia de Cibicides se sitúa entre los 0 y los 100 m. de profundidad, existiendo pocas especies que sobrepasen este límite.

Clásicamente se ha interpretado el elevado número de especies de Cibicides como indicio de una abundante flora submarina, ya que son muchas las especies de este género que viven en la actualidad fijadas a los talos de las algas; sin embargo, en nuestro caso esta suposición parece contradecirse con la presencia de diversas espe-

cies de foraminíferos aglutinados ya que según LE CALVEZ (1970) la abundancia de estos grupos viene limitada por el desarrollo de la flora submarina, ya que ésta impiden su libre desplazamiento por el fondo. Sin embargo, recientemente DOBSON y HAYNES (1973) han demostrado que la presencia de formas adheridas de foraminíferos (Discorbis, Cibicides, etc....) no implica necesariamente la presencia de flora submarina, sino que también pueden aparecer, en número significativo, en zonas con abundante epifauna, lo que podría suceder en nuestro caso.

Por lo que respecta a las diversas especies de este género, cabe indicar únicamente que C. tallahatensis se encuentra en sedimentos someros de la Cuenca de Paris (LE CALVEZ, 1970). Por otra parte, Cibicides perlucidus aparece en relación con niveles arcillosos del Eoceno del Sur de Tarragona (FERRER, 1971), C. perlucidus aspensis y C. tuxpamensis aspensis aparecen en el Ypresiense de Aspe (COLOM, 1954) en niveles equivalentes a los que estamos estudiando. Por otra parte la presencia de numerosas especies de Bulimina parece corroborar lo anteriormente dicho. En este sentido, CHEIRICI et. al., (1962) en su trabajo sobre el mar Adriático establecen diversas zonas batimétricas y citan la presencia de numerosos buliminidos en la zona II correspondiente al intervalo entre los 42 y los 100 m.

Finalmente indicar que Siphonodosaria consobrina aparece en el Eoceno de Argentina en niveles interpretados por BERTELS (1976) como pertenecientes a la plataforma interna.

En resumen, podemos indicar que estaríamos en presencia de una asociación perteneciente a la parte distal de la plataforma interna de un mar cálido, o en la zona de tránsito a la plataforma externa. Existen también, indicios para suponer la existencia de una abundante epifauna, por la presencia de numerosas especies de foraminíferos que viven fijados a ella (Cibicides).

#### A-III.- Asociación de Cibicides pseudoungerianus.

Esta asociación está constituida por Asterigerina campanella

y tres especies de Cibícidas: C. praecursorius, C. reinholdi y C. pseudoungerianus. Se trata de especies que aparecen tanto en los grupos de muestras con macroforaminíferos como sin ellos, especialmente de la serie de Sax. Se trataría por tanto de una asociación constituida por especies comunes a la zona de plataforma externa y al área de transición (Asociaciones A-I y A-II).

C. pseudoungerianus es una especie actual que presenta una amplia dispersión batimétrica. CHEIRICI et. al., (1962) indican que reemplaza a C. lobatulus en las zonas II (42-100 m.) y III (100-210 m.) que estos autores establecieron para el mar Adriático. DOBSON y AHY-NES (1973) indican que es una especie bien representada entre los foraminíferos bentónicos que viven fijos a la epifauna del mar de Irlanda. Por último, PUJOS (1972) resalta que la mayor abundancia de esta especie se sitúa entre los 130-180 m., en el Golfo de Gascuña (Francia).

Varias de las otras especies que aparecen en la asociación son citadas en relación con niveles de plataforma. Así Asterigerina campanella aparece en los afloramientos eocenos de Sta. Coloma de Queralt (COLOM, 1971) y en la zona sur de Tarragona (FERRER, 1971). Igualmente ocurre con C. reinholdi que aparece en la Cuenca de París (LE CALVEZ, 1970) en niveles relativamente someros.

#### A-IV.- Asociación de Pararotalia bicarinata.

Esta asociación está constituida por varias especies de Cibícidas, Pararotalia, Bulimina, Eponides, etc....), así como diversos arenáceos: Textularia minuta, Clavulina parisiensis y Spiroplectammina caribeanna. Se trata de especies que aparecen generalmente en los grupos C y D, es decir, en los que tienen mayor cantidad de Nummulítidos, sobre todo de las series de Agost y Sax.

Pensamos que al igual que la asociación A-II se trata de un grupo de especies representativas de la plataforma interna. El razonamiento y la discusión de esta interpretación han sido ya expuestos en el comentario de la asociación de Pararotalia alicantina por

lo que no creemos necesario reiterarlos. Únicamente haremos ciertas indicaciones sobre algunas especies y/o géneros que no aparecían en la asociación antes citada.

En la actualidad son mayoría las especies de Textularia que caracterizan ambientes de plataforma, sobre todo de plataforma interna (PHLEGER, 1966; MATEU, 1970; PUJOS, 1972; MURRAY, 1973; BOLTOSKOY y WRIGHT, 1976). La especie T. minuta encontrada por nosotros en el Eoceno alicantino, aparece también en sedimentos someros de los Corbieres septentrionales (MASIEUX, 1973) y de la Cuenca de París (LE CALVEZ, 1970).

Otro de los arenáceos, Clavulina parisiensis aparece en niveles poco profundos de la cuenca eocena de Campbon, Francia (MARGEREL, et. al., 1976).

Stomatorbina torrei es citada por Ferrer (1971) en la zona del Ebro. Fué descrita por vez primera en sedimentos de poca profundidad del Eoceno de Cuba.

La especie que da nombre a la asociación, Pararotalia bicarinata, fué descrita por COLOM (1954) en niveles semejantes a los encontrados por nosotros en la zona de Aspe (Alicante).

Eponides poligonus es otra especie propia de los ambientes someros de la Cuenca de París (LE CALVEZ, op. cit.). En general, el género Eponides es considerado como característico de plataforma (MURRAY, 1973).

Finalmente indicar que Allomophina trigona ha sido citada por BERGGREN y AUBERT (1976) tanto en sedimentos de plataforma como de zonas más profundas obtenidos a partir de sondeos realizados en el Noreste de la costa estadounidense.

Así pues, todas estas consideraciones vienen a corroborar la idea expresada anteriormente de que estamos en presencia de una asociación característica de plataforma interna, sin embargo, la presen

cia de algunas formas propias de ambientes muy someros nos obliga a hacer algunas precisiones. En efecto es en esta asociación donde aparecen Gyroidinella magna y Cuvillierina vallesiensis. La primera es típica de facies recifales o pararecifales de la Cuenca de Paris (LE CALVEZ, 1970), de Aquitania y en general de toda la Mesogea (NEUMANN, 1968). La segunda especie, Cuvillierina vallesiensis, ha sido citada en el Ypresiense de Aquitania en relación con sedimentos litorales por DEBOURLE (1955) y en la zona de Damasco, en Siria, por EJES y NOUET (1966), quienes la consideran propia de mares cálidos, poco profundos y de facies subrecifales, zonas de dorsales o de altos fondos. Finalmente, FERRER (1971) cita esta especie en el Eoceno del valle del Ebro en sedimentos propios de ambientes someros.

Por ello creemos que esta asociación, podría caracterizar una zona de la plataforma interna mas somera que la representada por la asociación de Pararotalia alicantina (A-II).

#### A.V.- Asociación de Bolivina alata.

Esta asociación está constituida únicamente por cinco especies: Bolivina alata, B. arta, Bulimina pupoides, B. ovata y Nonion communae. Todas ellas aparecen en los grupos sin macroforaminíferos de la serie de Sax y únicamente las Buliminas y el Nonion aparecen en los grupos de Agost y Tangel.

Estos géneros, Bolivina, Bulimina y Nonion, están representados en la actualidad por especies, en su mayor parte, de plataforma. Así LE CALVEZ (1963), encuentra Bulimina ovata y B. pupoides entre 60 y 200 m. en la plataforma continental de Costa de Marfil; MATHIEU (1971), cita diversas especies de Bolivina y Bulimina entre 30 y 120 en la costa marroquí. BARBIERI y MEDOLI (1964), atribuyen a Bolivina una profundidad baja o media y relacionan las especies de este género con ambientes de bajo contenido de oxígeno.

Esta última característica ha sido recogida por numerosos autores y nuestro caso concuerda con los datos sedimentológicos, de la serie de Sax, en cuyos niveles, especialmente aquellos que carecen de macroforaminíferos, es donde aparecen en abundancia las especies de Bolivina. En efecto, en estos tramos son frecuentes las formas pirritizadas, apareciendo también abundante pirita en el sedimento.

Por otra parte, algunos ejemplares presentan indicios de corrosión, que creemos es de origen químico pues no hay indicaciones de transporte. Esta corrosión podría deberse a la presencia en el medio de abundante sulfuro de hidrógeno, lo que daría lugar a un pH ácido.

En numerosos los autores que han resaltado la importancia de las Blivinas como indicadores de ambientes pobres en oxígeno: PHLEGER y SOUTAR (1973), encuentran especies de Bulimina y Bolivina y diversos nonionidos en áreas del Pacífico con bajo contenido en oxígeno. Por otra parte, PUJOS-LAMY (1973) ha trabajado sobre formas de blivinidos de Cap-Breton llegando a la conclusión de que son buenos indicadores de medios en baja proporción de oxígeno y abundancia de  $\text{SH}_2$  disuelto. STREETER (1972) llega a conclusiones semejantes en su estudio del golfo de California. Finalmente INGLE et. al., (1970) observan la presencia de diversas especies de Bolivina en áreas de bajo contenido de  $\text{O}_2$  en las costas de Perú y Chile.

En resumen se puede afirmar, por lo dicho mas arriba, que la asociación de Bolivina alata está formada por especies que caracterizan fundamentalmente ambientes de plataforma interna pobres en oxígeno, con abundancia de  $\text{SH}_2$ . Esta interpretación corrobora las ideas expresadas por autores que han trabajado en la región (ver Marco geológico regional cap. II) en el sentido de suponer la existencia de una cuenca dividida por umbrales y surcos en la que seguramente habrían zonas que quedarán esporádicamente aisladas, lo que quizás impedia la circulación del agua en las zonas mas profundas, pero no en las masas de agua mas superficiales, dado que en todas estas muestras son muy abundantes las formas planctónicas.

#### A-VI.- Asociación de Cibicides lobatulus.

Está formada por especies comunes a todos los grupos, excepto a los de la serie de Tangel que son los niveles que representan ambientes mas profundos.

Cibicides lobatulus es una forma actual, muy característica

de todos los ambientes de plataforma: CHIERICI et. al, (1962) señalan esta especie como abundante en la zona I (23-42 m.) dentro de la zonación batimétrica que estos autores desarrollan en el Adriático. DUPEBLE (1962), la cita desde la zona intertidal (pradera de zoosteras) hasta la que este autor denomina como facies de arenas zoogenas (20-70 m.) de la zona de Roscoff (Francia). BEIGBEDER y MOULINIER (1966) encuentra esta especie en áreas de la plataforma interna y en sustratos muy variados (gravas, arenas, fango, etc.). A idéntica conclusión llegan PHLEGER (1960) y PUJOS (1972). MATHIEU (1971) la señala como muy abundante hasta los 80 m., mientras que DOBSON y HAYNES (1973) la citan, al igual que otras especies de Cibicides, en relación con la presencia de epifauna. Finalmente COLOM (1971) en su trabajo sobre el Eoceno de Santa Coloma de Queralt, cita especies del grupo de Cibicides lobatulus en sedimentos a los que este autor atribuye una profundidad de depósito entre 10 y 40 m.

La otra especie de Cibicides, C. alleni es también una forma de plataforma interna (BERGGREN y AUBERT, 1975; BERTELS, 1976).

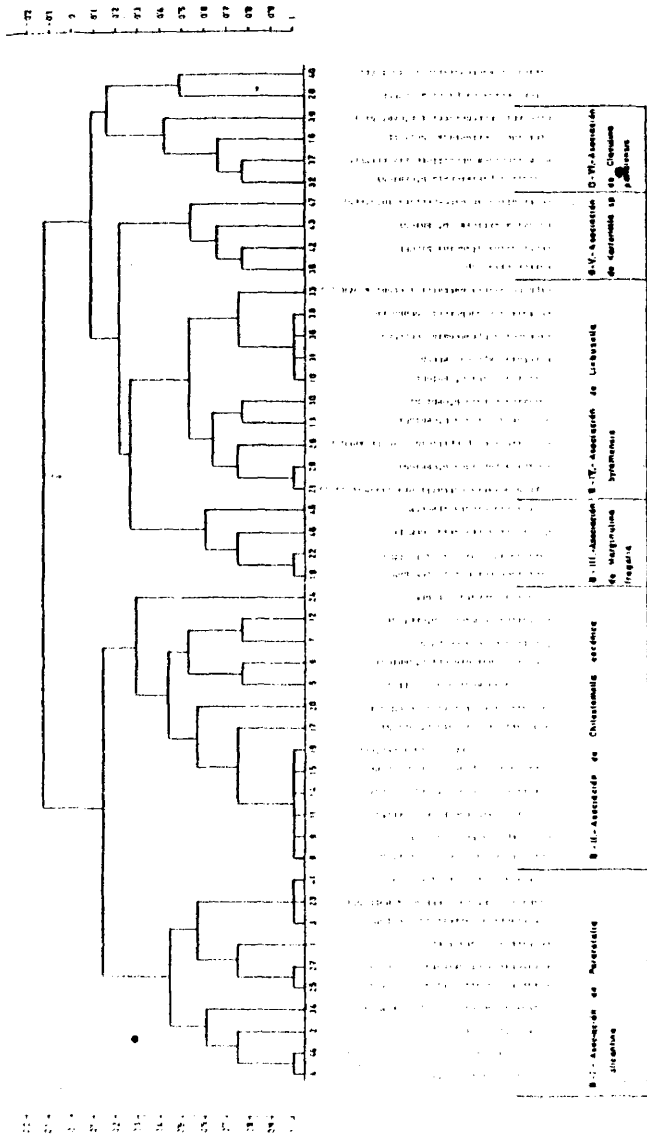
Bulimina pyrula es citada por LE CALVEZ (1963) en áreas de plataforma (hasta 200 m. de profundidad) de Costa de Marfil.

Por su parte, Asterigerina parrelloides aparece en niveles someros del Eoceno de las Corbieres con Nummulítidos y moluscos (MAS-SIEUX, 1973). Las especies actuales de Asterigerina presentan algas en simbiosis por lo que son propias de plataforma interna (PUJOS, 1972; MURRAY, 1973; BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976; SEN GUPTA y KILBOURNE 1976).

Por último indicar que Pararotalia minuta aparece en niveles similares del Eoceno inferior de Aspe (COLOM, 1954). Pararotalia es también un buen indicador de ambientes de plataforma (LE CALVEZ, 1973).

Por lo que respecta a la zona de A. angulosa, en ella hemos diferenciado también seis asociaciones en el dendrograma obtenido (Fig. 22) de las correlaciones entre especies. Algunas de ellas, co

Figura 22  
 ZONIFICACIONES POR FILAS (Especies)  
 ZONA DE A. ANGULOSA  
 (Series de Agost y Faz)



mo veremos, son semejantes a las estudiadas en los niveles inferiores, mientras que otras parecen distintas. Estas seis agrupaciones son las siguientes:

- |    |       |               |                                  |
|----|-------|---------------|----------------------------------|
| B- | I.-   | Asociación de | <u>Pararotalia alicantina.</u>   |
| B- | II.-  | "             | " <u>Chilostomella eocénica.</u> |
| B- | III.- | "             | " <u>Marginulina fragaria.</u>   |
| B- | IV.-  | "             | " <u>Liebusella byramensis.</u>  |
| B- | V.-   | "             | " <u>Karrerella sp.</u>          |
| B- | VI.-  | "             | " <u>Clavulina parisiensis.</u>  |

Las especies que componen cada una de estas asociaciones aparecen en la fig. 22 . En este punto hay que indicar que las especies Asterigerina campanella (n° 28) y Cibicides subtenuisimus (n° 40) no se han incluido en los grupos anteriores dado que su coeficiente de correlación es inferior al del nivel de significación ( $r_6$ , 0,05= 0,71). Se trata de formas cosmopolitas que aparecen en casi todos los grupos, sin seguir una pauta determinada.

B- I.- Asociación de Pararotalia alicantina.

La asociación B-I, presenta especies de Pararotalia, Tritaxia Uvigerina, Asterigerina, entre otros géneros. LE CALVEZ (1970) atribuye a las especies del género Pararotalia, tal como indicábamos en páginas anteriores un ambiente de mar cálido, poco profundo y de salinidad normal. La misma autora (op.cit.) supone para Asterigerina un hábitat semejante, dado que las especies de este género debieron poseer, al igual que las actuales, algas simbióticas en su protoplasma, por lo que necesitaban vivir en zonas de iluminación suficiente. Por su parte, BOLTOVSKOY y WRIGHT (1976) consideran igualmente, el género Asterigerina como característico de plataforma interna.

Volviendo a Pararotalia, FERRER (1970) la considera como de ambiente somero, en su trabajo sobre los sedimentos paleógenos de la Depresión del Ebro. Otros autores piensan que ocupó un hábitat similar al de las Rotalias actuales, género con el que está estrechamen-

te relacionado.

MARGEREL, et. al., (1976) interpretan asociaciones semejantes del Eoceno de la Cuenca de Campbon como pertenecientes al ambiente mediolitoral.

MASSIEUX (1973), por su parte, encuentra faunas semejantes en las Còrbieres, en facies someras, acompañadas de Nummulitidos y moluscos.

Esta asociación es semejante a la asociación A-II de los niveles inferiores, (Zonas M. aragonensis), por lo que hemos usado también la especie Pararotalia alicantina para denominarla aunque no presenta exactamente la misma composición específica.

Es de destacar, en esta asociación, la ausencia de formas que viven fijas en la vegetación, tales como miliolidos y discorbidos, entre otros y la presencia por otra parte, de diversas especies de arenáceos, concretamente de Tritaxia, nos hace pensar que se trataba de una zona algo más profunda que las áreas donde se desarrollan las praderas de Posidonias, u otros vegetales, en los mares actuales.

LE CALVEZ (op.cit.), indica que en estas praderas no se desarrollan las especies de arenáceos, debido a que no se pueden desplazar por el fondo a causa de los rizomas de la vegetación.

Las especies de esta asociación se encuentran en las series de Faz y Agost casi siempre en muestras que contienen macroforaminíferos y raramente en sedimentos sin ellos y cuando esto ocurre, en proporción escasa.

#### B-II.- Asociación de Chilostomella eocénica.

La asociación de Chilostomella eocénica, es semejante en significado a la del mismo nombre de los niveles inferiores, aunque en este caso aparece representada por un número de especies más elevado.

Las especies mas abundantes pertenecen a los géneros Chilostomella, Allomorpha, Nodosaria y Oxangularia, entre otros. Se trata de una fauna propia de zonas profundas, de la plataforma externa (BOLTOVSKOY y MRIGHT, 1976). Un comentario sobre los motivos de esta asociación y especialmente sobre Chilostomella eocénica está recogida en la discusión de la agrupación del mismo nombre de los niveles inferiores. Por ello aquí no volveremos sobre el tema sino que nos limitamos a hacer algunas precisiones sobre ciertas especies de esta asociación.

Dentalina communis (D'ORB) vive actualmente en Costa de Marfil (LE CALVEZ, 1963) en profundidades comprendidas entre 20 y 200 m.

También aparece en abundancia un arenáceo: Plectina eocena que FERRER (1970) relaciona con sedimentos arcillosos.

Al igual que en la asociación A-I, de los niveles inferiores, el atribuir a la presente agrupación un ambiente de plataforma externa parece coherente con los datos geológicos regionales y la sedimentología (ver capítulos II y III), dado que la mayoría de las especies que componen esta asociación sólo aparece en los grupos sin macroforaminíferos pertenecientes a la serie de Faz, la cual presenta la sedimentación mas alejada de la costa y mas profunda.

Otro aspecto a destacar es la presencia de formas que viven fijadas a un sustrato, tales como Cibicides, Discorbidae, entre otras. Estos grupos, tal como indicábamos anteriormente, en el comentario de la asociación A-II no son indicios exclusivos de ambientes poco profundos, pues aunque estas faunas son numerosas en zonas con vegetación, también se desarrollan en áreas mas profundas si existe una abundante epifauna (DOBSON y HAYNES, 1973).

#### B- III.- Asociación de Marginulina fragaria.

La asociación B-III está constituida por un número de especies reducido: Marginulina fragaria, Textularia minuta y dos especies de

Cibicides. COLOM (1954, 1971) encuentra asociada M. fragaria con faunas de nummulítidos y discociclínidos tanto en el Eoceno alicantino como catalán, mientras que C. alleni lo considera propio de plataforma externa. MASSIEUX (1973) también encuentra M. fragaria junto a T. minuta en las margas azules de las facies septentrionales de las Corbieres, junto a abundante fauna tanto de foraminíferos planctónicos como bentónicos. Esta autora atribuye a estos depósitos una profundidad de 200 m.. T. minuta, ha sido señalada junto a faunas de macroforaminíferos por LE CALVEZ (1970).

Si observamos la distribución de las especies de este grupo en las tablas de presencia-ausencia (tabla 10) que hemos utilizado para calcular las correlaciones, veremos que se encuentran tanto en grupos con macroforaminíferos como en grupos sin ellos. Por tanto se trataría de un conjunto de especies comunes a las zonas de plataforma externa y a las áreas de la plataforma interna.

#### B- IV.- Asociación de Liebusella byramensis.

Por lo que respecta a la asociación B-IV, está formada por diversas especies de Siphonodosaria, Bulimina, Nodosaria, Anomalioides y Dentalina entre los ROTALIINA y Dorothia y Liebusella entre los arenáceos.

Dorothia oxycona, es citada en el Paleógeno de Marruecos en sedimentos interpretados como de borde de talud (BERGGREN y AUBERT, 1975). El género Liebusella es considerado en la actualidad (BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976) como propio de plataforma externa (80-200 m.) La presencia de especies de Siphonodosaria, Nodosaria y Dentalina pueden corroborar esta última idea.

Faunas semejantes se describen en el Eoceno de Navarra y Cataluña, en sedimentos considerados como procedentes de ambientes de plataforma profunda (COLOM, 1945; RUIZ DE GAONA y COLOM, 1950).

Las especies de esta asociación aparecen en nuestras series

en los grupos A, tanto de Agost como de Faz y en los grupos B y, en algunos casos incluso C de ambas localidades. Por ello pensamos que se trata de una asociación propia de plataforma externa y de áreas algo más someras, de transición a la plataforma interna. La diferencia con la asociación anterior (B-III) radica precisamente en el hecho de que las especies de esta última aparecen tanto en los grupos con muchos macroforaminíferos como en los grupos sin ellos, mientras que la B-IV, sólo se encuentra representada, en general, en los grupos sin macroforaminíferos o con muy escasos ejemplares.

B- V.- Asociación de Karreriella sp.

La asociación B-V, está constituida por Karreriella sp, dos especies de Lenticulina y Bulimina affinis. Especies actuales de Karreriella parecen ser propias de zonas de plataforma profunda (BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976). En el Eoceno de las Corbieres aparecen especies del mismo género en sedimentos interpretados de igual forma por MASSIEUX (1973).

Las especies de esta asociación aparecen únicamente en muestras de Agost, tanto con macroforaminíferos como sin ellos. Se podría avanzar la hipótesis de que se trata de un conjunto de especies que viven en un ambiente de transición de plataforma interna a externa, en zonas con macroforaminíferos y en otras sin ellos. Sin embargo creemos que serán necesarios nuevos estudios para clasificar estos puntos, pues en el estado actual de nuestros conocimientos sobre las asociaciones de los foraminíferos eocenos alicantinos no tenemos criterios para avanzar más allá.

B- VI.- Asociación de Clavulina parisiensis.

La asociación B-VI, está formada por las especies: Clavulina parisiensis, Anomalinoidea abouillotensis, Cibicides perlucidus y Discorbis berthelotti. Esta última especie es citada actualmente por LE CALVEZ (1963) entre los 40 y los 200 m. en la Costa de Marfil.

y en profundidades de hasta 100 m., en las costas de Mallorca y Cataluña (MATEU 1970). Así mismo, el género Discorbis se considera, en la actualidad, propio de ambientes de plataforma interna (MURRAY 1973); BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976).

Las especies de esta asociación aparecen sobre todo en aquellos grupos de muestras de la serie de Agost en los que los macroforaminíferos son escasos o están ausentes, a excepción de dos de ellas que aparecen en todos los grupos. Algunas especies aparecen también en los grupos A de la serie de Faz. En conjunto se trata de formas que viven, al igual que la asociación anterior (B-V.), en áreas someras de la plataforma externa y en zonas profundas de la plataforma interna, junto a macroforaminíferos. No obstante parece tratarse de un conjunto de especies que vivieron en áreas algo más profundas que la asociación B-V, pues esta última está relacionada, sobre todo con los grupos de muestras que presentan macroforaminíferos en gran abundancia (grupos C y D de Agost).

#### V.4e.- Conclusiones.

Las conclusiones del presente capítulo se pueden resumir de la manera siguiente:

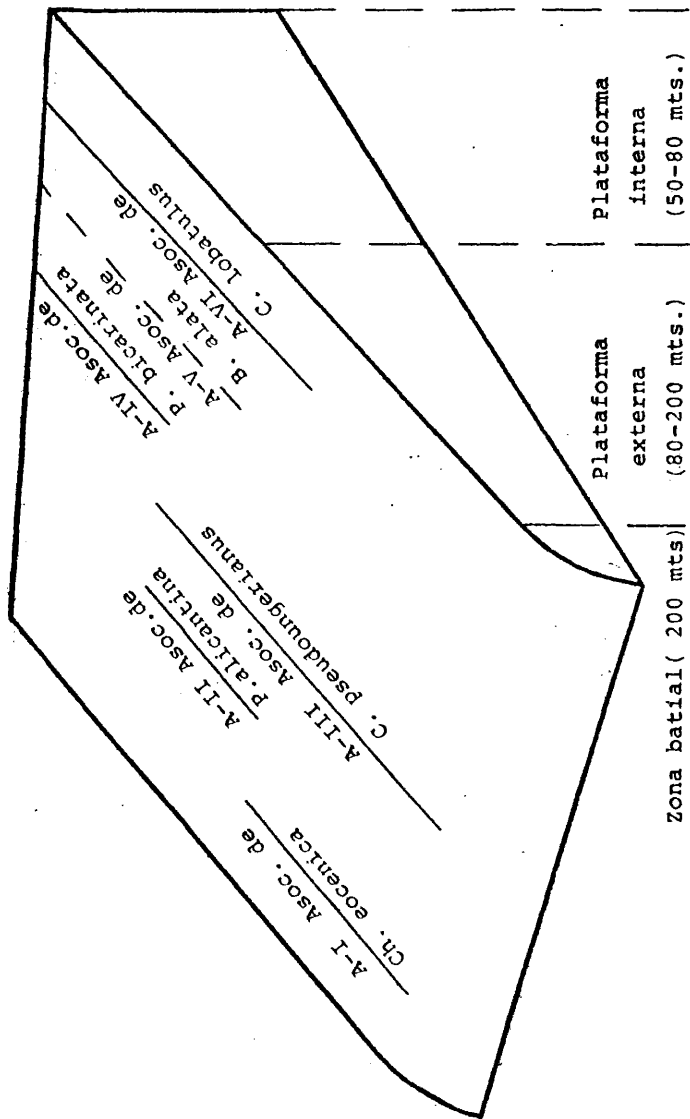
En primer lugar los porcentajes hallados entre los tres subórdenes de foraminíferos: TEXTULARIINA, MILIOLINA y ROTALIINA, indican que las muestras pertenecen a ambientes de plataforma, que varían desde áreas profundas de la plataforma interna hasta las zonas más someras de borde de talud.

En segundo lugar los valores de  $H/\alpha$  y P/B nos indican igualmente, que nos encontramos en áreas de plataforma. Los análisis de la varianza y el test de comparación de medias entre perfiles, producidas por las muestras procedentes de la serie de Sax. Por el contrario, para los porcentajes planctónicos/bentónicos las diferencias aparecen entre los grupos de muestras C,D y los grupos A,B, lo que vendría relacionado con las características ambientales propias

de cada grupo de muestras.

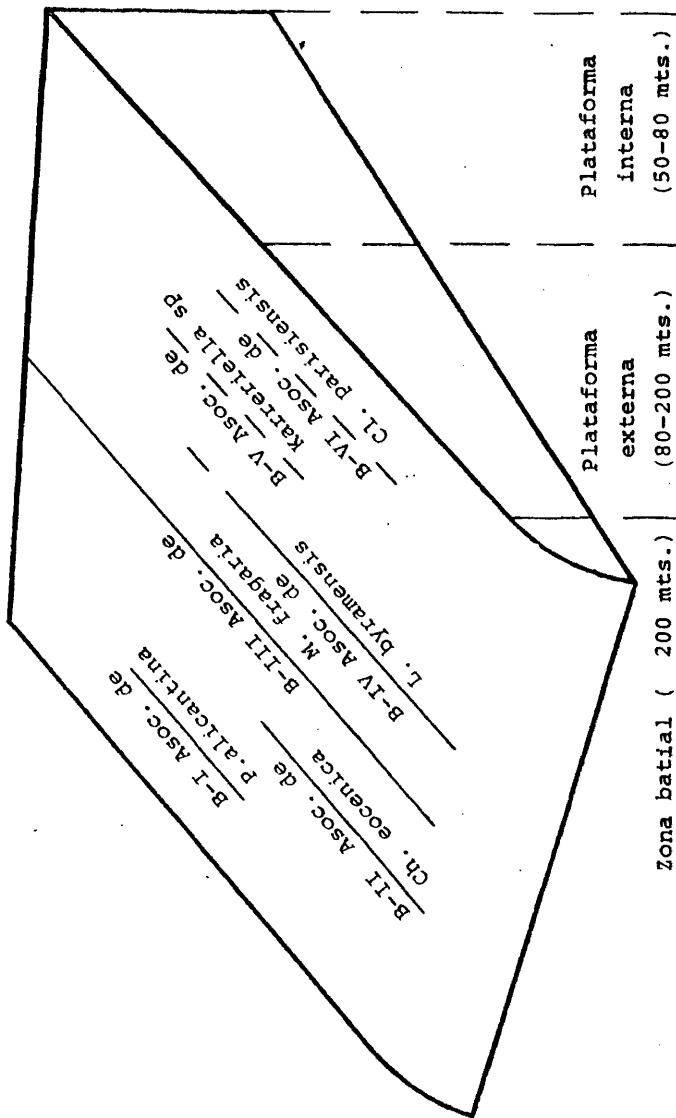
Por lo que respecta al estudio de las correlaciones entre grupos, los dendrogramas obtenidos indican que para la zona inferior (M. aragonensis), se observa un mayor parecido entre grupos en función de la pertenencia a una serie determinada que en función de las características de cada grupo. Este fenómeno lo hemos denominado "efecto de localidad" y se explica por la geometría de la cuenca sedimentaria constituida por umbrales y surcos. En la biozona superior (M. caucásica) este efecto parece influir menos; existe mas homogeneidad en las faunas, especialmente en los grupos C y D, es decir, aquellos formados por muestras pertenecientes a ambientes mas someros. Por el contrario los grupos A y B de las dos series (Faz y Agost) no presentan parecido ni entre sí, ni con los anteriores grupos, lo que se podría atribuir a la existencia de áreas diferenciadas dentro de la plataforma externa.

Por último, la interpretación de los dendrogramas obtenidos a partir de las correlaciones entre especies, ha permitido la identificación de seis asociaciones tanto en el dendrograma realizado en la biozona inferior como en el obtenido a partir de los niveles de M. caucásica. Dentro de estas asociaciones, hay algunas que agrupan especies propias de zonas determinadas de la plataforma ó con características especiales (zonas de bajo contenido en  $O_2$ ), mientras que otros "clusters", debido a la estructuración de los inventarios en grupos, están formados por especies comunes a las asociaciones antes citadas. En las figuras 23 y 24 aparecen esquematizadas nuestras ideas acerca de las relaciones entre asociaciones de especies obtenidas a partir de los dos dendrogramas.



Según BOLTOSKOY y WRIGHT ( 1976 ) .

FIGURA 23 .- Esquema de la posible distribución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos procedentes de la zona de M. aragonensis .



Según BOLTOVSKOY y WRIGHT ( 1976 ) .

FIGURA 24 .- Esquema de la posible distribución de las asociaciones de foraminíferos bentónicos procedentes de la zona de A. angulosa .

VI. MACROFORAMINIFEROS(GENERO ASSILINA)

## VI.- MACROFORAMINIFEROS (GENERO ASSILINA).

### VI.1.- Introducción.

La parte final del presente trabajo ha consistido en el estudio de varias especies del género Assilina, en orden, sobre todo a aclarar el valor sistemático de estas. Ello se ha llevado a cabo desde un punto de vista poblacional, habiéndose utilizado, preferentemente, métodos biométricos. Aunque las formas de Nummulites y otros macroforaminíferos del Eoceno alicantino son muy abundantes y variadas, hemos elegido este género como objeto de nuestro estudio debido a que, por una parte, ha sido relegado a segundo plano en la mayoría de trabajos sobre nummulítidos, siendo estudiado, en muchas ocasiones, de forma marginal; y en segundo lugar debido a que presenta un número de especies relativamente reducido. En este sentido hay que señalar que un trabajo semejante sobre Nummulites hubiera exigido una revisión previa, según criterios clásicos, de las especies de este género, lo que dada la amplitud de la tarea, desbordaría el marco del presente trabajo.

Una vez explicados los motivos de la utilización del género Assilina como objeto de nuestro estudio vamos a exponer brevemente los puntos básicos sobre los que hemos planteado este trabajo.

Uno de los problemas fundamentales de la Paleontología desde sus orígenes ha sido la identificación o asignación de los restos orgánicos o fósiles a una especie determinada. Durante muchos años este problema se ha resuelto siguiendo criterios tipológicos, es decir, los fósiles se atribuirían a una especie concreta en función de su identificación con un tipo ideal y todas las variaciones sobre este tipo representarían especies diferentes. Estas concepciones han dado lugar a una proliferación de especies nuevas, que en el caso de los nummulítidos han sido especialmente abundantes, muchas de ellas sin fundamento real, lo que llegó a producir un bloqueo en la utilización de estos grupos en bioestratigrafía, dado el enorme número de especies existentes en el que se perdían, incluso los paleontólogos especializados.

Sin embargo, hoy en día el concepto de especie en Paleontolo-

gía ha variado básicamente y se apoya sobre todo en las ideas que nos han suministrado determinados campos de la Biología, en especial la Genética y la Ecología.

Dado que el concepto de especie biológica -"grupos de poblaciones interfecundas y aisladas reproductivamente de otros grupos"- no se puede utilizar directamente como criterio definitorio de la especie paleontológica (en algunos casos ni siquiera para especies actuales, aunque, sin embargo, podemos hallar evidencias indirectas de ello), existe hoy día una tendencia entre ciertos paleontólogos a considerar las especies paleontológicas como grupos que poseen una morfología bien establecida y diferenciada, basándose no solo en criterios cualitativos, sino también cuantitativos, permitiendo estos últimos asegurar mediante pruebas estadísticas las discontinuidades morfológicas observadas.

Sin embargo este procedimiento no resuelve el problema dado que las especies son politépicas y puede darse el caso de que dos poblaciones, situadas en áreas geográficas diferentes y que presenten morfologías distintas difieran también estadísticamente, de forma significativa, sin que por ello se pueda concluir que son especies distintas (DE RENZI, 1981). Este sería el caso clásico, que describe MAYR (1969) de las poblaciones de Cerion del Este de Cuba, que situadas en áreas diferentes y con una morfología claramente diferenciada, sin embargo en las zonas de solapamiento de las áreas de distribución, las poblaciones se hibridan y dan formas de tipo intermedio, que sería la evidencia indirecta de interhibridación.

Así pues, en estas circunstancias la cuestión es ver que sentido taxonómico pueden tener las diferencias morfológicas que observamos. Este es el problema que abordan RENZI y MARTINELL (1979), utilizando como ejemplo poblaciones fósiles, obtenidas de la misma muestra, de dos especies del gasterópodo Nassarius que existen actualmente y han sido confirmadas como especies distintas.

El planteamiento básico de estos autores, consiste en ver si existe algún criterio biológico, subyacente bajo las diferencias es

tadísticas, que pueda ser utilizado como instrumento de diferencia  
ción taxonómica, de forma que estos criterios se puedan aplicar  
aún en el caso de que no existan representantes actuales de las es  
pecies estudiadas, lo que ocurre precisamente con las formas de  
Assilina.

Ha sido precisamente a la luz de las ideas expresadas mas a  
riba, como hemos abordado los principales problemas que presenta-  
ba el estudio de las diferentes especies de estos macroforaminife-  
ros.

Estos problemas se pueden resumir en dos cuestiones básicas:  
Por una parte el estudio de la relaciones entre la morfología exter  
na y las variables internas (proloculo, alturas y espesor de las dis  
tintas vueltas), y por otra, el condicionamiento menor o mayor de es  
tos caracteres por el medio ambiente. Dado que las partes esqueléti  
cas de un organismo vienen controladas tanto por factores genéticos  
como ambientales, puede ser sumamente interesante a la hora de dis  
ttinguir especies, precisar que caracteres son mas moldeables por el  
medio y cuales están mas codificados genéticamente.

El procedimiento empleado ha sido el análisis canónico de  
una serie de poblaciones, previamente asignadas a diferentes espe-  
cies, mediante criterios sistemáticos clásicos (SCHAUB, 1951). Esta  
técnica será explicada con cierta amplitud en el apartado de metodo  
logía (VI-3) del presente capítulo.

Previamente al apartado de métodos, se ha introducido otro  
(VI-2) de antecedentes, en el que se exponen las principales etapas  
que ha seguido el estudio de los nummulítidos en general y de las  
asilinas en particular, con una relación sucinta de las obras clási  
cas mas importantes consultadas para este trabajo.

En el apartado VI-4 se incluyen los resultados obtenidos, cu  
ya discusión, junto con las conclusiones a las que se ha llegado o-  
cupan el apartado VI-5.

Por último en el apartado VI-6 se incluye un estudio sistemático de las diversas especies identificadas y que se han considerado como válidas después del estudio biométrico.

#### VI.2.- Antecedentes.

Los nummulítidos, entre los cuales incluimos las asilinas, es uno de los grupos de organismos fósiles que antes llamó la atención de los estudiosos de la naturaleza, lo que no obsta para que su identificación como seres vivos y mas aún su situación sistemática concreta no estuviesen todavía claros hacia mediados del siglo XIX.

El gran desarrollo que estos macroforaminíferos tuvieron durante el Paleógeno en las áreas que hoy día bordea el mar Mediterráneo, ha dado lugar a que sean abundantísimos en determinadas regiones lo que no pasó desapercibido para los habitantes de estas zonas. Así el geógrafo griego Estrabon indica la presencia de piedras semejantes a lentejas al hablar de las pirámides de Egipto.

Habrán de pasar cientos de años, hasta el Renacimiento, antes de que encontremos nuevamente observaciones sobre nummulítidos. Así, GESNER (1565), fide ARCHIAC y HAIME (1853), describe algunos nummulites de la Cuenca de Paris y los sitúa entre los ammonoideos. Durante los siglos XVI, XVII y XVIII, son numerosas las citas sobre nummulítidos y aunque las interpretaciones acerca de su naturaleza son variadas, siguen arraigadas las ideas de GESNER y se les continua considerando como moluscos. Esta es la concepción de LAMARCK (fide ARCHIAC y HAIME, 1853) quien a principios del siglo XIX (1804) define el género Nummulites pero lo incluye entre los cefalópodos. Posteriormente, ORBIGNY (1825) (fide ARCHIAC y HAIME (op.cit)), diferencia los nummulites de las asilinas incluyendo a ambos en el orden de los Foraminíferos, perteneciente, a su vez, a la clase de los Cefalópodos.

Diez años después, DUJARDIN (1835) (fide ARCHIAC y HAIME 1853), demuestra que los foraminíferos no son cefalópodos, sino que

se trata de rizopodos, idea que sería aceptada finalmente por D'ORBIGNY en 1850 (fide ARCHIAC y HAIME, 1853).

A partir de este momento y hasta el primer tercio del siglo XX los estudios sobre nummulítidos adquieren un gran desarrollo, debido sobre todo a la importancia estratigráfica que se les atribuye, observada ya a principios del siglo XIX por numerosos geólogos. Esta es la época de los grandes trabajos monográficos, de los que citaremos únicamente los mas importantes en relación con nuestro tema. Así tenemos las obras de ARCHIAC (1850), ARCHIAC y HAIME (1853), HARPE (1877, 1881-1883), BOUSSAC (1911), DOUVILLE (1902 a, b, 1905, 1917), CIZANCOURT (1931, 1948), FLANDRIN (1938) y ROSLOZSNIK (1929).

Sin embargo, la excesiva proliferación de especies, resultado de una aplicación exhaustiva de las concepciones linneanas ha dado lugar a que su utilización para trabajos geológicos resultase su mamente difícil y en ocasiones condujera a graves errores bioestratigráficos. Por ello, durante los años treinta y cuarenta del presente siglo se produce un cierto desinterés en el estudio de este grupo de fósiles.

A partir de mediados de siglo comienzan nuevamente los trabajos sobre estos organismos, especialmente por SCHAUB (1951, 1955), pero hade ser a comienzos de los años sesenta cuando cobre de nuevo verdadero auge el estudio de los nummulítidos, bajo nuevos puntos de vista, en particular dando gran importancia al estudio de los po blaciones y de las influencias que sobre estas ejercen los factores ambientales. Este es precisamente el punto de vista sobre el que he mos basado el presente trabajo, tal y como se ha expresado en el apartado precedente.

Entre los trabajos significativos que cabe citar en este último periodo tenemos las publicaciones de: SCHAUB (1961 a, 1961 b, 1962), NEMKOV (1958, 1960, 1962, 1967, 1968), NEMKOV y BARKHATOVA (1961), BARKHATOVA y NEMKOV (1965), BLONDEAU (1968, 1971, 1972), PAVLOVEC (1961, 1963, 1969, 1975, 1976 a, b) y ARNI (1963, 1965, 1976), entre otros.

Por último cabe citar, dado que el objetivo del presente trabajo es el estudio de las formas de Assilina, la reciente publicación de RAHAGI y SCHAUB (1976) sobre los nummulites y asilinas de Iran.

Por lo que respecta a España, los trabajos sobre nummulítidos y en especial asilinas son relativamente escasos. La primera obra en el País Valenciano y probablemente en España, en la que los nummulítidos son identificados como organismos fósiles, la debemos a CAVANILLES (1797), quien describe y figura diversos fósiles procedentes de Ibi y Jijona, entre ellos erizos, probablemente del género Conoclypus, denominados "echinites" y piedras "nummularias" cuya descripción encaja perfectamente con formas que hoy día incluimos en el género Assilina.

Durante el siglo XIX existen, también, algunas citas aisladas, incluidas generalmente en trabajos geológicos regionales. Entre ellos podemos citar la obra de NICKLES (1891).

Ha de ser ya bien entrado el siglo XX cuando GOMEZ LLUECA (1929) publica el primer trabajo monográfico sobre los macroforaminíferos españoles. Este autor estudió de forma exhaustiva faunas procedentes de todo el Estado Español, aunque abundan las encontradas en yacimientos de Alicante. Posteriormente aparece la publicación de BIEDA (1933) que trabajó sobre material suministrado por GOMEZ LLUECA y también con ejemplares pertenecientes a la colección de HARPE.

Tienen así mismo importancia los trabajos de RUIZ DE GAONA (1946, 1948) sobre el Paleógeno vasco en el que se citan diversas especies de asilinas, la publicación de ALMELA (1949) sobre el Eoceno inferior de la provincia de Huesca, en la que se describe una especie nueva: A.arenensis y el trabajo de COLOM (1954) sobre el Terciario alicantino.

Finalmente, a lo largo de los años sesenta y setenta han sido varios los autores que han trabajado sobre macroforaminíferos en nuestro país, entre ellos cabe citar a SCHAUB (1966, 1975), a

FERRER (1971) y a HILLEBRANDT (1962, 1965, 1974, 1976). De especial interés para nosotros son los trabajos de este autor, sobre todo los últimos, dado que tratan sobre el Paleógeno en las Cordilleras Béticas y en especial en la provincia de Alicante. Así, en 1976, HILLEBRANDT describe y figura diversas especies de Assilina procedentes de niveles equivalentes a los estudiados por nosotros, por lo que nos referiremos a este trabajo en páginas sucesivas. Otro trabajo en el que se utilizan los parámetros cuantitativos clásicos, es el de CLAVELL y REGUART (1977) sobre formas de Assilina procedentes del Eoceno de Santander. Sin embargo, hay que señalar que estos autores han realizado las medidas de las variables utilizadas en el trabajo (diámetro y espesor) sin tener en cuenta los estadios de crecimiento respectivos, por lo que resultados tales como las medias poblacionales no son representativos de las respectivas especies, pues dependerían en todo caso de la dinámica poblacional que desplegase la especie en ese momento.

Existen también, numerosos trabajos de carácter regional o con enfoques exclusivamente bioestratigráficos que afectan al área estudiada, en los que se citan, en numerosas ocasiones diversas especies de macroforaminíferos. No obstante para no alargar excesivamente el presente apartado remitimos al lector interesado al capítulo relativo a la bioestratigrafía en el que se da una extensa relación de estas publicaciones.

### VI.3.- Métodos de trabajo.

#### VI.3.1.- Preparación, clasificación y medición de los ejemplares.

Los ejemplares estudiados se han obtenido en la mayoría de los casos a partir del levigado ya utilizado en los capítulos anteriores. La separación de las formas de Assilina del resto de macroforaminíferos se ha efectuado mediante trillado sobre la fracción recogida en el tamiz de 1,5 m/m. Los ejemplares de tamaño inferior han sido conservados, pero no se han utilizado dado que presentaban grandes problemas para abrirlos, a causa de su pequeñez y por otra

parte pertenecen a estadios de crecimiento muy juveniles que no se han incluido en los estudios biométricos.

En aquellos casos en que el material obtenido a partir de los levigados anteriores no era suficiente (recuérdese que hemos utilizado en todos los casos 100 gr. de muestra) se ha trabajado sobre el residuo obtenido a partir de 400 gr. de sedimento, tratado mediante las técnicas habituales, explicadas en el capítulo IV.

Una vez separados los ejemplares de Assilina se establecieron, dentro de cada muestra, diferentes poblaciones en función de criterios morfológicos externos. Unicamente se ha trabajado sobre las formas macrosféricas (A); las formas microséricas (B) no se han estudiado pues sólo aparecen en raras ocasiones y son muy escasas.

Antes de indicar los criterios morfológicos que hemos usado, conviene hacer un breve comentario acerca de los caracteres cualitativos utilizados usualmente para la clasificación de los foraminíferos y en concreto de los nummulítidos. En primer lugar hemos de indicar que no todos los caracteres tienen la misma importancia para todos los grupos de foraminíferos y por otra parte, esta cambia dentro de cada grupo a lo largo de su evolución (BOLTOVSKOY y WRIGTH, 1976). En segundo lugar tenemos que muchos de estos caracteres están, como indicamos en páginas anteriores, influenciados, en mayor o menor medida, por factores ambientales. Así tenemos que el tamaño en los nummulítidos parece estar ligado al contenido en carbonato cálcico del medio (NEMKOV, 1962). El mismo autor señala también un aumento de la ornamentación en los ejemplares procedentes de niveles carbonatados.

Otro carácter, muy utilizado en sistemática de nummulítidos (ROZLOZNIK, 1929; BLONDEAU, 1972) y que parece ser muy variable, es el número de cámaras para una vuelta concreta. Así BOLTOVSKOY y WRIGTH (op.cit.) indican que en ciertos rotálidos el número de cámaras en la última vuelta pueda variar de unos ejemplares a otros hasta en un cien por cien.

La forma también está, sobre todo en ciertas especies, influenciada por los factores ambientales (GOULD, 1970). Así tenemos, que mientras determinadas especies, en cultivos artificiales han mostrado una variabilidad tan grande que ciertas formas extremas no sólo traspasaban los límites taxonómicos específicos, sino también los genéricos, otras especies han demostrado una extraordinaria estabilidad morfológica a lo largo de grandes periodos de tiempo (BOLTOVSKOY y WRIGTH, 1976).

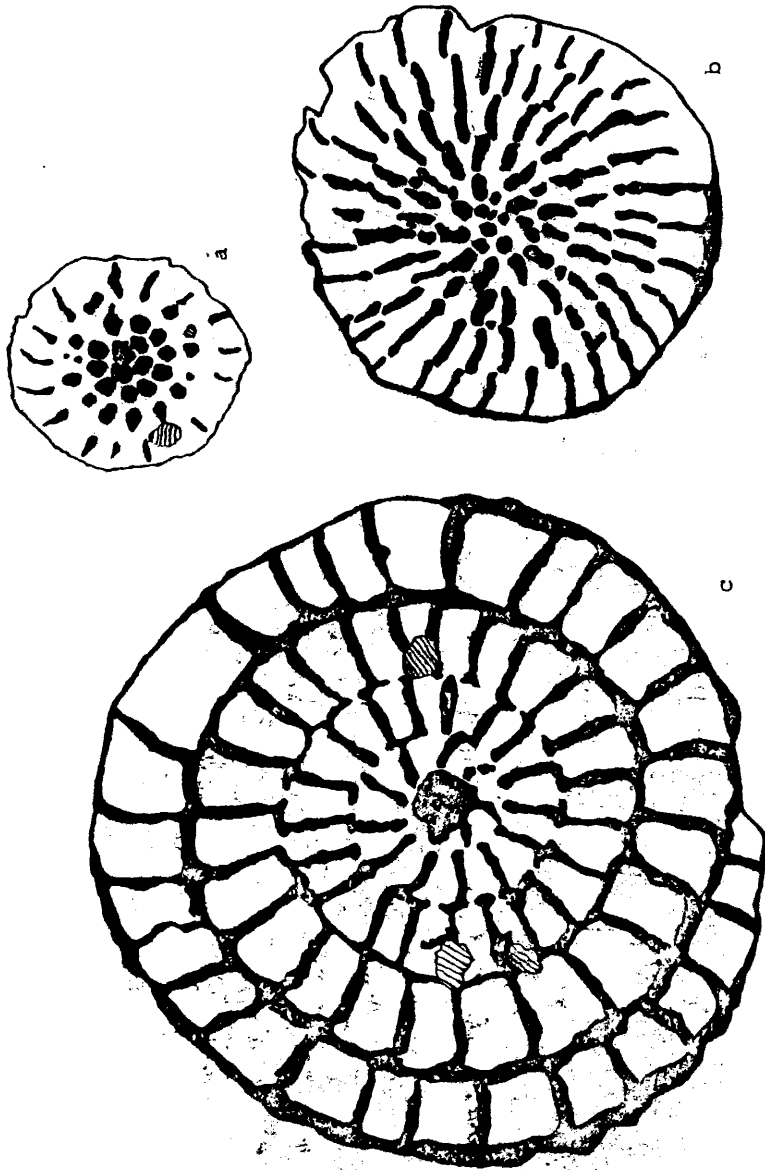
Por todo lo dicho, creemos que es muy importante tener en cuenta la gran plasticidad morfológica que presentan estos organismos a la hora de elegir los criterios sobre los que basar los estudios sistemáticos. Quizás haría falta más trabajo de evaluación crítica de los elementos morfológicos utilizados en la sistemática de estos grupos.

Los criterios morfológicos que se han utilizado en este trabajo para separar las diferentes poblaciones de Assilina son algunos de los habitualmente usados por los diferentes autores que han trabajado sobre estas faunas de macroforaminíferos y los vamos a resumir a continuación: En primer lugar, se han tenido en cuenta las características de la forma del caparazón, a saber, si el corte axial es subexagonal, lenticular, elíptico, discoidal, etc., si existe o no una depresión central y si el borde de los ejemplares es redondeado o agudo y en este caso si es romo o afilado. El segundo carácter utilizado ha sido la ornamentación (Fig. 25). Esta consiste, según las especies, en pústulas, granulaciones y "barras". Las granulaciones se pueden disponer de forma aislada o en hileras que lleguen, en ocasiones, a unirse formando granulaciones seriadas hasta llegar a constituir un todo continuo ("barras"). Todos estos elementos, especialmente las granulaciones seriadas y las "barras" se suelen ordenar espiralmente sobre la superficie de los ejemplares. Existen también formas en las que la lámina espiral se refleja en el exterior en forma de engrosamiento, lo que unido a las "barras" da lugar a una especie de "enrejado" (Fig. 25).

Una vez agrupados en poblaciones los ejemplares de cada mues

FIGURA 25 .- Diferentes tipos de ornamentación en Assilina.

- a) Assilina pustulosa DONCIEUX .
- b) Assilina placentula (DESHAYES).
- c) Assilina taxibira HARPE .



tra, según estos criterios, se ha procedido a medir las variables externas: Diámetro (D) y espesor (E) (Fig. 26). A continuación se han medido las variables internas para lo que ha sido necesario abrir los ejemplares. Esto se ha realizado mediante las técnicas clásicas (ARCHIAC y HAIME, 1853). El procedimiento consiste en calentar los fósiles sobre una paleta expuesta al fuego y enfriarlos rápidamente, lo que hace que los ejemplares de nummulítidos se abran por la zona de menos resistencia, que es el plano ecuatorial.

Así mismo, en algunas poblaciones se realizaron las medidas sobre ejemplares pulidos; esto implicaba la necesidad de comprobar que no existían variaciones en las mediciones, debidas al uso de métodos diferentes. Para ello se obtuvieron dos submuestras de una población de la misma muestra pertenecientes a la misma especie y se midieron sus variables internas con ambos métodos; una prueba estadística aplicada a estas variables, dió como resultado la no existencia de diferencias significativas.

Las variables internas que se han estudiado son el diámetro del prolóculo (m) y la altura ( $H_i$ ) y espesor ( $e_i$ ) correspondiente de cada una de las cámaras, medidos a lo largo de un radio que parte del prolóculo y divide en dos partes iguales a la deuteroconcha (Fig. 26).

Las medidas, tanto de las variables externas como internas se ha llevado a cabo mediante un micrométrico montado sobre una lupa binocular WILD M-5.

Es estudio biométrico de las distintas poblaciones, utilizando tanto variables internas como externas se ha llevado a cabo, como hemos dicho antes, mediante análisis canónico, procedimiento que explicaremos en la sección final de este apartado.

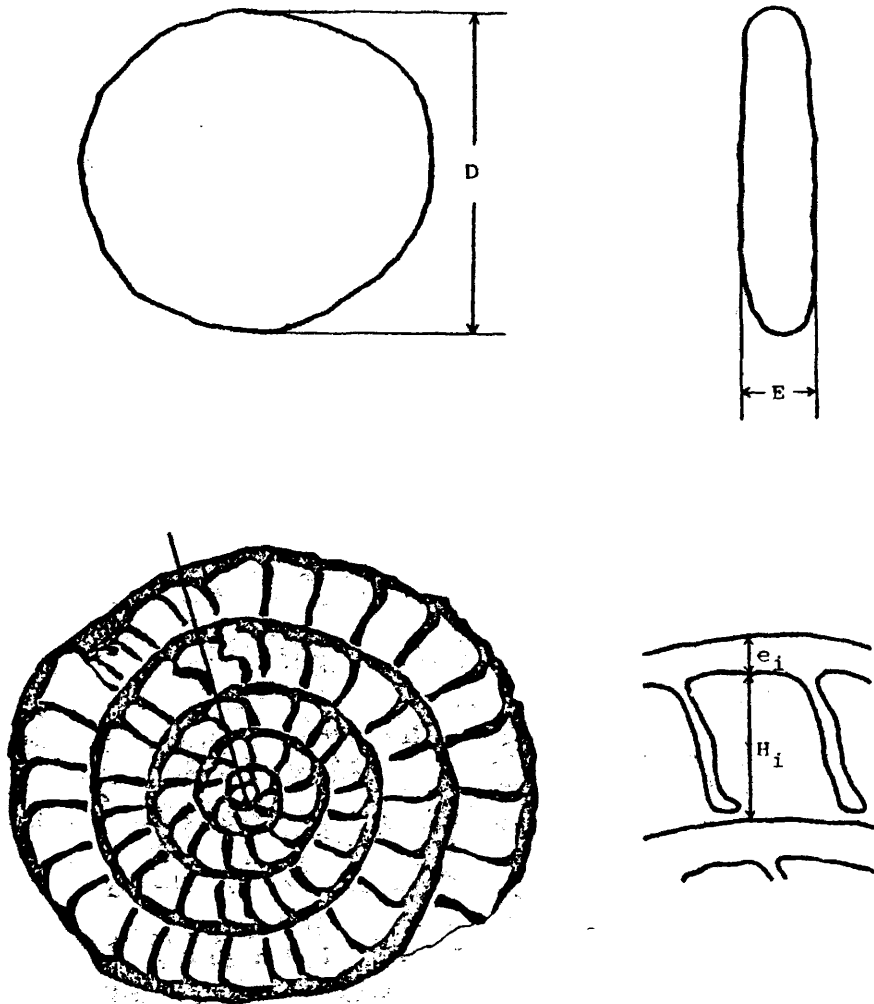


FIGURA 26 .- Variables externas e internas medidas sobre los ejemplares de Assilina .

### VI.3.2.- Métodos biométricos.

#### A) Introducción.

El empleo de caracteres cuantitativos en la descripción de especies de nummulítidos aparece ya en las grandes monografías de mediados del siglo XIX y ha continuado con mayor o menor incidencia hasta nuestros días. En un principio las variables más utilizadas fueron las externas, concretamente el diámetro y espesor. Sin embargo, algunos autores, también tomaron en consideración ciertos caracteres cuantitativos internos, tales como el radio para un número de vueltas determinado.

A comienzos del siglo XX se empiezan a utilizar otras variables, como el diámetro de la protoconcha en las formas A, así como relaciones entre algunas de las utilizadas hasta ese momento. Así tenemos que en la obra de ROZLOZNIK (1929) se utilizan los siguientes parámetros: Relación entre diámetro y espesor de la concha (D/E); relación radio/número de vueltas, número de cámaras en 1/4 de vuelta, tamaño de la megalosfera en las formas A y el cociente entre el grosor de la lámina espiral y la altura de la cámara respectiva.

Criterios semejantes, aunque con ligeras variaciones, han sido utilizados por numerosos autores hasta el momento presente. Con estos planteamientos se han elaborado las obras de SCHAUB (1951) y BLONDEAU (1972) por citar algunas de las más conocidas. Es de señalar que ciertos cocientes utilizados hasta ahora, tales como espesor de la lámina espiral/altura de la misma (BLONDEAU, 1972) o sus recíprocos no deben ser usados en sistemática, dado que al no existir correlaciones entre estas variables, no tienen valor significativo, como recientemente han demostrado SERRA et al. (1978). En general, el uso de índices en estudios sistemáticos es poco fiable, puesto que, aunque las correlaciones, en muchos casos, existen, suelen tener un carácter no lineal con lo que los índices no son constantes sino que cambian a lo largo de la vida del organismo (MARGALEF, 1953).

A comienzos de los años setenta, con la aplicación masiva de métodos estadísticos a las ciencias de la Naturaleza, han aparecido ciertos trabajos en los que se aplican sofisticados procedimientos matemáticos al estudio de los problemas de los nummulítidos. Entre éstos debemos citar en primer lugar los trabajos de BLONDEAU et al. (1974, 1977), quienes utilizaron diversas técnicas de análisis multivariable para, en primer lugar, estudiar las filogénias de 12 especies del filum de N. fraasi y en segundo lugar las pautas de distribución geográfica de la especie N. intermedius, en la cuenca mediterránea durante el Oligoceno inferior y medio.

Otro trabajo interesante, en esta misma línea, es el de BARNETT (1974) en el que se aplican procedimientos de taxonomía numérica (Matrices de tipo Q y R) para la clasificación de NUMMULITINAE, basándose en las características morfológicas de 58 especies de esta subfamilia.

Por último, son de destacar los recientes trabajos de SERRA-KIEL (1973), RENZI et al. (en prensa), SERRA-KIEL et al. (1978) y RENZI et al., 1979, en los que estos autores aplican las técnicas de análisis de perfiles y análisis canónico al estudio de poblaciones del grupo de N. perforatus. Ha sido precisamente, este último método, el análisis canónico, el que hemos utilizado nosotros en el estudio de la poblaciones de Assilina del Eoceno alicantino.

B) Algunas ideas previas sobre probabilidad y estadística.

Los caracteres cuantitativos, internos o externos medidos sobre los nummulítidos son expresables en unidades de longitud y estas medidas, previamente transformadas en logaritmos neperianos, debido a la alometría, dan lugar a poblaciones numéricas que casi siempre se ajustan al modelo de la distribución normal, cuya función de densidad es:

$$F_X(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

donde  $x$  es la magnitud estudiada,  $\mu$  es la esperanza matemática o valor central de la distribución y  $\sigma^2$  la dispersión alrededor de este valor central, o varianza (TUCKER, 1966). La expresión gráfica de este modelo da lugar a la conocida curva de campana de Gaus. Si agrupamos por clases las frecuencias de una variable medida sobre una muestra de Assilina, obtendremos un conjunto de histogramas mas o menos simétricos que reflejan esta normalidad.

Ahora bien, si en vez de medir una sola magnitud, medimos varias sobre cada organismo, podremos definir una función de densidad normal conjunta para las transformadas logarítmicas de todas ellas: Sean  $x_1, x_2, \dots, x_p$  las diferentes magnitudes, la función de densidad conjunta vendría dada por:

$$f_{x_1, \dots, x_p}(x_1, \dots, x_p) = \frac{\sqrt{|\Sigma^{-1}|}}{(2\pi)^{p/2}} \exp \left[ -\frac{1}{2} (\vec{x} - \vec{\mu})' \Sigma^{-1} (\vec{x} - \vec{\mu}) \right]$$

en la que  $\vec{x}$  es el vector de las  $P$  variables,  $\vec{\mu}$  es el vector de los valores medios de estas y  $\Sigma$  es la matriz de covarianzas de esas mismas variables. La forma cuadrática:

$$(\vec{x} - \vec{\mu})' \Sigma^{-1} (\vec{x} - \vec{\mu})$$

representa un elipsoide en un espacio de  $p$  dimensiones, con el centro en  $\vec{\mu}$  y con los ejes, en general, oblicuos respecto de los ejes de referencia; la mayoría de los puntos, con los que se representa los individuos de la población, caerán dentro de ese elipsoide. La matriz  $\Sigma$  nos da los ejes del elipsoide y las relaciones entre las magnitudes.

A partir de estos modelos aleatorios podemos tratar estadísticamente las magnitudes en una población. Si solo hemos utilizado una dimensión se trataría de análisis univariante, en cambio, si se considera el comportamiento simultáneo de diferentes variables estamos trabajando con procedimientos de análisis multivariantes.

Es precisamente este último caso el que tiene más interés para nosotros dado que permite estudiar en los individuos el resultado de la interacciones de distintas variables, no tomadas separadamente sino de forma conjunta.

El primer problema estadístico que plantea un análisis multivariante, es la distinción entre dos poblaciones de organismos (en nuestro caso de Assilina) y su atribución a dos especies diferentes.

Si se plantea el problema a la inversa, tendremos que dos poblaciones coincidirán, si lo hacen así sus modelos probabilísticos. Dado que los logaritmos de los caracteres definidos sobre los organismos de una población siguen la distribución normal multivariante, las dos poblaciones coincidirán si responden al mismo modelo de distribución. Es decir, si para una población de Assilina un conjunto de caracteres es  $N(\mu_1, \Sigma_1)$  y para otra población, los mismos caracteres son  $N(\mu_2, \Sigma_2)$ , ambas poblaciones coincidirán si:

$$\Sigma_1 = \Sigma_2 \quad \vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_2$$

graficamente esto querría decir que ambos elipsoides son idénticos: sus ejes son paralelos y sus centros conciden.

Todo lo dicho hasta este momento es válido si dispusiéramos de todos los individuos de cada población pero esto no ocurre nunca y lo que poseemos son unos pocos individuos o muestra de cada una de las poblaciones. En estas circunstancias tenemos que trabajar con estimaciones de  $\vec{\mu}$  y de  $\Sigma$ .

Así la estimación de  $\vec{\mu}$  será:

$$\vec{\bar{x}} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

siendo  $\bar{x}_i$  la media aritmética de las medidas de la misma magnitud para todos los individuos de muestra.

La estimación de  $\Sigma$  será:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11}^2 & s_{12} & \dots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22}^2 & \dots & s_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{p1} & s_{p2} & \dots & s_{pp}^2 \end{bmatrix}$$

donde

$$s_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i) (x_{kj} - \bar{x}_j)$$

Dado que estadísticamente podemos probar si las diferencias que aparecen entre  $S_1$  y  $S_2$  y entre  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  se deben al azar del muestreo o son verdaderamente significativas, podríamos afirmar con una gran probabilidad que los valores desconocidos de  $\Sigma_1$ ,  $\Sigma_2$  y de  $\bar{\mu}_1$ ,  $\bar{\mu}_2$ , son iguales o diferentes. Desde un punto de vista biológico esto implicaría, en el primer caso, que se trata de poblaciones pertenecientes a la misma especie y que en el segundo caso habrían de discutirse si se atribuyen a especies diferentes.

#### C) Análisis canónico.

Una vez dada una visión general de los problemas planteados, vamos a exponer a continuación la manera concreta de abordarlos. El procedimiento utilizado ha sido, como hemos indicado anteriormente, el análisis y representación canónica de poblaciones (SEAL, 1964; MORRISON, 1967; CUADRAS-AVELLANA et al., 1972 a, b; RAO, 1973).

El análisis canónico se engloba dentro del análisis multivariable como una técnica estadística que combina el análisis factorial y de la covarianza. Puesto que el primero permite explicar los factores que influyen en un conjunto de variables dentro de un mismo grupo o población y en segundo refleja la diferencia entre varios grupos o poblaciones, el análisis canónico detecta los factores que influyen en las diferentes variables a lo largo de tales grupos. Estas poblaciones se caracterizan por un número  $p$  de variables comunes y todas ellas normales multivariadas y con la misma matriz de covarianza  $\Sigma$ . Dado que estas poblaciones son difíciles de representar si  $p > 3$ , puesto que harían falta más de tres ejes de coordenadas, el análisis canónico lo que pretende es representarlas sobre un espacio de dos o tres dimensiones, reflejando al máximo las distancias interpoblacionales que aparecen en el espacio de  $p$  dimensiones.

En este punto cabe indicar que normalmente se considera necesaria la identidad de todas las matrices de covarianza de todas las poblaciones puesto que eso indicaría que todos los elipsoides de concentración poseen la misma orientación en el espacio; sin embargo, en nuestro caso esto no se cumple. No obstante hemos seguido adelante con el procedimiento dado que, aunque no existía homogeneidad entre las matrices de covarianza, sus determinantes eran todos positivos, lo que viene a indicar que los elipsoides están orientados de forma mas o menos paralela en el hiperespacio de  $p$  dimensiones y por tanto se pueden sacar conclusiones aceptables acerca de la estructura factorial de las variables. Por otra parte, el método de análisis canónico es suficientemente potente, desde el punto de vista matemático, como para seguir siendo válido incluso con pequeñas diferencias en las matrices de covarianza (CUADRAS-AVELLANA, comunicación personal).

Tal y como hemos indicado antes, el análisis canónico consiste en obtener un subespacio de dimensión baja en el que proyectar los vectores medios de cada población de manera que la suma de distancias se haga máxima sobre este subespacio y de esta forma representar gráficamente las distancias que hay entre poblaciones en el espacio de  $p$  dimensiones. Una mayor separación indicará mayor diferencia y a la inversa. Será necesario luego discutir la validez taxonómica de las diferencias obtenidas.

Cada vector medio proyectado sobre el subespacio canónico está representado por un punto referido a unos ejes o variables canónicas y rodeado por un círculo confidencial (de  $p = 0,90$ ). La no intersección de los círculos indica diferencias significativas; Una superposición muy ajustada indicaría identidad de las poblaciones. En los casos intermedios las diferencias podrían ser o no significativas y habría que hacer la correspondiente prueba de hipótesis para verificarlo.

En lo que se refiere a las variables canónicas, estas están correlacionadas con las primitivas, de forma que si la correlación de una de estas con la variable canónica que acumula mas variabili-

dad es elevada, esto indica que aquella contribuye en gran medida a la separación entre poblaciones y en cambio, si es baja, que contribuye poco.

#### VI.4.- Resultados

El programa de análisis canónico utilizado (CANP), ha sido puesto a punto por el Dr. Cuadras de C.S.I.C. de Barcelona.

Se ha operado con un ordenador UNIVAC perteneciente al Ministerio de Investigación y Universidades, del cual existe una terminal en el Centro de Cálculo de la Universidad Literaria de Valencia.

Las abreviaturas de las variables utilizadas han sido (fig. 26):

D: Diámetro del caparazón

E: Espesor del caparazón

m: Diámetro del prolóculo

$H_1, e_1$ : Altura y grosor de la lámina espiral de la primera vuelta.

$H_2, e_2$ : Altura y grosor de la lámina espiral de la segunda vuelta.

$H_3, e_3$ : Altura y grosor de la lámina espiral de la tercera vuelta.

$H_4, e_4$ : Altura y grosor de la lámina espiral de la cuarta vuelta.

Los datos originales, como ya se dijo antes de ser utilizados por el ordenador para el análisis canónico han sido transformados logarítmicamente con el fin de asegurar su normalidad, por lo que los resultados finales son siempre valores logarítmicos.

Se ha llevado a cabo cuatro análisis canónicos, utilizando variables diferentes. Estos análisis son los siguientes:

A. canónico n° 1°	Variables utilizadas:	m, H <sub>1</sub> , e <sub>1</sub> , H <sub>2</sub> , e <sub>2</sub> , H <sub>3</sub> , e <sub>3</sub> .
" " " 2°	" "	: m, H <sub>1</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>3</sub> .
" " " 3°	" "	: D, E, m, H <sub>3</sub> .
" " " 4°	" "	: D, E, m, H <sub>4</sub> .

Los dos últimos análisis en los que se utilizan variables externas, se han llevado a cabo de forma separada, como es lógico, con los estadios de crecimiento de tres y cuatro figuras respectivamente.

La representación de los resultados de los diferentes análisis canónicos, aparece en las figuras 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 y 34. En ellos se han situado las diferentes poblaciones en referencia con los respectivos ejes canónicos.

Las figuras 27, 28, 29 y 30 incluyen la situación de las poblaciones y los círculos de confianza. En las figuras 31, 32, 33 y 34 está representada la posición de las poblaciones mediante unos símbolos que nos indican de que especie se trata y a que biozona pertenece; la leyenda de estos símbolos aparece en la figura 35.

A título orientativo, en el apartado de sistemática, se han incluido los valores medios (en milímetros) de algunas de las variables utilizadas, obtenidos a partir de los datos de algunas de las poblaciones de las diversas especies presentes.

Los listados de ordenador en que aparecen los resultados completos han sido recogidos en el apéndice de la obra.

#### VI.5.- Discusión y conclusiones.

La primera parte de este apartado la vamos a dedicar a interpretar aquellos análisis canónicos (n°1 y 2) en los que se han utilizado únicamente, variables internas (Figs. 27, 28, 31 y 32).

Aunque la totalidad de los resultados de estos análisis ca-

FIGURA 35 .- Símbolos utilizados en las representaciones canónicas de las figuras 31,32,33 y 34 .

- ▲ Assilina leymeriei (ARCHIAC Y HAIME)
- Assilina pustulosa DONCIEUX
- Assilina placentula DESHAYES
- ◇ Assilina laxispira HARPE
- ☆ Assilina reicheli SCHAUB

- ▲ ● ◆ Especies de Assilina encontradas en la zona de M. aragonensis .
- ☆ □ ◇ Especies de Assilina encontradas en la zona de A. angulosa .

nónicos aparecen en los listados que se recogen en el apéndice, hemos creído interesante resumir, en las tablas 17 y 18, aquellos que podrían resultar mas significativos.

A la vista de estas tablas hemos de señalar, en primer lugar, que el estadístico F da un valor muy superior al nivel de significación, por lo que se trata de poblaciones diferentes. Por otra parte, no parece existir homogeneidad de las matrices de varianza-covarianza dado que la  $X^2$  obtenida es muy superior al valor crítico; esto, no es obstáculo para la realización del análisis canónico dado que el estadístico es muy robusto, pero impide la resolución de ciertos problemas biológicos, tales como la correlación entre las variables, que se podrían abordar si las matrices fuesen homogéneas.

En el primer análisis, las dos primeras variables canónicas explican el 86,242 % de la variabilidad, mientras que en el segundo, ambas variables abarcan el 94,184 %.

Por lo que respecta a la influencia de las variables primitivas sobre las variables canónicas, en las tablas se puede observar que, para el primer análisis, el prolóculo condiciona en gran manera la primera variable, mientras que la segunda está muy influida por los espesores. Es decir: La variabilidad observada se explica, en primer lugar, por las variaciones del prolóculo y, en segundo por las de los espesores.

En cambio, en el análisis canónico número dos, en el que no se han utilizado los espesores, se puede observar que la primera variable sigue estando muy influida por el prolóculo y que la segunda está condicionada por la altura de la tercera vuelta. Sin embargo, la discriminación debida a esta segunda variable es muy pequeña (Figs. 28 y 32) y, así, su influencia en la distribución de las distintas poblaciones es escasa, siendo también en este caso la protoconcha lo que causa la máxima variabilidad.

La importancia del prolóculo como una de las variables internas de mayor interés, había sido señalada hace ya largo tiempo. El

TABLA 17 .- Principales resultados del análisis canónico n°1 .

( Variables :  $m, H_1, e_1, H_2, e_2, H_3, e_3$  ) .

## Discriminación de las poblaciones .-

Estadístico = 7'67

Valor crítico  $F_{231,4095;0'05} = 1'158$ 

Por lo tanto las poblaciones son diferentes .

## Homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas.-

Estadístico = 1945'156

Valor crítico  $\chi^2_{924,0'05} = 974'56$ 

Luego las matrices no son homogéneas .

## Porcentajes acumulados de variabilidad .-

Primera variable canónica : 63'597

Segunda variable canónica : 86'242

## Estructura factorial de las variables canónicas .-

	m	H <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	e <sub>3</sub>
Pr.var.can.	<u>0'94624</u>	0'48701	0'37870	0'45729	0'42889	0'49714	0'41061
Se.var.can.	0'14192	0'24009	<u>-0'66205</u>	0'06677	<u>-0'72723</u>	-0'02923	<u>-0'65748</u>

TABLA 18 .- Principales resultados del análisis canónico nº2 .  
 ( Variables : m, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> ) .

Discriminación de las poblaciones .-

Estadístico = 9'70

Valor crítico  $F_{132,2382;0'05} = 1'211$

Por lo tanto las poblaciones son diferentes .

Homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas.-

Estadístico = 864'303

Valor crítico  $\chi^2_{330,0'05} = 373'37$

Luego las matrices no son homogéneas .

Porcentajes acumulados de variabilidad .-

Primera variable canónica : 84'299

Segunda variable canónica : 94'184

Estructura factorial de las variables canónicas .-

	m	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>
Primera variable canónica :	<u>0'96184</u>	0'50082	0'46289	0'49856
Segunda variable canónica :	0'25659	-0'29251	-0'52374	<u>-0'77428</u>

aumento de tamaño de la cámara embrionaria de las especies de los distintos filums de Nummulites y de Assilina ha sido una de las tendencias evolutivas, junto al aumento del diámetro de los ejemplares que mayor importancia parecen tener dentro de la evolución de los nummulítidos (SCHAUB, 1963; BLONDEAU, 1972).

Si observamos las figuras 27, 28, 31 y 32 podemos ver que es precisamente la primera variable canónica (prolóculo) la que mejor discrimina las poblaciones, situándose las de protoconcha menor a la derecha y las de mayor a la izquierda. En las figuras 31 y 32 podemos ver como, en líneas generales, hay una sucesión de poblaciones pertenecientes a A. leymerie, A. placentula y A. laxispira, especies pertenecientes al filum de A. spira y de A. pustulosa y A. reicheli (filum de A. exponens). Esta sucesión se produce precisamente de derecha a izquierda, en el gráfico, en el sentido de un aumento del diámetro del prolóculo con lo que parecen confirmarse las tendencias propuestas por SCHAUB (1963), de un aumento paralelo de la talla de la cámara embrionaria en ambos filums de Assilina durante el Eoceno inferior y medio.

En las figuras 31 y 32 se han representado las mismas poblaciones en relación con su situación bioestratigráfica lo que permite estudiar la sucesión en el tiempo; sin embargo, al haberse trabajado solamente con poblaciones pertenecientes a dos biozonas de foraminíferos planctónicos no se puede establecer una sucesión general, pues es un lapso de tiempo relativamente corto y varias de las especies coexistieron, por lo que no creemos que se pueden sacar conclusiones definitivas en este sentido; no obstante dentro del filum de A. spira podemos observar que A. leymerie, especie de menor tamaño de prolóculo y mas baja estratigráficamente que A. laxispira se sitúa siempre en la zona derecha del gráfico, mientras que ésta última especie lo hace siempre en el lado opuesto; así mismo, las poblaciones de A. placentula que es la que une filogenéticamente (sensu SCHAUB) a ambas, se sitúan precisamente entre estas dos primeras.

Por lo que respecta a los espesores, en el primer análisis

canónico, influyen en la discriminación debida a la segunda variable, lo que da lugar a dos grupos en función de su pertenencia o no a una serie estratigráfica concreta. En este sentido los ejemplares procedentes de Agost tienen los espesores de la lámina espiral menores que los procedentes de Sax o Tangel.

En el segundo análisis canónico se prescindió de los espesores y entonces todas las poblaciones aparecen alineadas (Figs. 28 y 32) y no se observan diferencias en función de su situación dentro de la cuenca sedimentaria. Este fenómeno se puede explicar por el hecho de que los espesores de la lámina espiral estén bastante influidos por el ambiente, estando, quizás en función de la proporción de carbonato presente.

La influencia de la cantidad de carbonato cálcico en el medio, sobre los caparazones de foraminíferos, ha sido señalada por numerosos autores (BOLTOVSKOY y WRIGHT, 1976). En concreto, en nummulítidos, ABRAD (1928) menciona la presencia de formas con o sin pilares en función de la cantidad de carbonato cálcico del sedimento. Trabajos más recientes (NEMKOV, 1962, BLONDEAU, 1972), indican la gran influencia de este parámetro sobre las dimensiones de los ejemplares. Por último SERRA-KIEL (1976) y SERRA-KIEL et al. (1978) llegan a conclusiones semejantes a las nuestras, sobre formas del grupo de N. perforatus.

Los análisis canónicos tercero y cuarto se han realizado usando las dos variables externas (D y E), el prolóculo y la altura de las vueltas tercera y cuarta respectivamente.

Los resultados más interesantes aparecen recogidos en las tablas 19 y 20. De ellos se desprende, en primer lugar, que se trata de poblaciones diferentes pues el estadístico F es superior al valor de significación y en segundo lugar que las matrices varianzas - covarianzas no son homogéneas, al igual que ocurría en los dos análisis anteriores.

En el tercer análisis, las dos primeras variables canóni-

TABLA 19 .- Principales resultados del análisis canónico nº3 .  
 ( Variables : D , E , m , H<sub>3</sub> )

Discriminación de las poblaciones .-

Estadístico = 4'24

Valor crítico  $F_{92,738;0'05} = 1'275$

Por lo tanto las poblaciones son diferentes .

Homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas .-

Estadístico = 598'456

Valor crítico  $\chi^2_{230,0'05} = 266'38$

Luego las matrices no son homogéneas .

Porcentajes acumulados de variabilidad .-

Primera variable canónica : 58'809

Segunda variable canónica : 84'869

Estructura factorial de las variables canónicas .-

	D	E	m	H <sub>3</sub>
Primera variable canónica :	<u>0'72448</u>	0'08714	0'58217	<u>0'86943</u>
Segunda variable canónica :	-0'16485	<u>-0'97920</u>	-0'11548	-0'00031

111

TABLA 20 .- Principales resultados del análisis canónico nº4 .  
( Variables : D , E , m , H<sub>4</sub> )

Discriminación de las poblaciones .-

Estadístico = 5'78

Valor crítico  $F_{108,812;0'05} = 1'254$

Por lo tanto las poblaciones son diferentes .

Homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas .-

Estadístico = 447'444

Valor crítico  $\chi^2_{270,0'05} = 309'33$

Luego las matrices no son homogéneas .

Porcentajes acumulados de variabilidad .-

Primera variable canónica : 71'628

Segunda variable canónica : 85'120

Estructura factorial de las variables canónicas .-

	D	E	m	H <sub>4</sub>
Primera variable canónica :	0'52968	0'27191	<u>0'91475</u>	0'54182
Segunda variable canónica :	-0'26278	0'40102	0'30711	<u>0'81069</u>

cas nos explican el 84,869 % de la variabilidad, estando la primera de ellas correlacionada sobre todo con la  $H_3$  y en menor medida con el diámetro (D). La segunda variable canónica está influida de forma decisiva por el espesor de la concha (E).

La representación canónica de las poblaciones de este tercer análisis aparece en las figuras 29 y 33.

La interpretación de los resultados de este análisis aparece algo mas oscura que las dos anteriores. No obstante, se confirma la distribución por especies, siguiendo la sucesión de los dos filums indicada por SCHAUB (1963); así, tenemos que al igual que en los casos anteriores, las especies mas bajas estratigráficamente y por tanto antecesoras, se sitúan a la derecha de la gráfica (Fig. 33) mientras que las sucesoras ocupan posiciones progresivamente más a la izquierda, en otras palabras, las especies antecesoras tienen la altura de la vuelta tercera y el diámetro mas pequeños que las formas mas modernas (no olvidemos que la correlación es inversa pues los valores de la variable canónica son negativos y los valores de correlación de las variables primitivas son positivos).

Estos resultados nuevamente corroboran los de SCHAUB (op cit.) sobre las diversas tendencias evolutivas en Assilina, en el sentido de un menor arrollamiento de la lámina (mayor altura de la cámara) y de un aumento de tamaño.

Respecto a la influencia del espesor de la concha (E), aunque la discriminación que produce es escasa, en la figura 33 se puede observar una estabilidad de los espesores en las especies del mismo filum. Así las poblaciones de A. laxispira, generalmente situadas a la izquierda de la gráfica, mantienen sus espesores frente a las de A. placentula, siendo esta última de menor diámetro. Esto implica, por tanto, una disminución proporcional de E, o lo que es lo mismo una tendencia al aplanamiento.

En el cuarto análisis canónico (tabla 20) es nuevamente el prolóculo la variable primitiva que mas influye (0,91475) en la primera

variable canónica, mientras que la segunda está correlacionada con la altura de la vuelta cuarta ( $H_4$ ). Entre ambas variables explican el 85,12 % de la variabilidad de las poblaciones.

La disminución del prolóculo produce una distribución de las poblaciones de Assilina en este cuarto análisis, semejante a la que se ha comentado en los casos anteriores, aunque quizá mas acentuada, con una sucesión de las especies, en líneas generales, hacia valores mayores de la protoconcha.

En lo que respecta a la altura de la vuelta cuarta, la discriminación es menor, aunque parece que las poblaciones de A. laxispira, en general, tienden a situarse en la zona de mayores valores del prolóculo y valores también mayores de  $H_4$ , mientras que los prolóculos de A. placentula ocuparían en el gráfico una banda situada a la derecha de la anterior (Fig. 34). Ello vuelve a corroborar las ideas anteriormente expresadas en el sentido de la confirmación de las tendencias propuestas por SCHAUB (1963), con un aumento del tamaño de los prolóculos y de un menor arrollamiento de la espira.

Vamos, por último, a comentar un aspecto que hemos observado en todos los análisis canónicos que se han llevado a cabo y que consideramos de gran interés. Se trata del fenómeno denominado desplazamiento de caracteres.

Cuando en dos especies muy próximas filogenéticamente, sus híbridos sufren una pérdida considerable de eficacia biológica, entonces la selección natural tiende a suprimir o restringir la posibilidad de que aparezcan esos híbridos, dando lugar a que se intensifiquen los mecanismos de aislamiento reproductivo. De esta manera, las citadas especies, en áreas geográficas en las que aparecen juntas, tenderán a intensificar sus diferencias, mientras que en aquellas zonas donde se encuentren solas presentarán morfologías mas próximas (DOBZHANSKY et al., 1977). Este fenómeno es conocido desde hace tiempo en organismos actuales y ha sido señalado también en formas fósiles de caracoles pulmonados de la Islas Bermudas (SCHINDEL Y GOULD, 1977) y en gasterópodos del Carbonífero superior de Estados

Unidos (ELDRIDGE, 1968). Estos autores indican que la convergencia o divergencia morfológica de una especie respecto de la otra es función sobre todo de la ausencia o presencia, respectivamente de esta última en el área de la primera.

Este mecanismo ha sido precisamente el que hemos observado sobre dos especies muy próximas entre las que se daba una relación filogenética, siendo una descendiente de la otra (A. placentula y A. laxispira). Cuando las poblaciones de estas dos especies coexisten (muestras: TA-8, S-7, AG-29, AG-46, AG-31, AG-40-3 y AG-45) entonces en la representación canónica (Figs. 27 a 34) aparecen claramente distanciadas; por el contrario cuando las poblaciones de las especies citadas aparecen juntas en la representación nunca pertenecen al mismo nivel, sino que proceden de muestras distintas.

Las especies citadas han sido confundidas con frecuencia debido a que su ornamentación es muy semejante (SCHAUB, 1951). Este y otros autores (HILLEBRANDT, 1976) han señalado la existencia de formas intermedias entre ambas, por lo que en un principio pensábamos que se trataría de extremos morfológicos de una misma especie. Sin embargo la puesta en evidencia del fenómeno de desplazamiento de caracteres implica que ambas especies tienen una entidad biológica real, por lo que en el apartado de sistemática, las hemos considerado como especies diferentes.

Por lo dicho anteriormente creemos que estamos ante un caso sumamente interesante en el que a partir del estudio de los criterios biológicos subyacentes bajo las diferencias estadísticas, se puede llegar a tener unas bases biológicas sobre las que establecer una diferenciación taxonómica.

Finalmente y a modo de resumen podemos indicar que a partir del estudio de los análisis canónicos de poblaciones de Assilina pertenecientes a diversas especies del Eoceno inferior de Alicante se han confirmado algunas de las tendencias evolutivas expresadas por SCHAUB (1963) sobre este grupo de macroforaminíferos, a saber:

Aumento del diámetro del prolóculo, "desenrollamiento" de la espira, aumento del diámetro absoluto y disminución proporcional del espesor. Así mismo, se ha podido observar también el proceso conocido como desplazamiento de caracteres sobre dos especies del filum de A. spira. Dicho fenómeno parece tener importancia en determinados mecanismos de aislamiento reproductivo de los procesos de especiación y ha sido identificado raramente en poblaciones fósiles.

#### VI.6.- Sistemática de las especies de Assilina.

En este apartado, tal y como indicábamos al comienzo del presente capítulo, se incluye la sistemática de aquellas especies de Assilina que hemos considerado como válidas después del estudio biométrico realizado en páginas anteriores.

Hemos de indicar que se ha trabajado sólo sobre formas A por lo que todas las referencias bibliográficas así como las descripciones y comentarios se refieren únicamente a estas formas. Las formas B aparecen raramente y suelen ser escasas. Su estudio se llevará a cabo en trabajos posteriores.

Las especies están ordenadas según la sucesión estratigráfica y de acuerdo con los filum de SCHAUB (1963). Así, primero comentaremos las especies A. leymeriei, A. placentula y A. laxispira (filum de A. spira) y después A. pustulosa y A. reicheli (filum de A. exponens).

En cada especie se recogen las referencias bibliográficas más importantes, las dimensiones del diámetro, espesor y prolóculo de algunas poblaciones de la especie de que se trate, una descripción de los caracteres internos y externos, observaciones y por último la distribución estratigráfica que presenta la especie en los niveles estudiado en el presente trabajo.

Género Assilina ORBIGNY

Assilina leymeriei (ARCHIAC y HAIME, 1853)  
(Láminas XIX y XX)

Nummulites leymeriei ARCHIAC y HAIME, 1853, p. 153, lám. 11, fig. 9a, b, c.

Assilina leymeriei (ARCHIAC y HAIME). GOMEZ LLUECA, 1929, pp. 231-232, fig. 45, lám. 18, fig. 17, non figs. 12, 13, 14, 15, 16, 18.

Assilina leymeriei (ARCHIAC y HAIME). RUIZ DE GAONA, 1964, lám. 2, fig. 24.

Assilina aff. nili HARPE. SCHAUB, 1951, figs. 309, a-c.

Assilina leymeriei (ARCHIAC y HAIME). SCHAUB, 1961, pp. 178-181, fig. 1 a, lám. 3, figs. 1-8, lám. 4, figs. 9 a-c.

Assilina leymeriei (ARCHIAC y HAIME). MASSIEUX, 1973, pp. 83-85, lám. 11, figs. 1-17.

Forma A (macrosférica)

Dimensiones (m/m.).

Muestra AG- 18-1.

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 2,642	$S^2$ = 0,209	n° ejemplares:	15
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 3,092	$S^2$ = 0,244		" "
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,949	$S^2$ = 0,091	" "	15
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,846	$S^2$ = 0,175	" "	9
Prolóculo(m)	..... $\bar{X}$ = 0,144	$S^2$ = 0,0008	" "	31

Muestra AG- 20

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 2,298	$S^2$ = 0,192	n° ejemplares:	13
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 3,029	$S^2$ = 0,411	" "	3
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,717	$S^2$ = 0,021	" "	13
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,821	$S^2$ = 0,038	" "	3
Prolóculo(m)	..... $\bar{X}$ = 0,158	$S^2$ = 0,0007	" "	22

Carácteres externos.-

Se trata de una especie pequeña, de forma lenticular y bordes agudos, que presenta en ocasiones una debil depresión central.

La ornamentación está formada por gránulos que se disponen según una línea espiral, siendo mas grandes en el centro y mas pequeños hacia la perifería, para al final desaparecer, subsistiendo como ornamentación, únicamente la marca de los tabiques de la últimas vueltas, que aparecen como pequeñas "barras" radiales, bien visibles en ejemplares mojados.

Carácteres internos (sección ecuatorial).-

El aparato embrionario consta de dos cámaras globulosas casi iguales. Las vueltas son apretadas y se desarrollan lentamente, de forma regular. Los tabiques son casi rectos, curvándose ligeramente en la unión con la lámina espiral; se disponen de forma ligeramente oblicua y delimitan cámaras rectangulares, aproximadamente dos veces mas altas que anchas.

Observaciones.-

ARCHIAC y HAIME (1853) señalan al describir esta especie, la existencia de 2 formas, una aplanada (tipo) y otra mas gruesa (variedad a). Los ejemplares que aparecen en Alicante pertenecen todos

a la forma aplanada y de ornamentación menos pronunciada.

HILLEBRANDT (1962), figura unas formas de Assilina procedentes de la zona del Monte Perdido (Pirineo de Huesca) bajo el nombre de Assilina pyrenaica HARPE que parecen guardar una estrecha relación con la especie que comentamos.

A. leymeriei se diferencia claramente de otras especies, con las que coexisten, por su tamaño y ornamentación. Así, A. pustulosa es mucho mas abombada y posee una fuerte ornamentación de pustulas, mientras que A. placentula tienen un tamaño mayor, el prolóculo es mas grande y la ornamentación está constituida por abundantes gránulos y "barras" gruesas.

Distribución estratigráfica.-

En los niveles estudiados por nosotras en Alicante, esta especie aparece en la serie de Agost en las muestras AG-18-1 y AG-20, pertenecientes a la subzona de Morozovella aragonensis.

Assilina placentula (DESHAYES, 1838)  
(Láminas XXI a XXIII)

Nummulites placentula DESHAYES, 1838, lám. 6, fig. 9 (fide ELLIS et al., 1966).

Assilina placentula (DESHAYES). SCHAUB, 1951, p. 209, figs. 313-318 lám. 8, 17-19, lám. 9, figs. 2-8, 11.

Assilina placentula (DESHAYES). SCHAUB, 1961, fig. 1b.

Assilina placentula (DESHAYES). NEMKOV y BARKHATOVA, 1961. lám. 8, figs. 15-16.

Assilina placentula (DESHAYES). SCHAUB, 1966, p. 276, lám. 2, figs. 16-17.

Assilina placentula (DESHAYES). NEMKOV, 1967, lám. 39, figs. 1-16.

Assilina placentula (DESHAYES). BLONDEAU, 1972, p. 170, lám. 38, figs. 1-4.

Assilina placentula (DESHAYES). HILLEBRANDT, 1976, pp. 367-370, figs. 56-60.

Forma A (macrosférica)

Dimensiones (m/m.).

Muestra AG-20

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas....	$\bar{X}= 2,967$	$S^2= 0,449$	n° ejemplares:	15
	Estadio de 4 vueltas....	$\bar{X}= 3,665$	$S^2= 0,965$		
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas....	$\bar{X}= 0,878$	$S^2= 0,044$	" "	15
	Estadio de 4 vueltas....	$\bar{X}= 0,862$	$S^2= 0,007$	" "	5
Prolóculo(m)	.....	$\bar{X}= 0,196$	$S^2= 0,004$	" "	28

Muestra AG-31

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas....	$\bar{X}= 2,830$	$S^2= 0,860$	" "	8
	Estadio de 4 vueltas....	$\bar{X}= 3,504$	$S^2= 0,432$	" "	8
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas....	$\bar{X}= 0,941$	$S^2= 0,079$	" "	8
	Estadio de 4 vueltas....	$\bar{X}= 0,943$	$S^2= 0,037$	" "	8
Prolóculo(m)	.....	$\bar{X}= 0,204$	$S^2= 0,002$	" "	21

Carácteres externos.-

La forma del caparazón es discoidal, aplanado y a veces con una ligera depresión central. El perfil axial es ojival. La ornamentación está formada por gránulos simples, gránulos alineados y "ba-

rras". Los primeros suelen disponerse en la parte central de la concha, mientras que los gránulos seriados u las barras se sitúan hacia la periferia y casi siempre están ordenados espiralmente. La ornamentación puede aparecer en relieve o bien como manchas blancas.

Carácteres internos (sección ecuatorial).-

Tanto el prolóculo como la deuterconcha son esféricos, aunque el primero es algo mas grande que la segunda. El aparato embrionario en su conjunto tiene la forma de un ocho.

El desarrollo espiral es regular. Los tabiques son rectos o suavemente arqueados y están curvados hacia atrás en su unión con la lámina espiral. Las cámaras son isométricas o a veces ligeramente mas altas que largas.

Observaciones.-

Esta especie y su sucesora, A. laxispira, presentan, en aquellas muestras en que aparece únicamente una de ellas, bastantes semejanzas, sobre todo en lo que se refiere a características externas por lo que numerosos autores (SCHAUB, 1951; HILLEBRANDT, 1976; entre otros) hablan de la existencia de formas de transición. Sin embargo, en aquellas muestras en que aparecen ambas especies juntas, las diferencias se pueden observar mejor, dado que se acentúan debido al fenómeno conocido como desplazamiento de caracteres del que ya hemos hablado en páginas anteriores. Así A. placentula se diferencia A. laxispira en la ornamentación: esta última especie suele presentar un tipo de "enrejado" muy característico (ver descripción de esta especie y fig. 25), quedando los gránulos reducidos a la zona central, mientras que en A. placentula, la ornamentación está constituida, sobre todo, por gránulos simples, gránulos seriados y "barras" y la estructura del "enrejado" no aparece, o si lo hace ocupa a lo sumo la última vuelta y el engrosamiento de la lámina espiral es muy suave.. También son diferentes: el tamaño del prolóculo (mayor en A. laxispira) y el desarrollo de la espira, mas apretado en

A. placentula.

Distribución estratigráfica.-

En el área estudiada por nosotros en Alicante, aparece en las series de Agost, Sax y Tangel en la Zona de Morozovella aragonensis y desaparece en los tramos finales de la Zona de Acarinina angulosa.

Assilina laxispira HARPE, 1926  
(Láminas XXIV a XXVII)

Assilina placentula DESHAYES var. laxispira HARPE, 1926, p. 92.

Assilina douvillei ABRAD y FABRE. SCHAUB, 1951, p. 121, figs. 325-327, lám. 9, figs. 12-16.

Assilina laxispira HARPE. SCHAUB, 1961, p. 181, fig. 1c.

Assilina laxispira HARPE. NEMKOV y BARKHATOVA, 1961, lám. 9, fig. 1.

Assilina laxispira HARPE. SCHAUB, 1966, p. 376, lám. 2, fig. 29.

Assilina laxispira HARPE. NEMKOV, 1967, lám. 40, figs. 1-9.

Assilina laxispira HARPE. BLONDEAU, 1972, p. 171, lám. 38, fig. 7.

Assilina laxispira HARPE. RAHAGHI y SCHAUB, 1976, pp. 779-780, lám. 6, fig. 11.

Assilina laxispira HARPE. HILLEBRANDT, 1976, p. 371, figs. 63-65.

Forma A (macrosférica)

Dimensiones (m/m.).

Muestra AG-40-2.

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{x}$ = 3,842	$S^2 = 0,687$	n° ejemplares:	6
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{x}$ = 5,060	$S^2 = 0,602$	" "	14
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{x}$ = 0,847	$S^2 = 0,107$	" "	6
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{x}$ = 1,034	$S^2 = 0,018$	" "	14
Prolóculo(m)	..... $\bar{x}$ = 0,341	$S^2 = 0,004$	" "	38
Muestra AG-46				
Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{x}$ = 4,096	$S^2 = 0,517$	" "	5
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{x}$ = 5,192	$S^2 = 1,268$	" "	7
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{x}$ = 0,924	$S^2 = 0,030$	" "	5
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{x}$ = 1,210	$S^2 = 0,041$	" "	7
Prolóculo(m)	..... $\bar{x}$ = 0,375	$S^2 = 0,003$	" "	23

Carácteres externos.-

Esta especie presenta una forma discoidal, aplanada, con el borde romo. La ornamentación está formada al igual que en A. placentula por gránulos simples, gránulos seriados y "barras". Sin embargo en esta especie los gránulos simples aparecen únicamente en la zona central, los gránulos seriados son escasos y se suelen disponer alrededor de los anteriores y son las "barras" las que ocupan casi toda la superficie de los ejemplares. Todos estos elementos de ornamentación se disponen espiralmente y se sitúan sobre los tabiques. El engrosamiento de la espira se refleja en la superficie de la forma que al unirse con las "barras" da lugar a una estructura muy llamativa con forma de enrejado (fig. 25) que diferencia bien esta especie de su antecesora A placentula.

Carácteres internos (sección ecuatorial).-

La protoconcha es grande y tiene forma esférica, mientras que

la deuterconcha es mas pequeña y semicircular. El desarrollo espiral es amplio y crece regularmente. Los tabiques son rectos, casi perpendiculares y están curvados hacia atrás en la unión con la lámina espiral. Las cámaras suelen ser rectangulares, mas altas que anchas o bien isométricas.

Observaciones.-

Los problemas taxonómicos de esta especie han sido ampliamente discutidos por SCHAUB (1951, 1955).

Las relaciones entre A. placentula y A. laxispira se han indicado en el comentario de la primera especie.

A. laxispira se diferencia de A. reicheli por el mayor tamaño, la forma y ornamentación del caparazón y el desarrollo espiral mucho mas laxo en A. laxispira.

Distribución estratigráfica.-

Hemos encontrado esta especie en las series de Agost, Sax y Tangel.

Aparece en la parte inferior de la subzona de Planorotalites palmarae y desaparece al final de la Zona de A. angulosa.

Assilina pustulosa DONCIEUX, 1936  
(Láminas XXVIII y XXIX)

Assilina subpustulosa DONCIEUX, 1926, fig. 20, lám. 6, figs. 2-3.  
(fide GOMEZ-LLUECA, 1929).

Assilina pustulosa DONCIEUX. RUIZ DE GAONA, 1948, lám. 1, fig. 12, lám. 2 fig. 25.

Assilina pustulosa DONCIEUX. SCHAUB, 1951, pp: 206-208, figs.310-312.

Assilina pustulosa DONCIEUX. NEMKOV y BARKHATOVA, 1961, lám. 8, figs. 9-12.

Assilina pustulosa DONCIEUX. NEMKOV, 1967, lám. 38, figs. 4-13.

Forma A (macrosférica).

Dimensiones (m/m.).

Muestra AG-38

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 2,402	$S^2 = 1,217$	n° ejemplares:	5
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 3,410	$S^2 = 0,841$		" "
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 1,026	$S^2 = 0,114$	" "	5
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 1,232	$S^2 = 0,071$	" "	7
Prolóculo(m)	..... $\bar{X}$ = 0,198	$S^2 = 0,001$	" "	15

Muestra TA-4-1

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 2,812	$S^2 = 0,248$	" "	3
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 3,496	$S^2 = 0,286$		" "
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,836	$S^2 = 0,006$	" "	3
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,973	$S^2 = 0,024$		" "
Prolóculo(m)	..... $\bar{X}$ = 0,222	$S^2 = 0,002$	" "	17

Carácteres externos.-

Se trata, como puede verse por las dimensiones, de una forma relativamente pequeña, gruesa, con el área central plana o algo deprimida y los bordes cortantes. El perfil axial es exagonal o subexagonal.

La ornamentación está compuesta por pústulas claramente marcadas, desiguales en cuanto a forma y talla y dispuestas espiralmente o de forma irregular, faltando en el borde del caparazón.

Carácteres internos (sección ecuatorial).-

El aparato embrionario es pequeño y está formado por dos cámaras esféricas, casi iguales, en forma de un ocho. La espira es apretada y crece uniformemente. Las cámaras son, en general, tan altas como anchas y los tabiques aparecen ligeramente curvados y dispuestos oblicuamente.

Observaciones.-

A. placentula y A. laxispira se diferencian fácilmente de A. pustulosa por su ornamentación, el tamaño mayor del prolóculo, la espira menos arrollada y en general por presentar unas dimensiones mayores.

A. leymeriei se diferencia de la especie que comentamos por su tamaño algo menor, su ornamentación mucho menos acusada, la espira mas desarrollada y los tabiques que se disponen en forma radial.

Distribución estratigráfica.-

A. pustulosa esta representada en las series de Agost y Tangel, apareciendo en la base de la Zona de M. aragonensis y desapareciendo en los tramos finales de la subzona de Pl. palmarae.

Assilina reicheli SCHAUB, 1951  
(Láminas XXX y XXXI)

Assilina reicheli SCHAUB, 1951, p. 215, figs. 333,334, lám. 9, figs. 25-27.

Assilina reicheli SCHAUB. ZIEGLER, 1960, fig. 9, lám. 4, figs. 3-5.  
(fide ELLIS et al., 1966).

Assilina reicheli SCHAUB. CIMERMAN et al., 1974, pp. 115-116.

Forma A (macrosférica)

Dimensiones (m/m.).

Muestra AG-52

Diámetro (D)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 2,461	$S^2$ = 1,200	n° ejemplares:	2
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 3,504	$S^2$ = 0,354		" "
Espesor (E)	Estadio de 3 vueltas.... $\bar{X}$ = 0,886	$S^2$ = 0,074	" "	2
	Estadio de 4 vueltas.... $\bar{X}$ = 1,300	$S^2$ = 0,180	" "	4
Prolóculo(m)	..... $\bar{X}$ = 0,253	$S^2$ = 0,002	" "	23

Carácteres externos.-

Posee esta especie un caparazón lenticular de borde agudo, que presenta en el centro una elevación muy característica ocupada por gruesas pústulas, dispuestas irregularmente y de tamaño variado. Hacia la perifería estas pústulas son sustituidas por pequeñas "barras"

Carácteres internos (sección ecuatorial).-

La protoconcha es grande, semiesférica y mayor que la deuteroconcha. La espira es apretada y aumenta de tamaño regularmente. La lámina espiral es gruesa y los tabiques están ligeramente arqueados y se disponen oblicuamente. Las cámaras son isométricas o algo más largas que altas y de forma rómbica.

Observaciones.-

A. reicheli se diferencia bien de las especies contemporáneas tales como A. placentula y A. laxispira, por su menor tamaño relativo, la forma tan característica de su caparazón y el desarrollo de la espira, mas apretado.

Distribución estratigráfica.-

Esta especie la hemos encontrado únicamente en Agost, en los niveles superiores de la Zona de Acarinina angulosa.

174

## VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

## VII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES .

A lo largo de la presente Tesis Doctoral se ha abordado el estudio de las faunas de foraminíferos del Eoceno inferior de la zona central de la Provincia de Alicante, llegándose a diversas conclusiones que se recogen de forma más extensa al final de cada uno de los capítulos correspondientes y que en este apartado nos limitaremos a exponer brevemente.

### A) Foraminíferos planctónicos.

El estudio de los foraminíferos planctónicos ha permitido la identificación de 39 especies con las que se ha elaborado una bioestratigrafía detallada de los niveles estudiados, caracterizándose las siguientes biozonas:

Zona de <u>M. velascoensis</u>	Paleoceno superior
Zona de <u>M. subbotinae</u>	Eoceno inferior
Zona de <u>M. formosa</u>	Eoceno inferior
Zona de <u>M. aragonensis</u>	Eoceno inferior
Zona de <u>A. angulosa</u>	Eoceno inferior
Zona de <u>H. aragonensis</u>	Eoceno medio
Zona de <u>Gtheke.subconglobata subconglobata</u>	Eoceno medio

Una de estas siete biozonas se ha redefinido (Zona de A. angulosa) dado que las anteriores denominaciones (Zona de M. caucásica de HILLEBRANDT, 1965 y Zona de "S. senni" de BENJAMINI, 1980) no parecen ser satisfactorias, por lo menos en su aplicación a las Cordilleras Béticas. Por otra parte, dos de las zonas clásicas (Zona de Planorotalites palmarae y zona de Morozovella aragonensis) se incluyen como subzonas dentro de la zona de M. aragonensis entendida ésta en sentido amplio, de acuerdo con las ideas de BOLLI y KRASHE NINNIKOV (1977).

### B) Microforaminíferos bentónicos.

Se han identificado aproximadamente unas 400 especies, elabo

rándose los inventarios correspondientes de los niveles estudiados. No se ha hecho el estudio sistemático de las especies encontradas dado que los inventarios han sido utilizados únicamente para un estudio paleoecológico. Sobre ellos se han obtenido diversos parámetros: Índice de diversidad  $\alpha$  de Fisher, Índice de diversidad de Shannon, relación planctónicos/bentónicos y porcentaje entre los subórdenes presentes. Dichos parámetros se han estudiado mediante análisis de la varianza. Así mismo, a partir de los inventarios se han elaborado matrices (Tipo Q y R) de coeficientes de correlación que se han interpretado mediante análisis "cluster".

Estos procedimientos han permitido señalar diferencias significativas entre los grupos de inventarios pertenecientes a la serie de Sax, frente a los procedentes de otras columnas estratigráficas y entre grupos de muestras con macroforaminíferos en abundancia y aquellas en las que estos organismos eran escasos o faltaban.

Se han podido establecer seis asociaciones para la zona de M. aragonensis y otras seis para la zona de A. angulosa. La interpretación de estas asociaciones a partir de los resultados anteriores y de los datos cualitativos de la fauna estudiada, nos permite indicar que, probablemente estas asociaciones ocuparon áreas que abarcan desde la parte distal de la plataforma interna hasta la zona distal de la plataforma externa.

#### C) Macroforaminíferos (Asilinas).

Por último se ha llevado a cabo el estudio, mediante análisis multivariable (canónico), de varias poblaciones pertenecientes a cinco especies de Assilina. Este procedimiento ha permitido comprobar la existencia de diversas tendencias dentro de la evolución de este género, así como estudiar la influencia de los factores ambientales sobre determinadas características morfológicas. En concreto se ha podido apreciar como los espesores de la lámina espiral parecen estar más influidos por el medio, que la altura de las cámaras o el tamaño del prolóculo, estos últimos mejor controlados genéticamente.

Se ha podido observar, así mismo, el fenómeno conocido como desplazamiento de caracteres que ha constituido una prueba suplementaria de la validez taxonómica de algunas de las especies estudiadas. Este fenómeno es considerado, hoy día, de suma importancia en los procesos de especiación y raramente se ha podido identificar en poblaciones fósiles.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A. (1949) La fauna del Eoceno inferior de Aren (Huesca).  
Notas y Com. I.G.M.E., 91 : 83-93
- ANSARY, S.E. y FAHMY, S.E. (1971) Zonation par les Foraminifères  
planctoniques des dépôts paléogènes de la région d'Erz-  
el-Orban, Golfe de Suez, Égypte. Revue microp., 14  
(2) : 121-130.
- ARCHIAC, M.A. d' (1850) Description des fossiles du groupe Num-  
mulitique recueillies par M.S.P. Pratt et M.J. Delbos aux  
environs de Bayonne et de Dax. Mém. Soc. Geol. Fr.  
(2a ser.), 3 : 397-417.
- ARCHIAC, M.A. d' y HAIME, J. (1853) Description des animaux fo-  
ssiles du groupe nummulitique de l'Inde, précédée d'un  
résumé géologique et d'une monographie des Nummulites.  
Gide et Baudry edit. Paris. 1-164.
- ARNI, P. (1965) Contribution a la systématique des Nummulites s.l.  
1er Coll. Intern. Microp. Dakar, 21-28.
- ARNI, P. (1965) L'évolution des Nummulitinae en tant que facteur  
de modification des dépôts littoraux. 1er Coll. Afric.  
Microp. Mem. B.R.G.M., 32 : 7-20
- ARNI, P. y LANTERNO, E. (1976) Observations Paléocéologiques dans  
L'Eocène du Gargano (Italie Méridionale). Arch. Sc.  
Genève, 29(3) : 287-314
- ASCOLI, P. (1976) Foraminiferal and ostracod biostratigraphy  
of the Mesozoic - Cenozoic, Scotian Shelf, Atlantic Ca-  
nada. Benthonics' 75. Maritime Sedim. Spec. Public.,  
1(B) : 653-772.
- AUBERT, J. (1962) Les Globorotalia de la région pré-rifaine (Ma-  
roc septentrional). Notes Serv. Geol. Maroc, 21(156) :  
41-92.
- AUBERT, J. y BERGGREN, W.A. (1976) Paleocene benthic foraminife-  
ral biostratigraphy and paleoecology of Tunisia. Bull.  
Centre Rech. Pau (S.N.P.A.), 10(2) : 379-469.

- AUBERT, J., BSEME, P., ELLOY, R., ESQUEVINE, J., FABER, J., KULBICKI, G., NIBOUREL, C. y CERTLI, H.J. (1964) Progrés dans la connaissance du Danien et du Paleocene en Aquitaine Meridionale, Coll. sur l'Eoc. Mém.B.R.G.M., 28(1):381-392.
- AZEMA, J. (1965) Sur l'existence d'une zone intermédiaire entre Prébétique et Subbétique dans les provinces de Murcie et d'Alicante (Espagne). C.R.Acad. Sc., 260D:4020-4023.
- AZEMA, J. (1966) Géologie des confins des provinces d'Alicante et de Murcie (Espagne). Bull.Soc.Géol.Fr. (7e ser.), 8:80-86.
- AZEMA, J., DEVRIES, A. y MAGNE, J. (1969) Observations sur les formations oligocènes supérieurs à Échinodermes des Sierras du Horna et du Monteagudo (Province d'Alicante, Espagne). Bull.Soc.Géol.Fr. (7e. ser.), 11:45-48.
- AZEMA, J., BOURROUILTH, R., CHAMPETIER, Y., FOURCADE, E. y RANGHEARD, Y. (1974) Rapports stratigraphiques, paléogéographiques et structuraux entre la Chaîne ibérique, les Cordillères Bétiques et les Baléares. Bull.Soc.Géol.Fr. (7e. ser.), 16(2) : 140-159.
- BANDY, O.L. (1964) Cenozoic planktonic foraminiferal zonation. Micropaleontology, 10(1) : 1-17.
- BARBIERI, F. y MEDOLI, F. (1964) Significato Paleoeológico di alcuni generi di foraminiferi nella serie Pliocenica Vernasca-Castell'Arquato. L'Ateneo Parmesense, 35(1):8-34.
- BARKHATOBA, N.N. y NEMKOV, G.I. (1965) The large Foraminifera of Mangyohan and Northern Aral region and their stratigraphical significance. Acad.Nauka, 1-97.
- BARNETT, R.S. (1974) An application of numerical taxonomy to the classification of Nummulitidae (Foraminiferida). Jour. Paleont., 48(6) : 1249-1263.

- BECKMANN, J.P., EL-HEINY, I., SAID, R. y VIOTTI, C. (1969) Standard planktonic zones in Egypt . Proc.Firts Int.Conf.Plank. Microf. Geneve , 1:92-103 .
- BEERBOWER, J.R. y JORDAN, D. (1969) Application of information theory to paleontologic problems : Taxonomic diversity . Jour. Paleont. 43(5):1184-1198 .
- BEIGBEDER, Y. y MOULINIER, M. (1966) Fonds sédimentaires et Foraminifères dans la baie de Santi-Brieuc . C.R.Acad.Sc., 263(D):324-327 .
- BENJAMINI, CH. (1980) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Avedat group (Eocene) in the northern Negev, Israel. Jour.Paleont. 54(2) : 325-358 .
- BENJAMINI, CH. y REISS, Z. (1979) Wall-thickness and perforation in Eocene planktonic foraminifera . Micropaleontology , 25(2) : 141-150 .
- BERGGREN, W.A. (1965) Some problems of Paleocene-Lower Eocene planktonic foraminiferal correlations . Micropaleontology , 11(3) : 278-300 .
- BERGGREN , W.A. (1969 a ) Biostratigraphy and planktonic Foraminiferal zonation of the Tertiary system of the Sirte basin of Libya , North Africa . Proc.Firts Int.Conf. Plank.Microf.Geneve , 1 : 104-120 .
- BERGGREN , W.A. (1969 b ) Paleogene biostratigraphy and planktonic Foraminifera of Northern Europa . Proc.Firts Int. Conf.Plank.Microf. Geneve , 1 : 121-160 .
- BERGGREN , W.A. (1969 c ) Rates of evolution in some Cenozoic planktonic foraminifera . Micropaleontology , 15(3):351-365.
- BERGGREN , W.A. (1971) Tertiary boundaries and correlations . in: Funnell, B.M. y Riedel, W.R. (Eds.) Micropaleontology of the Oceans , 693-809 .

- BERGGREN, W.A. (1977) Atlas of Paleogene Planktonic Foraminifera. Some species of the genera Subbotina, Planorotalites, Morozovella, Acarinina y Truncorotaloides . in: Ramsay, E. (Ed.) Oceanic Micropaleontology , 1:205-300 .
- BERGGREN, W.A. (1978) Recent advances in Cenozoic planktonic foraminiferal biostratigraphy, biocronology and biogeography : Atlantic Ocean . Micropaleontology, 24(4):337-370.
- BERGGREN, W.A. y AUBERT, J. (1975) Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic-Thethyan regions : Midway-Type fauna . Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 18:73-192 .
- BERGGREN, W.A. y AUBERT, J. (1976 a ) Eocene benthonic foraminiferal biostratigraphy and paleobathymetry of Orphan Knoll (Labrador Sea ) . Micropaleontology , 22(3):327-346 .
- BERGGREN, W.A. y AUBERT, J. (1976 b ) Late Paleogene (Late Eocene and Oligocene) benthonic foraminiferal biostratigraphy and paleobathymetry of Rockall Bank and Hatton-Rockall Basin. Micropaleontology , 22(3) : 307-326 .
- BERGGREN, W.A., OLSSON, R.K. y REYMENT, R.A. (1967) Origin and development of the foraminiferal genus Pseudohasterigerina Banner and Blow , 1959 . Micropaleontology , 13(3): 265 - 288 .
- BERMUDEZ, P.J. y FARIAS, J.R. (1977) Biostratigrafía venezolana. Zonación del Cenozoico al Reciente basada en el estudio de los foraminíferos planctónicos . Rev. Esp. Microp., 9(2):159-190 .
- BERTELS, A. (1976) Bioestratigrafía del Paleoceno marino en la provincia de Chubut , Republica Argentina . Separata sin referencias .
- BERTELS, A. (1977) Paleogene Foraminifera-South Atlantic . in : Swain, F.M. (Ed.) Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic Basin and Borderlands , 411-436 .

- BIEDA, F. (1933) Sur quelques Nummulites et Assilines d'Espagne. Geol. Mediterr. Occident., 3(3): 3-20 .
- BLONDEAU, A. (1968) Révision des Nummulites et des Assilines des Alpes Maritimes . Coll. sur l'Eoc. Mem. B.R.G.M., 58: 27-54 .
- BLONDEAU, A. (1971) Esquisse phylogénétique des Nummulites. C.R. Acad. Sc. , 272(D): 377-380 .
- BLONDEAU, A. (1972) Les Nummulites . Ed. Vuibert, 1-254 .
- BLONDEAU, A., DAVASE, A. y TASSENCOURT, L. (1977) Essais de traitements numériques pour l'étude des Nummulites . 2.- Répartition de Nummulites intermedius d'ARCHIAC , autour de la Méditerranée . Bull. Centre Rech. Pau (S.N.P.A.), 1(2): 379-392 .
- BLONDEAU, A., PAJOT, F. y TASSENCOURT, L. (1974) Essais de traitements numériques pour l'étude des nummulites . Bull Centre Rech. Pau (S.N.P.A.) , 8(2) : 455-467 .
- BLOW, W.H. (1969) Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy . Proc. Firts Int. Conf. Microf. Geneva , 1 : 199-422 .
- BOLLI, H.M. (1966) Zonación de sedimentos marinos del Cretaceo hasta el Plioceno basada en foraminíferos planctónicos. Public. Inst. Mexicano Petrol., 69: 1-35 (Traducción 1969).
- BOLLI, H.M. (1972) The genus Globigerinatheka BRONNIMANN . Jour. foram. research , 2: 109-136 .
- BOLLI, H.M. y CITA, M.B. ( 1960 ) Globigerine e Globorotalie del Paleocene di Paderno d' Adda (Italia) . Riv. Ital. Paleont. Strat. , 66(3): 361-402 .
- BOLLI, H.M. y KRASHENINNIKOV, V.A. (1977) Problems in Paleogene and Neogene correlations based on planktonic foraminifera. Micropaleontology , 23(4) : 436-452 .

- BOLTOVSKOY, E. y WRIGTH, R. (1976) Recent Foraminifera . Junk, W. ( Ed. ) , 1-515 .
- BOUSSAC, J. (1911) Études stratigraphiques et paleontologiques sur le nummulitique de Biarritz . Annal. Strat. et Paleont. 5 : 1-95 .
- BRATU, E. (1969) Distributions des Foraminifères planctoniques dans le flysch interne paléocène - éocène à la Courbure des Carpates Orientales (Roumanie) . Proc. Firts Conf. Plank. Microf. Geneve , 2:15-20 .
- BROTZEN, F. (1948) The swedish Paleocene and its foraminiferal fauna . Sver. Geol. unders. , 493 : 1-140 . (Reimpr. 1970)
- CAMPA-VINETA, J.A., CUADRAS-AVELLANA, C. y MONTORIOL-POUS, J. (1972) Aplicación del análisis canónico al estudio de la mineralización de Osor ( Gerona ) . Acta Geol. Hisp. , 7(1) : 29-32 .
- CARO, Y., LUTERBACHER, H., PERCH-NIELSEN, K., PREMOLI-SILVA, I., RIEDEL, W. y SANFILIPPO, A. (1975) Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Éocène inférieur . Bull. Soc. Geol. Fr. (7e ser.) , 17(2): 125-147 .
- CAVANILLES, J.A. (1797) Observaciones sobre la Historia Natural del Reyno de Valencia . Imprenta Real, 2 : 1-338 . ( Reimpresión 1975 ) .
- CIMERMAN, F., PAVLOVEC, R., PAVSIC, J. y TODESCO, L. ( 1974 ) Biostratigraphy of the Paleogene Beds of Goriska Brda . Geol. Razpr. in Porocila , 17(17) : 7-130 .
- CITA, M.B., PREMOLI-SILVA, I., TOURMARKINE, M., BOLLI, H.M., LUTERBACHER, H.P., MOHLER, H.P. y SCHAUB, H. ( 1968 ) Le Paléocène et l'Éocène de Paderno D'Adda ( Italie Septentrionale) . Coll. sur l'Eoc. Mem. B.R.G.M. , 58(1):611-627 .

- CIZANCOURT, M. (1931) Sur la stratigraphie et la faune nummulitique du Flysch de l'Albanie . Bull. Soc. Geol. Fr. (4e ser.) 30 : 195-209 .
- CIZANCOURT, M. (1948) Les Nummulites de l'ile de la Barbade . Mém. Soc. Geol. Fr. , 57(1) : 1-40 .
- CLAVELL, E. y REGUANT, S. (1977) Contribución al conocimiento del valor estratigráfico de Assilina (Aplicación al Eoceno de San Vicente de la Barquera , Santander , España). Mem. 2º Congr. Latino-americano (Geología). Bol. Geol. Publ. Esp. 7:1383-1392 .
- COLOM, G. (1945) Estudio preliminar de las microfaunas de Foraminíferos de las margas eocénicas y oligocénicas de Navarra . Estudios Geol. 2: 35-84 .
- COLOM, G. (1954) Estudio de las biozonas con foraminíferos del Terciario de Alicante . Bol. I.G.M.E. , 66: 1-279 .
- COLOM, G. (1971) Micropaleontología de las series eocénicas de Santa Coloma de Queralt ( Tarragona ) . Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 41(4):73-135 .
- COLOM, G. (1974) Foraminíferos Ibéricos . Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes . Inst. Investig. pesqueras C.S.I.C. , 38(1) : 1-245 .
- CORDEY, W.G., BERGGREN, W.A. y OLSSON, R.K. (1970) Phylogenetic trends in the planktonic foraminiferal genus Pseudohasterigerina Banner and Blow , 1959 . Micropaleontology, 16(2):235-242.
- CUADRAS-AVELLANA, C., CAMPA-VINETA, J.A. y MONTORIOL-POUS, J. (1972) El análisis canónico y su aplicación en Geología . Act. Geol. Hisp. 7(1): 22-25 .
- CHAMPETIER, Y. (1967) Le Crétacé terminal et le Tertiaire de la Sierra del Mediodía (province d'Alicante , Espagne). Présence de Paléocène à faciés lagunaire . C.R. Acad. Sc. , 264 : 1683-1685 .

- DURAND DELGA, M. y MAGNE, J. (1958) Données stratigraphiques et micro-paléontologiques sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne). Revue Microp. 1(1):155-176 .
- DURAND DELGA, M. y MAGNE, J. (1960) Une coupe du tertiaire prébétique de Benitachell (Province d'Alicante, Espagne). Bull. Soc. Geol. Fr. (7e ser.) 2 : 302-307 .
- EJEL, F. (1969) Zones stratigraphiques du Paléogène et problème de la limite Éocène moyen - Éocène supérieur dans la région de Damas ( Syrie ) . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf. , 2:175-181 .
- EJEL, F. y NOUET, G. (1966) Présence de Cuvillierina vallesiensis (RUIZ DE GAONA) dans la région de Damas (Syrie). Revue Microp. , 9(1):19-22 .
- EL KHOUDARY, R.H. (1977) Truncorotaloides libyaensis, a new planktonic foraminifer from Jabal al Akhdar (Libya). Rev. Esp. Microp. , 9(3):327-336 .
- EL NAGGAR, Z.R. (1966) Stratigraphy and planktonic foraminifera of the upper Cretaceous-Lower Tertiary succession in the Esna-Idfu region , Nile Valley, Egypt, UAR . Bull. British Mus. (Nat. Hist.) Geology, suppl. 2 :1-291 .
- EL NAGGAR, Z.R. (1969 a ) New suggestions for the division and correlation of Paleocene strata by the use of planktonic foraminifera . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf. , 2; 182-201 .
- EL NAGGAR, Z.R. (1969 b ) Correlation of the various planktonic foraminiferal zonations of the Paleocene . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf. , 2: 202-223 .
- ELDREDGE, N. (1968) Convergence between two Pennsylvanian gastropod species : a multivariate mathematical approach . Jour. Paleont. , 42(1): 186-196 .
- ELLIS, B.F. y MESSINA, A.R. (1966) Catalogue of index foraminifera . Spec. Public. Am. Mus. Nat. Hist. , 2 .

- ELLIS, B.F., MESSINA, A.R., CHARMATZ, R. y RONAI, L.E. (1969) .Catalogue of index smaller foraminifera .Spec. Public. Am. Mus. Nat. Hist. , 2 .
- FALLOT, P. (1948) Les Cordilleres Bétiques . Estudios Geol., 8: 83-172 .
- FERRER, J. (1971) El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la depresión del Ebro (Cataluña) . Mém. suis. Paleont., 90:1-70 .
- FERRER, J., LE CALVEZ, Y., LUTERBACHER, H. y PREMOLI SILVA, I. (1973) Contribution a l'étude des Foraminifères ilerdiens de la région de Tremp (Catalogne) . Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., 29:1-78 .
- FISHER, R.A., CORBET, A.S. y WILLIAMS, C.B. (1943) The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population . Jour. Anim. Ecol., 12: 42-58 .
- FLANDRIN, J. (1938) Contribution a l'étude paléontologique du Nummulitique Algérien . Materiaux pour la carte géologique de l'Algérie (1e. ser.) . Paleont., 8:1-155 .
- FUNNELL, B.M. (1971) Post-Cretaceous biogeography of oceans with especial reference to plankton . in: Middlemiss, F.A., Rawson, P.F. y Newall, E. (Eds.) Faunal provinces in space and time . Geol. Jour. Spec. Iss. , 4:191-198 .
- GARCIA RODRIGO, B. (1965) Nuevos datos sobre el Paleógeno de la zona prebética al N. de Alicante . Not. y Com. I.G.M.E. , 79 : 69-88 .
- GOMEZ LLUECA, F. ( 1929 ) Los Nummulitidos de España . Junta Ampl. Est. Inv. Cient., Ser. Paleontologica , 8(1):1-400 .
- GOULD, S.J. (1970) Evolutionary paleontology and the science of form . Earth Sc. Rev. 6: 77-119 .

- HANG, H. y LINDENBERG, H.G. (1969) Revision der von C.N.GUMBEL, 1868 aus den Eozon des barerischen Alpenvorlandes beschriebenen planktonischen Foraminiferen . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf., 2:229-249 .
- HARDENBOL, J. y BERGGREN, W. ( 1978) A new Paleogene Numerical Time scale . Contrib. Geol. Time Scale. A.A.P.G. , Studies in Geology , 6:213-234 .
- HARPE, P. de la (1881) Étude des Nummulites de la Suisse et révision des espèces éocènes des genres Nummulites et Assilina (1a) Mém. suisses Paleont., 7 : 1-104 .
- HARPE, P. de la (1883) Étude des Nummulites de la Suisse et révision des espèces éocènes des genres Nummulites et Assilina (2a. y 3a. part.). Mém. suisses Paleont., 8-10:1-180.
- HARPE, P. de la (1877) Note sur les Nummulites des environs de Nice et de Menton . Bull. Soc. Geol. Fr. (3e. ser.) , 5:817-836.
- HARPE, P. de la (1926) Materiaux pour servir a une monographie des Nummulites et Assilines . in: Rozlozsnik, P. (Ed.) A. m. kir. Foldtani Interezet Evkonyve , 27 :1-102 .
- HEDBERG, H.D. (1980) Guia Estratigráfica Internacional . Ed. Reverte , 1-205 .
- HILLEBRANDT, A.v. (1962) Das Paleozan und seine Foraminiferenfauna im Becken von Reichenhall und Salzburg . Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abh., N.F., 108:1-182 .
- HILLEBRANDT, A.v. (1962) Das Alttertiar im Mont-Perdu-Gebiet (Spanisch Zentralpyrenaen) . Eclog. Geol. Helv., 55(2):295-315.
- HILLEBRANDT, A.v. ( 1975 ) Corrélacion entre biozones de grands Foraminifères et de Foraminifères planctoniques de l'Ilerdien. Bull. Soc. Geol. Fr. , 17(2): 162-167 .
- HILLEBRANDT, A.v. (1965) Foraminiferen-Stratigraphie im Alttertiar von Zumaya (Provinz Guipuzcoa, NW-Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten . Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., N.F., 123:1-56 .

- HILLEBRANDT, A.v. (1974) Bioestratigrafía del Paleógeno en el su-  
reste de España ( Provincias de Murcia y Alicante) .  
Cuad. Geol., 5:135-153 .
- HILLEBRANDT, A.v. (1976) Los foraminíferos planctónicos, nummuliti-  
dos y coccolitoforidos de la zona de Globorotalia pal-  
marae del Cusiense (Eoceno inferior) en el SE. de España  
(Provincias de Murcia y Alicante) . Rev. Esp. Microp.,  
8(3):323-394 .
- INGLE, J.C., KELLER, G. y KOLPACK, R.L. (1980) Benthic foraminiferal  
biofacies, sediments and water masses of the southern  
Peru-Chile Trench area, southeastern Pacific Ocean. Mi-  
cropaleontology , 26(2):113-150 .
- JENKINS, G.D. (1965) Planktonic foraminifera and Tertiary intercon-  
tinental correlations . Micropaleontology, 11(3):265-277.
- JENKINS, G.D. (1974) Paleogene Planktonic foraminifera of New Zea-  
land and the Austral Region . Jour. Foram. Res., 4(4):  
155-170 .
- JEREZ MIR, L. (1973) Geología de la Zona Prebética en la transver-  
sal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes (provin-  
cias de Albacete, Murcia) . Tesis Doctoral, Granada, 1-750.
- JIMENEZ DE CISNEROS, D. (1912) Excursión desde Novelda al Pinoso  
(Alicante). Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. , 12:127-135 .
- JIMENEZ DE CISNEROS, D. (1927) Geología y paleontología de Ali-  
cante. Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. Ser. Geol., 21:1-140.
- KRASHENINNIKOV, V.A. (1965) Zonal Paleogene stratigraphy of the  
Eastern Mediterranean. Acad. Nauka , 133:5-75 .
- KRASHENINNIKOV, V.A. (1971) Cenozoic Foraminifera . Init. Rep. Deep  
Sea Drill. Proj., 6:1055-1068 .
- KRASHENINNIKOV, V.A. y PFLAUMANN, U. (1977) Zonal stratigraphy and  
planktonic foraminifera of Paleogene deposits of the  
Atlantic Ocean to the West off Africa (Deep Sea Drilling  
Project, Leg. 41). Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj., 41:581-611.

- KURESHY, A.A. (1977) The Tertiary Planktonic Foraminiferal zones of Pakistan . Rev. Esp. Microp., 9(2):203-220 .
- LE CALVEZ, Y. y FEUGUEUR, L. (1956) L'Yprésien Franco-Belge: essai de corrélation stratigraphique et micropaléontologique. Bol. Soc. Geol. Fr. ( 6e ser.) , 6:735-751 .
- LE CALVEZ, Y. (1963) Contribution a l'étude des Foraminifères de la région d'Abidjan (Cote-d'Ivoire). Revue Microp., 6(1):41-50.
- LE CALVEZ, Y. (1970) Contribution a l'étude des Foraminifères paléogènes du bassin de Paris. Cahiers de Paléontologie, 1-378.
- LENDINEZ, A. y LERET, G. (1978) Hoja geológica nº872 (Alicante). I.G.M.E. , 1-33 .
- LIPPS, J.H. (1966) Wall structure , systematics and phylogeny studies of Cenozoic planktonic foraminifera. Jour. Paleont., 46(6):1257-1274 .
- LIPPS, J.H. ( 1970) Plankton evolution . Evolution, 24:1-22 .
- LOEBLICH, A.R. y TAPPAN, H. (1964) Sacordina chiefly Thecamoebians and Foraminiferida . in: Moore, R.C. (Ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology, Protista 2 (1-2): 1-653 .
- LOEBLICH, A.R. y TAPPAN, H. (1974) Recent advances in the Classification of the Foraminiferida . in: Hedley, R.H. y Adams, C.G. (Eds.) Foraminiferida 1 : 1 - 54 .
- LUTERBACHER, H.P. ( 1964 ) Studies in some Globorotalia from the Paleocene and Lower Eocene of the Central Apennines. Eclog. Geol. Helv., 57(2):631-730 .
- LUTERBACHER, H. (1973) La sección tipo del piso Ilerdiense. XIII Coloquio Europ. Micropaleontología , 113-140 .
- LUTERBACHER, H., FERRER, J. y ROSELL, J. (1973) El Paleógeno marino del Noreste de España . XIII Coloquio Europ. Micropaleontología , 29-62 .

- MARGALEF, R. (1953) Caracteres ligados a las magnitudes absolutas de los organismos y su significado sistemático y evolutivo . Public.Inst.Biol.Aplic. , 12:11-121 .
- MARGALEF, R. (1974) Ecología . Ed. Omega , 1-951 .
- MARGEREL, J.P., BLONDEAU-ALLARD, M.A. y OLLIVIER-PIERRE, M.F. (1976) Contribution a l'étude Micropaléontologique de l'Éocène du Bassin de Campbon (Loire-Atlantique) . Bull. Soc. Geol. Miner. Bretagne , 8(1,2) :1-63 .
- MARQUEZ, L. (1975) Microbiostratigrafía del Paleógeno de la zona este de la provincia de Alicante . Tesis de Licen. (inedita).
- MARQUEZ, L. (1976) Microbiostratigrafía de tres series del Paleógeno de la provincia de Alicante . Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.) , 74 : 97-135 .
- MARQUEZ, L. (1979) Estudio sobre las asociaciones de foraminíferos bentónicos del Eoceno inferior de Agost (Alicante). Comunicación a IV Reunión Bienal Real Soc. Esp. Hist. Nat.
- MARTINEZ, W. y BENZAQUEN, M. (1975) Hoja Geológica n°820 (Onteniente) I.G.M.E., 1-49 .
- MARTINEZ, W., COLODRON, I., NUÑE, A. y LERET, G. (1978) Hoja Geológica n°871 (Elda) . I.G.M.E., 1-64 .
- MARTINEZ GALLEGO, J. (1973) Sobre la presencia de la zona de Globorotalia palmarae en las Cordilleras Béticas . Cuad. Geol. , 4:69-75 .
- MARTINEZ GALLEGO, J. (1976) Sobre la presencia del genero Clavigerinella BOLLI, LOEBLICH y TAPPAN, 1957 , en las Cordilleras Béticas . Rev. Esp. Microp. , 8(2):265-272 .
- MARTINEZ GALLEGO, J. y CREMADES, J. (1979) Globigerina (Eoglobigerina) prebética , nueva especie de foraminífero planctónico del Eoceno Inferior. Rev. Esp. Microp. , 11(1):95-98 .

- MATEU, G. (1970) Contribución al conocimiento de los foraminíferos actuales. Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales de Cataluña y Baleares. Trab. Inst. Esp. Oceanograf., 38:1-85 .
- MATHIEU, R. (1971) Les associations de Foraminifères du plateau continental atlantique du Maroc au large de Casablanca. Revue Microp., 14(1):55-61 .
- MASSIEUX, M. (1973) Micropaléontologie stratigraphique de l'Éocène des Corbières septentrionales (Aude) . Cahiers de Paléontologie , 1-150 .
- MAYR, E. (1969) Principles of Systematic Zoology. McGraw-Hill Book Co. (Eds.) , 1-338 .
- McGOWRAN, B. (1968) Reclassification of early Tertiary Globorotalia. Micropaleontology , 14(2): 179-198 .
- MOORKENS, T. (1968) Quelques Foraminifères planctoniques de L'Yprésien de la Belgique et du Nord de la France . Coll. sur l'Eoc. Mém. B.R.G.M., 58(1):109-127 .
- MORRISON, D.F. (1967) Multivariate statistical methods . McGraw-Hill Book Co. (Eds.) . Ser. Probl. & Stat., 13:1-388 .
- MURRAY, J.W. (1973) Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids . Heinemann Ed. , 1-275 .
- MURRAY, J.W. y WRIGHT, C.A. (1974) Paleogene Foraminiferida and Palaeoecology, Hampshire and Paris basins and the English Channel . Spec. Papers in Paleontology, 14:1-130 .
- NEMKOV, G.I. (1958) La systématique de la famille des Nummulitidae. Défauts des schémas existants de la systématique de la famille des Nummulitidae . Trudy Moskov geol. razv. Inst. "Ordzhonikidze" SSSR , 33:79-88 .
- NEMKOV, G.I. (1960) Le dimorphisme chez les Nummulites . Vopr. Mikro pal. S.S.S.R., 3:50-66 .

- NEMKOV, G.I. (1962) Remarques sur la paléoécologie des Nummulites .  
Vopr. Mikrop. S.S.S.R., 6:64-72 .
- NEMKOV, G.I. (1967) Les Nummulites de l'Union Soviétique et leur  
signification biostratigraphique. Acad. Nauka ,1-312 .
- NEMKOV, G.I. (1968) Les Nummulites de l'U.R.S.S. , leur évolution,  
systématique et distribution stratigraphique . Coll.  
sur l'Eoc. Mém. B.R.G.M. , 58(1):71-78 .
- NEMKOV, G.I. y BARKHATOVA, N.N. (1961) Nummularity , Assiliny i Oper-  
culiny Kryma . Acad. Nauka , 5:1-124 .
- NEUMANN, M. (1968) A propos de Gyroïdinella magna LE CALVEZ en Aquï  
taine et en Mésogée . Coll. sur l'Eoc. Mém. B.R.G.M. ,  
58(1):85-92 .
- NICKLES, R. (1892) Recherches géologiques sur les terrains secon-  
daires et tertiaires de la province d'Alicante et du S.  
de la province de Valence . Annales Hebert, 1:1-219 .
- NOVO CHICARRO, P. (1915) Reseña geológica de la Provincia de Ali-  
cante . Bol. I.G.M.E. , 36:57-148 .
- PAQUET, J. (1963) Note préliminaire sur le Prebetique et le Sub-  
betique au N. de la Sierra Espuña (Prov. Murcie, Espagne).  
Ann. Soc. Geol. Nord. , 82:235-240 .
- PAQUET, J. (1969) Étude géologique de l'Ouest de la province de Mur-  
cie (Espagne) . Mém. Soc. Geol. Fr. (n.s.) , 48:1-270 .
- PAVLOVEC, R. (1961) A contribution to the study of Eocene and Oligo-  
cene Nummulites in Yugoslavia . Acad. Sc. Art. Slovenica ,  
6:369-424 .
- PAVLOVEC, R. (1975) Evolutionary lines and Taxonomic Problems of  
the Nummulitinae . Geologija , 18:71-73 .
- PAVLOVEC, R. (1976a) The Pathology of Nummulitins . Geologija,  
19 : 85-93 .

- PAVLOVEC, R. (1976b) The Nummulitins from western Yugoslavia. Jugoslavanski geoloski Kongres, 2:239-248 .
- PHLEGER, F.B. (1960) Ecology and distribution of Recent Foraminifera. Oxford Univ. Press., 1-297 .
- PHLEGER, F.B. y SOUTAR, A. (1973) Production of benthic foraminifera in three east Pacific oxygen minima . Micropaleontology, 19(1):110-115 .
- PIGNATELLI, R., ESPEJO, J. y CRESPO, A. (1973) Hoja Geológica nº839 (Elche) . I.G.M.E. , 1-27 .
- POSTUMA, J.A. (1971) Manual of Planktonic Foraminifera. Elsevier Publis. , 1-420 .
- PUJOS, M. (1972) Repartition des biocenoses de Foraminifères benthiques sur le Plateau continental du Golfe de Gascogne a l'ouest de l'embouchure de la Gironde . Rev. Esp. Microp. , 4(2): 141-156 .
- PUJOS-LAMY, A. ( 1973) Bolivina subaenariensis Cushman , indicateur d'un milieu confiné dans le Gouf de Cap-Breton . C. R. Acad. Sc. , 277(D):2655-2658 .
- RAHAGHI, A. y SCHAUB, H. (1976) Nummulites et Assilines du NE. de l'Iran . Eclog. Geol. Helv., 69(3):765-782 .
- RAO, C.R. (1973) Linear statistical inference and its applications. J. Wiley & sons (Eds.) , 1-522 .
- RENZI, M. de (1981) Some philosophical questions about paleontology and their practical consequences . Acta Geol. Hisp. , 16(1,2): 7-23 .
- RENZI, M. de y MARTINELL, J. (1979) The application of Taxonomic Diversity and other quantitative procedures in the paleoecological study of two Pliocene deposits of l'Emporda (Catalunya, Spain) . Tert. Resch., 2(3):135-147 .

- RENZI, M. de y MARTINELL, J. (1979) Algunos aspectos de la problemática de la especie paleontológica. Aplicación al caso de la diferenciación biométrica de Nassarius semistriatus (Brocchi, 1814) y N. elatus (Gould, 1845). Studia Geol., 15:7-36 .
- RENZI, M. de, SERRA-KIEL, J. y CUADRAS, C. (1979) Análisi de perfils. Col.loquis Soc. Cat. Biol., 12:65-71 .
- RENZI, M. de, SERRA-KIEL, J. y CUADRAS, C. Rational methods versus empirical methods : The use of profile analysis in the study of the spiral diagrams in Nummulites and its taxonomical and phylogenetical consequences . (En prensa).
- RIOS, J.M., VILLALON, C., TRIGUEROS, E. y NAVARRO, A. (1961) Hoja Geológica n°822 (Benisa) . I.G.M.E. , 1-160 .
- RIOS, J.M., VILLALON, C., TRIGUEROS, E. y NAVARRO, A. (1960) Hoja Geológica n°848 (Altea) . I.G.M.E. , 1-98 .
- ROBLES-RAMOS, M.L. y FLORES-COVARRUBIAS, C. (1969) Catalogo ilustrado de los foraminíferos planctónicos utilizados en la zonificación realizada por BOLLI, 1966 . Public. Inst. Mexicano Petrol., 69:38-196 .
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1977 a ) Los grandes accidentes tectónicos de la provincia de Alicante . Tecniterrae, 17:8-17.
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1977 b ) Síntesis geológica del Prebético de la provincia de Alicante . I) Estratigrafía . Bol. I.G.M.E. , 88(3):183-214 .
- RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1977 c ) Síntesis geológica del Prebético de la provincia de Alicante . II) Tectónica . Bol. I.G.M.E., 88(4):273-299 .
- ROGER, J. (1974) Paléontologie générale . Ed. Masson , 1-432 .
- ROZLOZSNIK, P. (1929) Studien Uber Nummulinen . Geologica Hungarica, ser. Paleont. , 2:1-248 .

- RUIZ DE GAONA ,M. (1946) El Terciario Nummulítico fertil de Guetcho (Vizcaya) . Not. y Com. I.G.M.E., 16:1-32 .
- RUIZ DE GAONA,M. (1948) La fauna principalmente nummulítica de la serie terciaria guipuzcoana: Estudios Geol., 9:133-167.
- RUIZ DE GAONA ,M. y COLOM,G. (1950) Estudios sobre las sinecias de los Foraminíferos Eocénicos de la vertiente meridional del Pirineo (Cataluña-Vizcaya).Estudios Geol., 12:293-434 .
- SAID,R. (1960) Planktonic foraminifera from the Thebes Formation ,Luxor,Egypt . Micropaleontology, 6(3):277-286 .
- SAID,R. y SABRY,H. (1964) Planktonic foraminifera from the type locality of the Esna Shale in Egypt . Micropaleontology , 10(3): 375-395 .
- SALAJ,J. (1969) Zones planctiques du Crétacé et du Paléogène de Tunisie . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf., 2: 588-593 .
- SAMUEL,O. y SALAJ,J. (1968) Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene . Geol. Ustav D. Stura , 1-232 .
- SCHAUB,H. (1951) Stratigraphie und Palaontologie des Schlierenflysches,mit besonderer Berücksichtigung der paleocänen und untereocänen Nummuliten und Assilinen . Mém. suis. Paleont., 68:1-222 .
- SCHAUB,H. (1955) Zur Nomenklatur und Stratigraphie der europäischen Assilinen . Eclog. Geol. Helv. , 48(2):409-413 .
- SCHAUB,H. (1961 a ) Acerca de algunos Nummulites y Assilinas de la monografía y colección de D'Archiac . Not. y Com. I.G.M.E. , 62 : 171-194 .
- SCHAUB,H. (1961 b ) Über die Genusnamen der Nummulitidae: Nummulites,Assilina und Operculina . Eclog. Geol. Helv., 54(2) : 565-569 .

- SCHAUB, H. (1962) Stammesentwicklung und geologisch Zeitbestimmung. Verhandl. Naturf. Ges. Basel, 73(2):318-331 .
- SCHAUB, H. (1963) Über einige Entwicklungsreihen von Nummulites und Assilina und ihre stratigraphische Bedeutung. in: Evolutionary trends in foraminifera , 282-297 .
- SCHAUB, H. (1965) Schlierenflysch . Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol., 31(81):124-134 .
- SCHAUB, H. (1966) Über die Grossforaminiferen in Untereocen von Campo (Ober-Aragonien) . Eclog. Geol. Helv., 59(1): 355-378 .
- SCHAUB, H. (1973) La sección de Campo (Prov. de Huesca). XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología , 151-170 .
- SCHINDEL, D.E. y GOULD, S.J. (1977) Biological interaction between fossil species : characters displacement in Bermudian land snails . Paleobiology , 3:259-269 .
- SEAL, H. (1964) Multivariate Statistical Analysis for Biologists. Methuen and Co. Ltd. , 1-207 .
- SERRA-KIEL, J. (1976) Us biostratigrafic de les formes A de Nummulites a l'Eocen mig de Vic . Tesis de licenciatura , Barcelona ( inedita ) .
- SERRA-KIEL, J., RENZI, M. de , REGUANT, S. y CUADRAS, C.M. (1978) . Aplicación del análisis de perfiles y canonico a las formas A de Nummulites del grupo del N. perforatus de Vic ( Barcelona ) . Rev. Esp. Microp., 11(2):279-294 .
- SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. (1979) Biometria . Ed. Blume , 1-832 .
- STEINECK , P.L. y FLEISHER, R.L. (1978) Towards the classical evolutionary reclassification of Cenozoic Globigerinacea (Foraminiferida) . Jour. Paleont., 52(3):618-635 .
- STAINFORTH, R.M., LAMB, J.L., LUTERBACHER, H., BEARD, J.N. y JEFFORDS, R.M. (1975) Cenozoic Planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. Univ. Kansas. Paleont. Contrib. , 62 : 1-425 .

- STREETER, S.S. (1972) Living benthonic foraminifera of the Gulf of California , a factor analysis of Phleger's (1964) data . Micropaleontology , 18(1) : 64-73 .
- TOURMARKINE, M. y BOLLI, H.M. (1970) Évolution de Globorotalia cerroazulensis (COLE) dans l'Éocène moyen et supérieur de Possagno (Italie) . Revue Microp. 13(3):131-145 .
- TUCKER, H.G. (1966) Introducción a la teoría matemática de las probabilidades y la estadística . Ed. Vicent.-Vives, 1-272.
- TZANEVA, P. (1969) La stratigraphie du Paléogène de la Bulgarie du Nord d'après les données micropaléontologiques . Proc. Firts Int. Conf. Plank. Microf. , 2:675-680 .
- WALKER, R.G. (1967) Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments . Jour. Sed. Petrol. , 37(1):25-43 .
- WRIGHT, C.A. (1973) Foraminiferids from the Lutetian at Ronquerolles (Val-d'Oise) and their palaeoecological interpretation . Revue Microp. , 16(2):147-157 .
- YASSINI, I. (1979) Maastrichtian-Lower Eocene biostratigraphy and the planktonic foraminiferal biozonation in Jordan. Rev. Esp. Microp. , 11(1):5-58 .

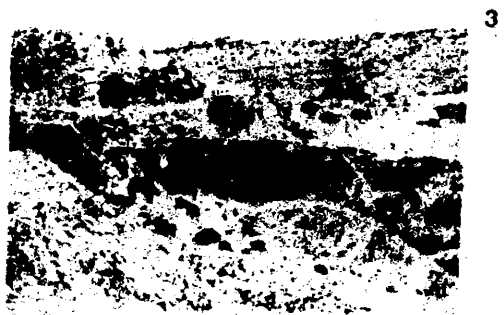
230

IX. LAMINAS

## LAMINA I

- Fig. 1 .- Serie de Agost . Tramo 17 . Vista general de los niveles inferiores de la zona de Acarinina angulosa .
- Fig. 2 .- Serie de Agost . Tramos 7 y 8 . Niveles pertenecientes a la subzona de Morozovella aragonensis.
- Fig. 3 .- Serie de Agost . Tramo 15 . Parte media y superior de la subzona de Planorotalites palmarae .
- Fig. 4 .- Serie de Agost . Tramos 7 y 8 . Secuencia turbidítica con un amplio desarrollo de la laminación paralela . En la base , sobre las lutitas verdosas, aparece un nivel margocalizo ,con abundante fauna de foraminíferos planctónicos,seguido por un tramo de arenisca con granoclasificación ,que erosiona al nivel calcáreo ,

LAMINA I



## LAMINA II

- Fig. 1 .- Serie de Agost. Tramos 9 y 10 . Subzona de Morozovella aragonensis . Ordenamiento interno de una de las secuencias turbidíticas con el nivel graduado y el tramo de ripples bien desarrollado .
- Fig. 2 .- Serie de Agost. Tramos 14 y 15 .Aspecto general de los niveles pertenecientes a la parte media de la subzona de Planorotalites palmarae .
- Fig. 3 .- Serie de Agost. Tramos 9 y 10 .Aspecto de uno de los tramos turbidíticos . A destacar en la parte superior la aparición de secuencias incompletas.
- Figs. 4 y 5 .- Serie de Agost. Tramo 17 .Diversas vistas de los niveles correspondientes a la parte media de la zona de Acarinina angulosa .

LAMINA II



## LAMINA III

Fig. 1 .- Serie de Agost . Tramo 23 : Zona de Hantkenina aragonensis . Facies turbidítica proximal ; relleno de canal , con clastos constituidos por diversos organismos(especialmente nummulítidos) .

Fig. 2 .- Serie de Sax. Vista general de la Sierra de la Arqueña .

Figs. 3 y 4 .- Serie de Sax . Vistas de los tramos 1(lutitas azules) ,2 (lutitas rosas) y 3 (Calizas biodetríticas) . Zona de Morozovella aragonensis .

LAMINA III



1

3



2



4

## LAMINA IV

- Fig. 1 .- Serie de Tangel . Tramos 2 y 3 . Zona de Moro zovella aragonensis . Vista de las secuencias turbidíticas .
- Fig. 2 .- Serie de Faz . Tramos 1 a 8 . Zona de Acari- nina angulosa . Vista de las secuencias turbidíticas.
- Fig. 3 .- Serie de Faz . Detalle de la fig. 2 . Obser- vese el desarrollo de la división inferior granocla sificada sobre las margocalizas pelágicas con fora- míníferos planctónicos.
- Fig. 4 .- Serie de Faz . Detalle de la fig.2 . Secuencia de cinco turbiditas con un gran desarrollo de los tramos de areniscas .

LAMINA IV



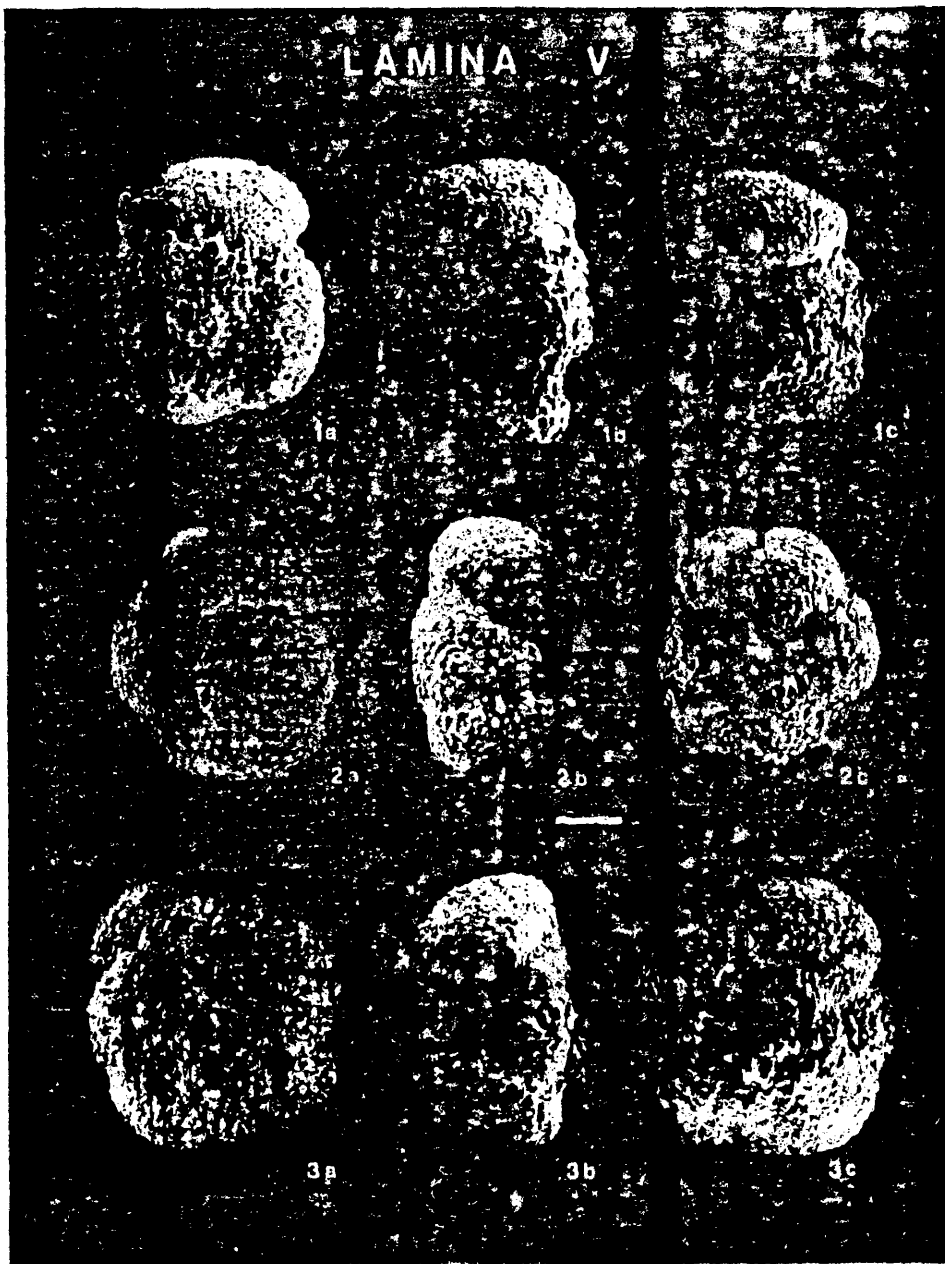
LAMINA V

Figs. 1a,b,c.- Acarinina angulosa (BOLLI) .  
Serie de Faz (Muestra F-12-1) .

Figs. 2a,b,c.- Acarinina aspensis (COLOM) .  
Serie de Agost (Muestra AG-31) .

Figs. 3a,b,c.- Acarinina densa (CUSHMAN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-4)

(Todas x120 ; barra:100 micras)



LAMINA VI

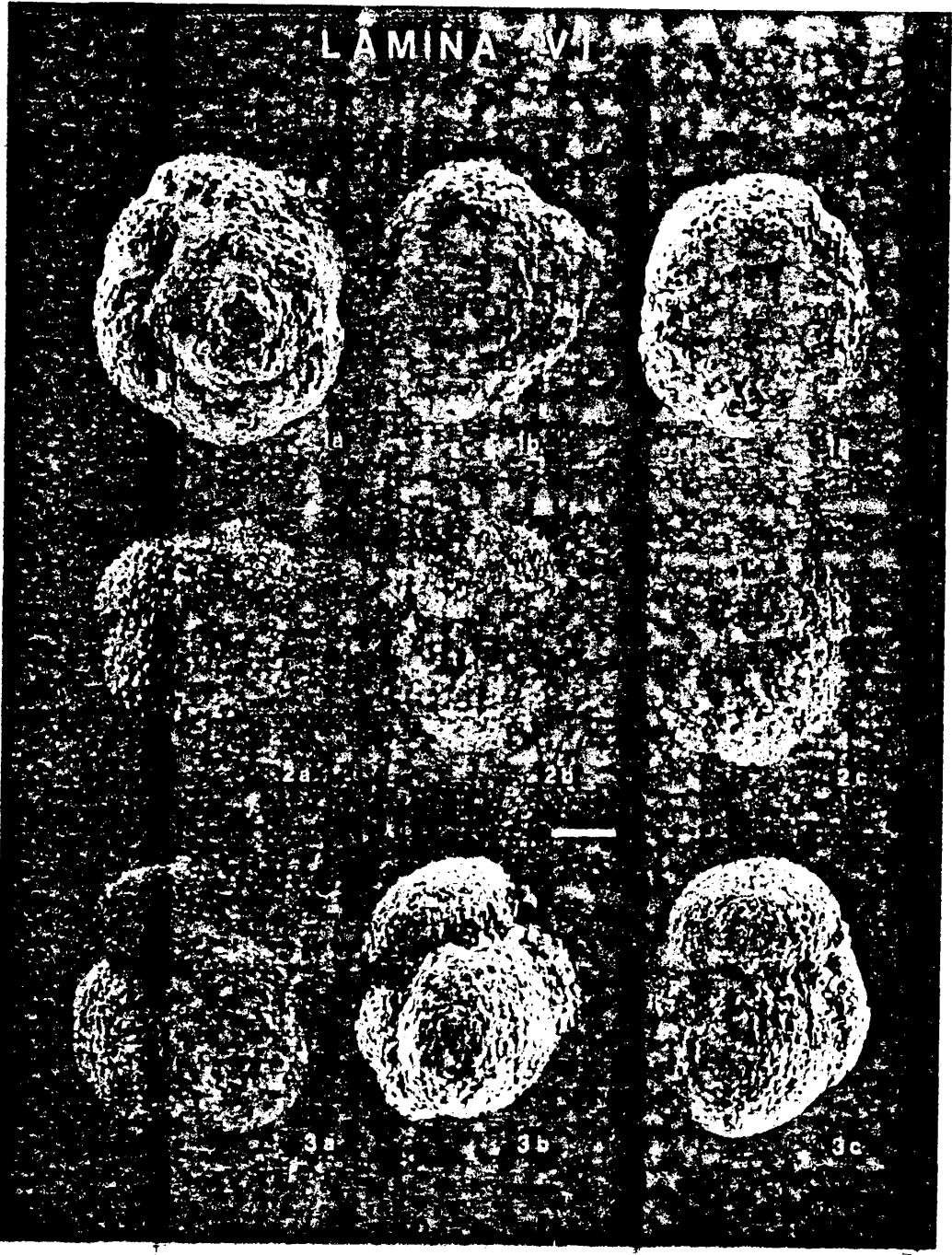
Figs. 1a,b,c.- Acarinina gravelli (BRONNIMANN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-4) .

Figs. 2a,b,c.- Acarinina pentacamerata (SUBBOTINA) .  
Serie de Sax (Muestra S-1-3) .

Figs. 3a,b,c.- Acarinina primitiva (FINLAY) .  
Serie de Faz (Muestra F-3) .

( Todas x120 ; barra:100 micras )

LAMINA VI



## LAMINA VII

Figs. 1a,b,c.- Acarinina pseudopilensis SUBBOTINA .  
Serie de Agost (Muestra AG-35) .

Figs. 2a,b,c.- Acarinina soldadoensis (BRONNIMANN) .  
Serie de Sax (Muestra S-1-3) .

Figs. 2a,b,c.- Globigerinatheka index index (FINLAY) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-2) .

( Todas x120 ; barra:100 micras )



## LAMINA VIII

Figs. 1a,b,c.- Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA) . Serie de Agost (Muestra AG-54).  
(x120 ; barra:100 micras) .

Fig.1d.- Detalle de una abertura secundaria de Globigerinatheka subconglobata subconglobata (SHUTSKAYA).  
Serie de Agost (Muestra AG-54). (x300 ; barra:100 micras ) .

Figs. 2a,b.- Hantkenina aragonensis NUTTALL .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-3) .  
( x120 ; barra:100 micras ) .

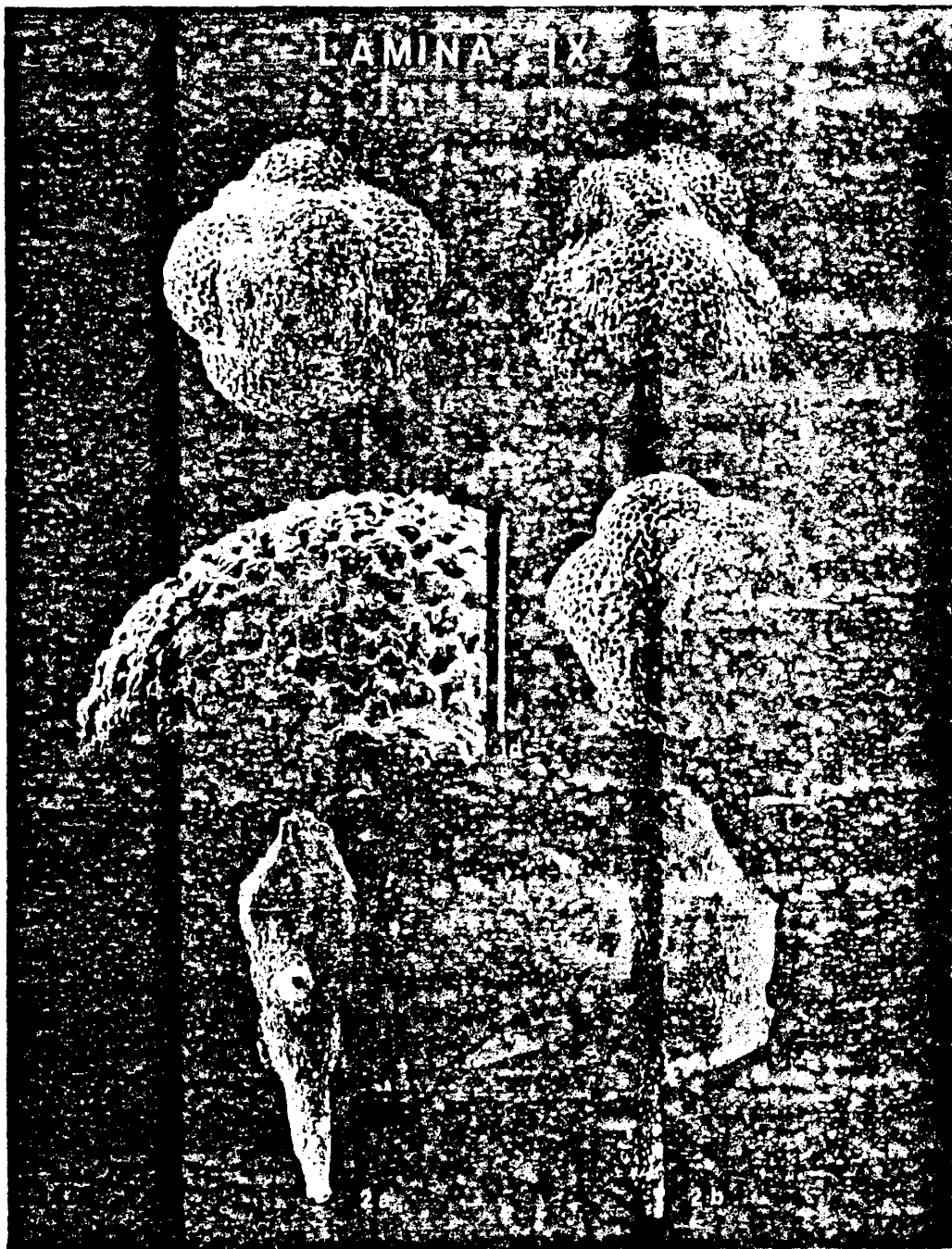


## LAMINA IX

Figs. 1a,b,c.- Guembelitrioides higginsi (BOLLI) .  
Serie de Agost (Muestra AG-36) .  
( x120 ; barra:100 micras ) .

Fig. 1d .- Detalle de la superficie de Guembelitrioides higginsi (BOLLI) . Serie de Agost (Muestra AG-36) .  
( x400 ; barra 100 micras ) .

Figs. 2a,b.- Hantkenina longispina (CUSHMAN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-3) .  
( x120 ; barra:100 micras ) .



LAMINA X

Figs. 1a,b.- Hantkenina mexicana CUSHMAN .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-3) .  
( x55 ; barra:100 micras ) .

Figs. 2a,b,c.- Morozovella aequa (CUSHMAN y RENZ) .  
Serie de Agost (Muestra AG-4) .  
( x120 ; barra:100 micras ) .

LAMINA XI



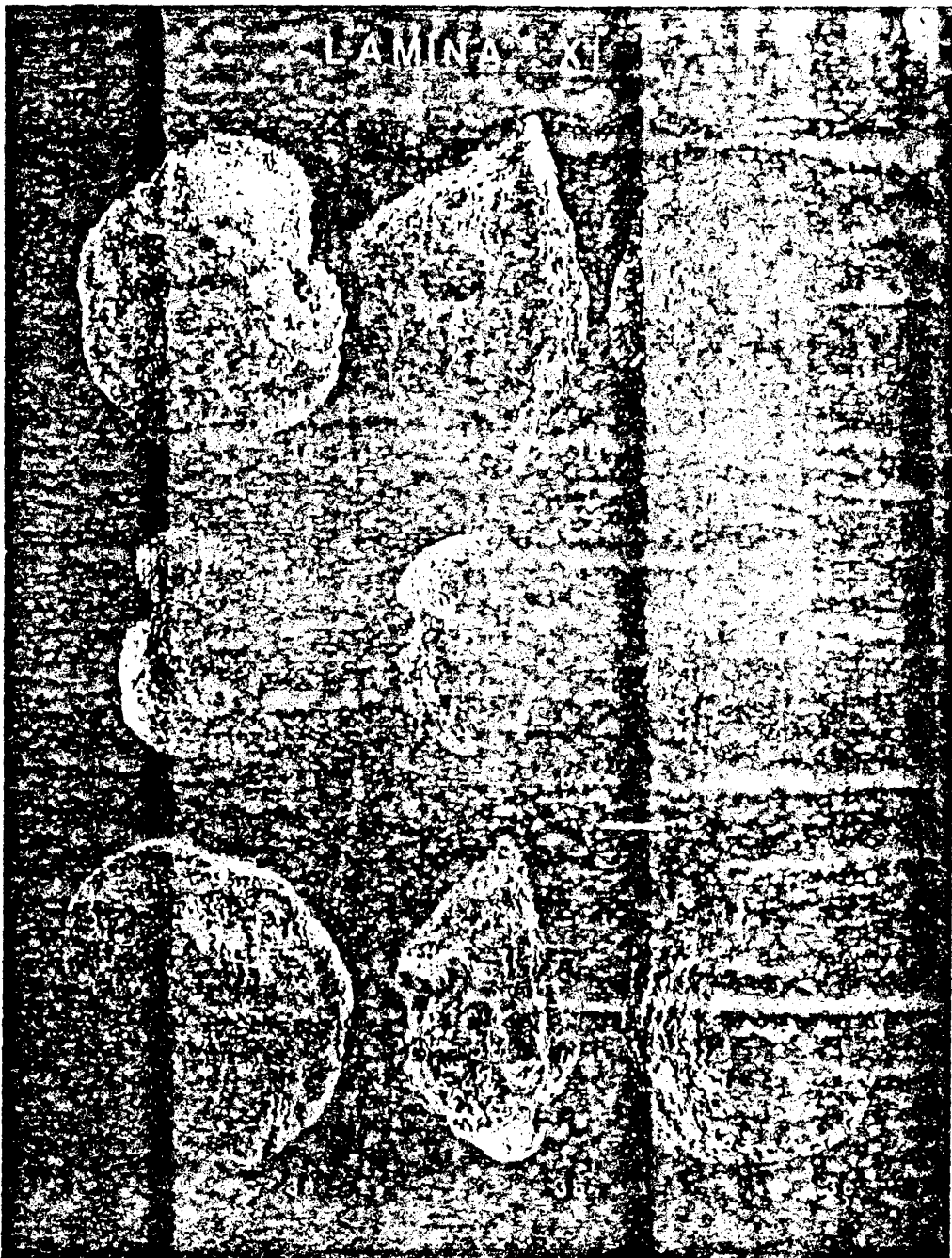
## LAMINA XI

Figs. 1a,b,c.- Morozovella aragonensis (NUTTALL) .  
Serie de Agost (Muestra AG-18-1) .

Figs. 2a,b,c.- Morozovella broedermanni (CUSHMAN y BERMUDEZ) .  
Serie de Agost (Muestra AG-16-1') .

Figs. 3a,b,c.- Morozovella formosa (BOLLI) .  
Serie de Agost (Muestra AG-16-3) .

( Todas x120 ; barra:100 micras )



LAMINA XII

Figs. 1a,b,c.- Morozovella caucasica (GLAESSNER) .  
Serie de Agost (Muestra AG-45) .

Figs. 2a,b,c.- Planorotalites palmarae (CUSHMAN y BERMUDEZ) .  
Serie de Agost (Muestra AG-36) .

(Todas x120 ; barra:100 ) .

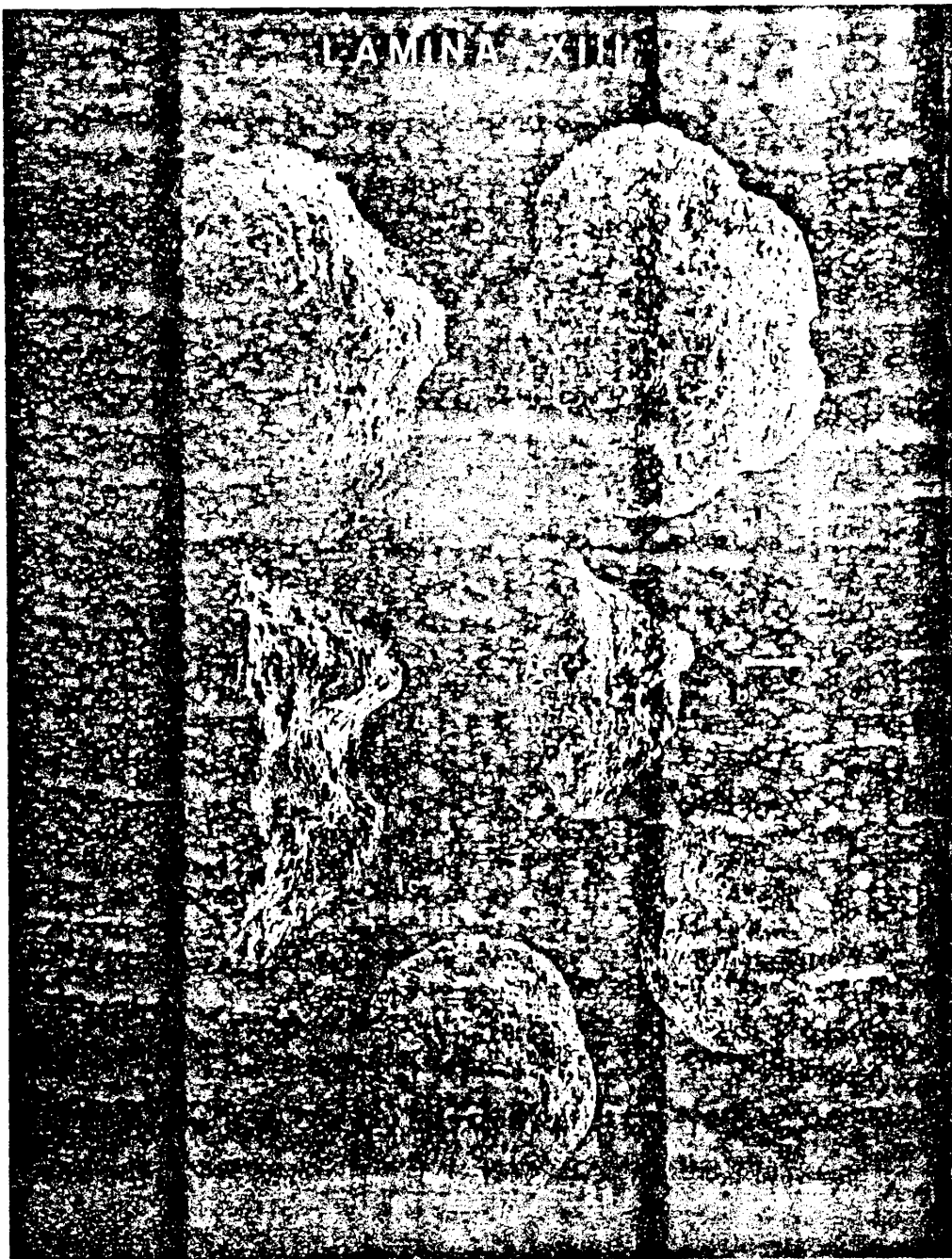


LAMINA XIII

Figs. 1a,b,c.- Morozovella gracillis (BOLLI) .  
Serie de Agost (Muestra AG-2) .

Figs. 2a,b,c.- Morozovella subbotinae (MOROZOVA) .  
Serie de Agost (Muestra AG-16-1') .

( x120 ; barra:100 micras ) .

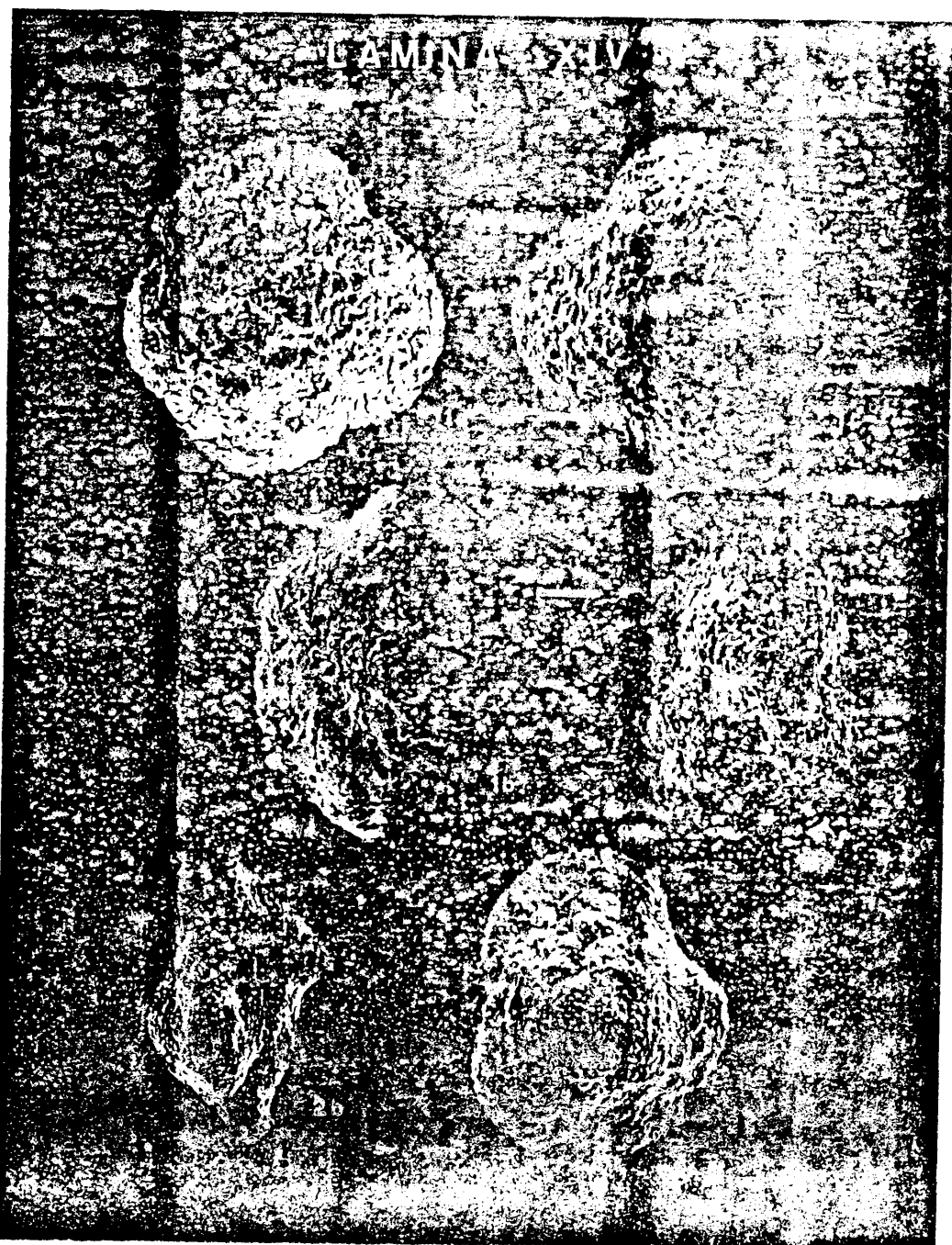


LAMINA XIV

Figs. 1a,b,c.- Morozovella lensiformis (SUBBOTINA) .  
Serie de Agost (Muestra AG-4) .

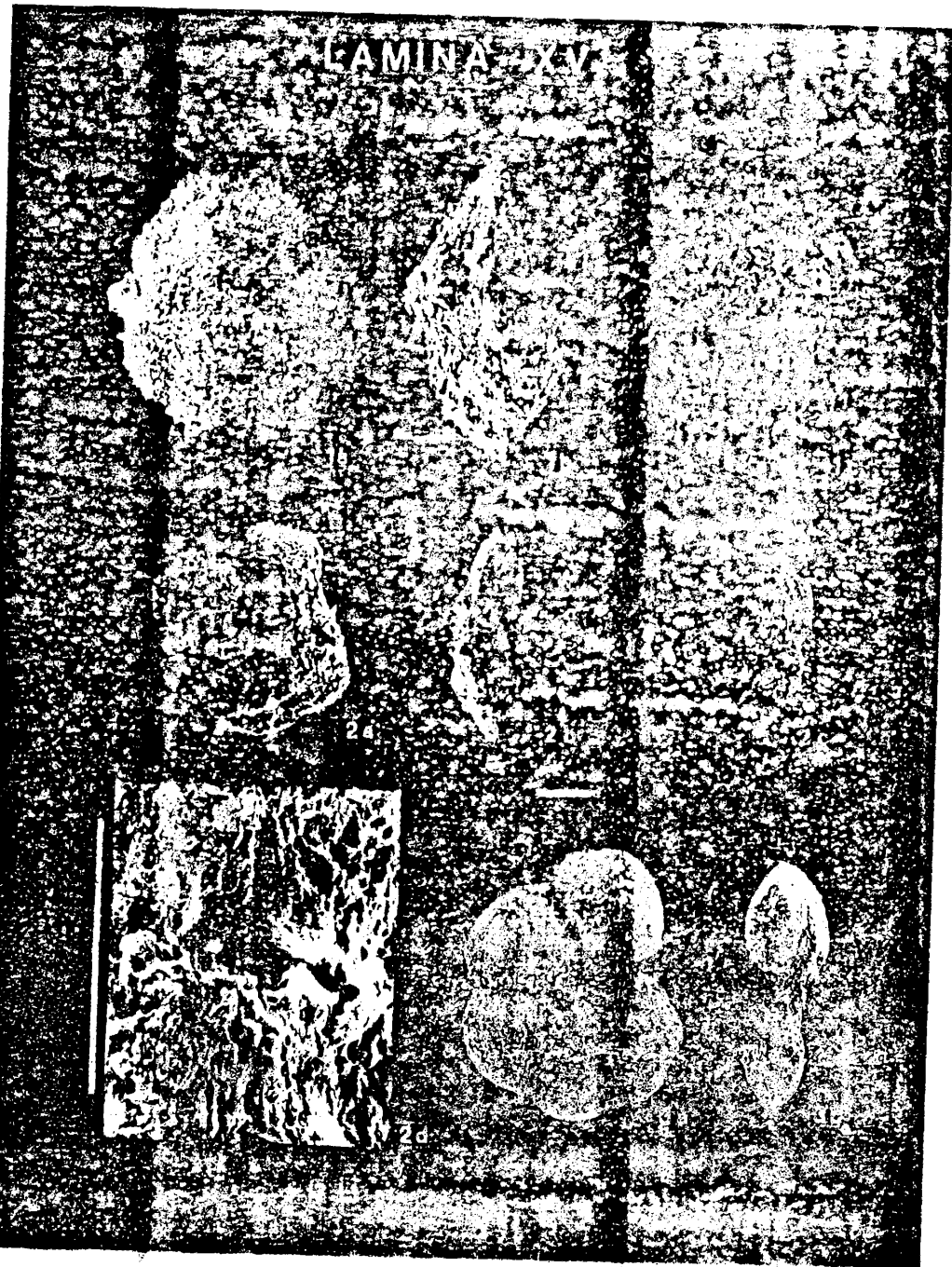
Figs. 2a,b,c.- Morozovella marginodentata (SUBBOTINA) .  
Serie de Agost (Muestra AG-4) .

( Todas x120 ; barra:100 micras ) .



## LAMINA XV

- Figs. 1a,b,c.- Morozovella spinulosa (CUSHMAN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-4) .  
( x120 ; barra:100 micras ) .
- Figs. 2a,b,c.- Planorotalites pseudoscitula (GLAESSNER).  
Serie de Sax (Muestra S-1-1) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .
- Fig. 2d .- Abertura de Planorotalites pseudoscitula  
(GLAESSNER) .Serie de Sax (Muestra S-1-1) .  
( x 525 ; barra:100 micras ) .
- Figs. 3a,b.- Pseudohasterigerina micra (COLE) .  
Serie de Agost (Muestra AG-38) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .

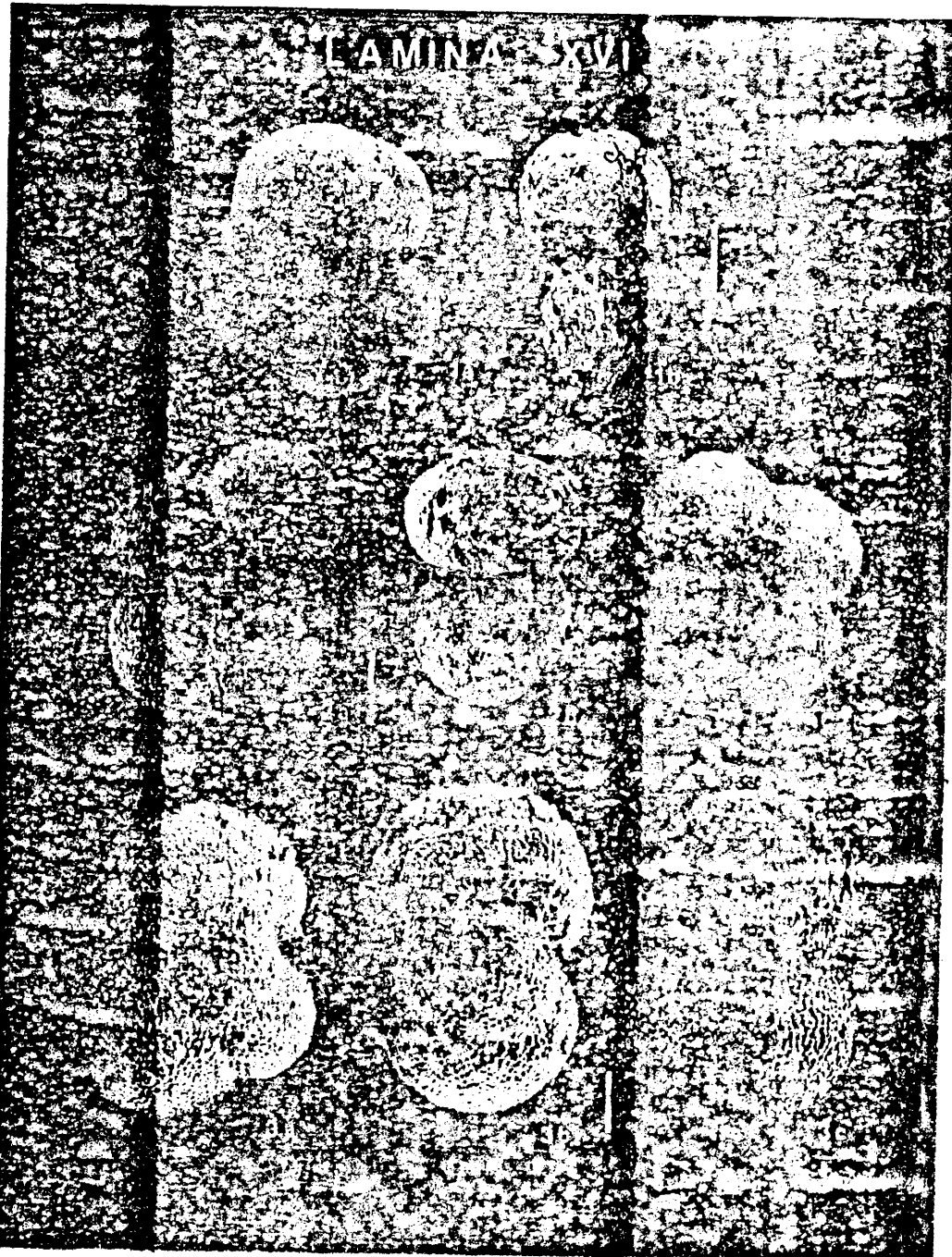


## LAMINA XVI

Figs. 1a,b.- Pseudohasterigerina sharkriverensis BERGGREN  
y OLSSON . Serie de Agost (Muestra AG-45) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .

Figs. 2a,b,c.- Subbotina eocena (GUMBEL) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-2) .  
( x 70 ; barra:100 micras ) .

Figs. 2a,b,c.- Subbotina frontosa (SUBBOTINA) .  
Serie de Agost (Muestra AG-52) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .



## LAMINA XVII

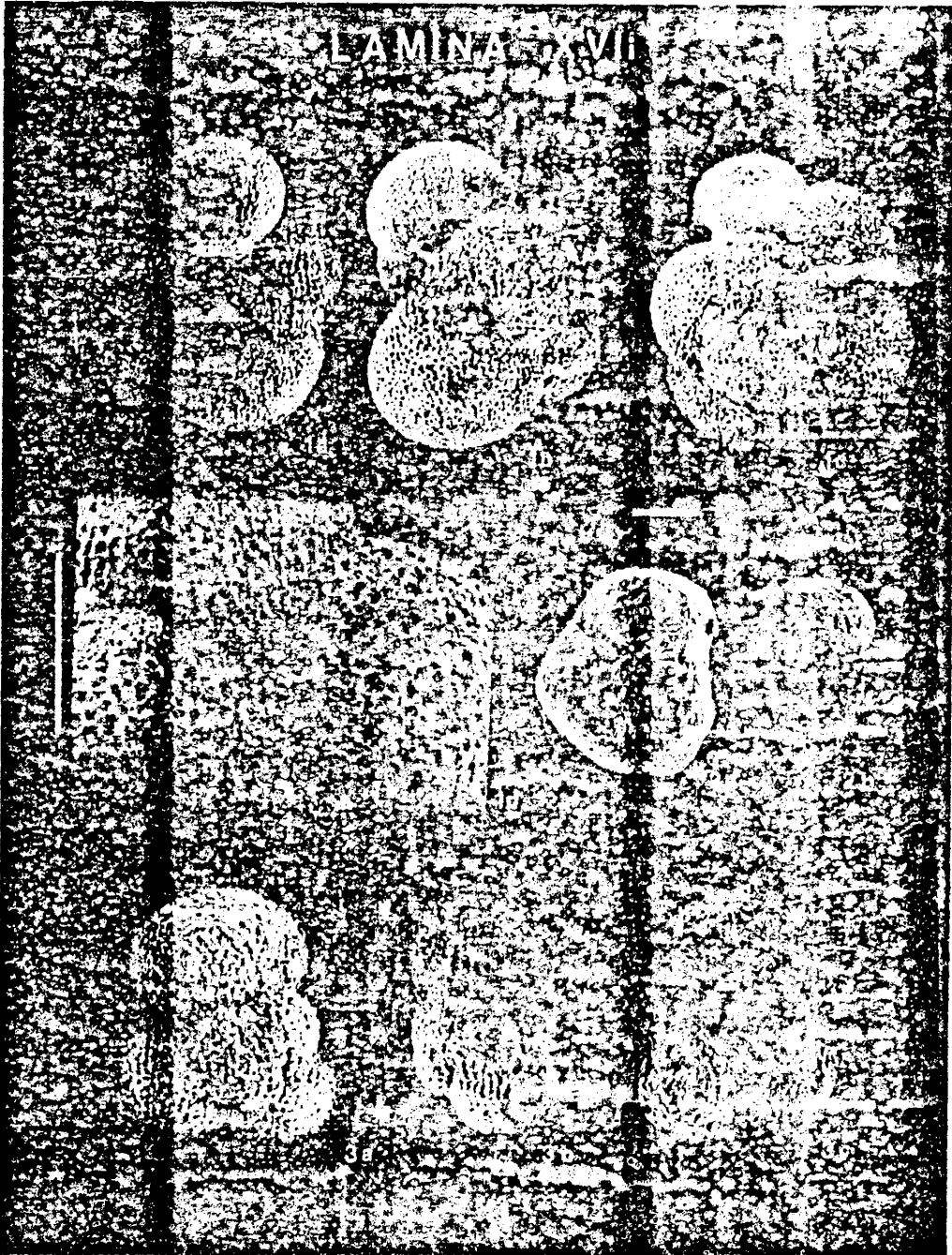
Figs. 1a,b,c.- Subbotina lozanoi (COLOM) .  
Serie de Agost (Muestra AG-36) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .

Fig. 1d .- Detalle de la superficie de las cámaras de  
Subbotina lozanoi (COLOM) . Serie de Agost (Mues-  
tra AG-36) . ( x 330 ; barra:100 micras ) . .

Figs. 2a,b.- Pseudohasterigerina wilcoxensis (CUSHMAN  
y PONTON ) . Serie de Agost (Muestra AG-10) .  
( x 120 ; barra:100 micras ) .

Figs. 3a,b,c.- Subbotina inaequispira (SUBBOTINA) .  
Serie de Agost (Muestra AG-16-1') .  
( x 120 ; barra:100 micras )

LAMINA XVII



## LAMINA XVIII

Figs. 1a,b,c.- Subbotina linaperta (FINLAY) .  
Serie de Agost (Muestra AG-16-1' ) .

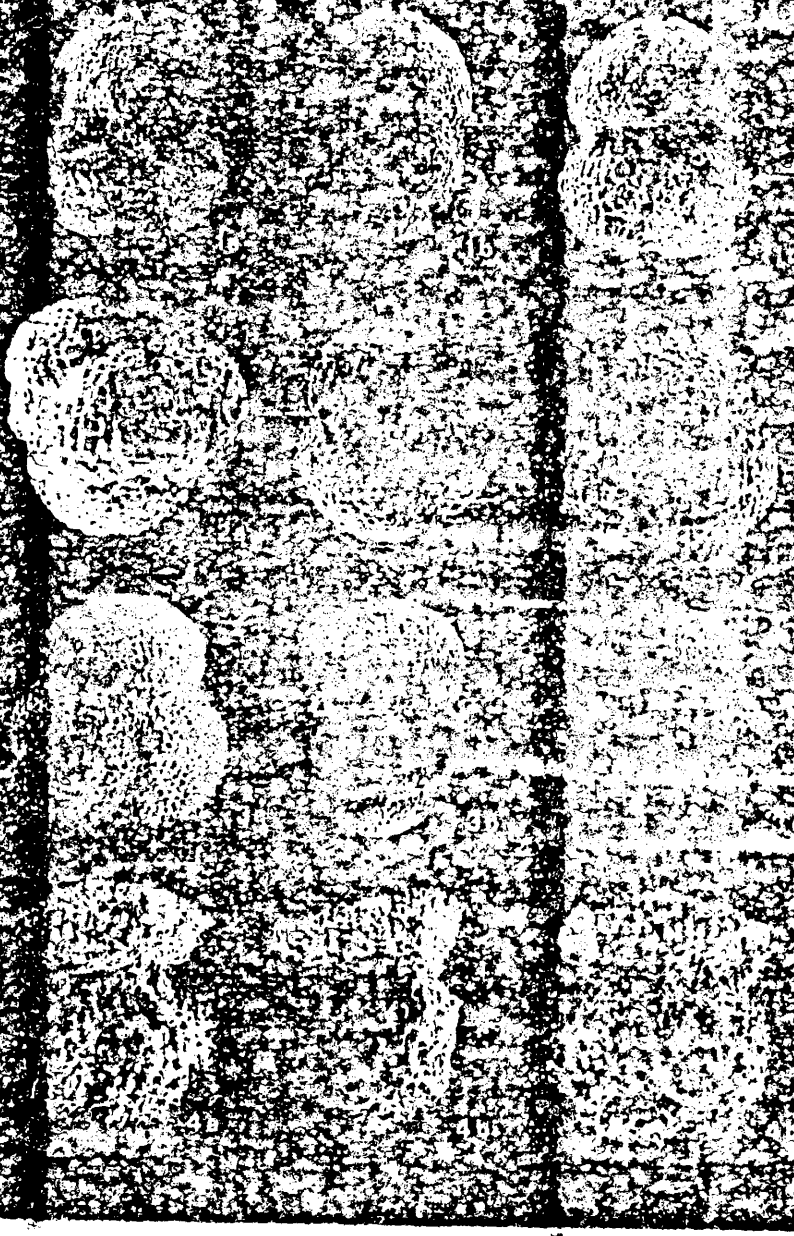
Figs. 2a,b,c.- Subbotina senni (BECKMANN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-25) .

Figs. 3a,b,c.- Subbotina yeguaensis (WEINZIERL y APPLIN).  
Serie de Agost (Muestra AG-52) .

Figs. 4a,b,c.- Truncorotaloides topilensis (CUSHMAN) .  
Serie de Agost (Muestra AG-57-1) .

( Todas x 120 ; barra:100 micras )

LAMINA XVII



LAMINA XIX

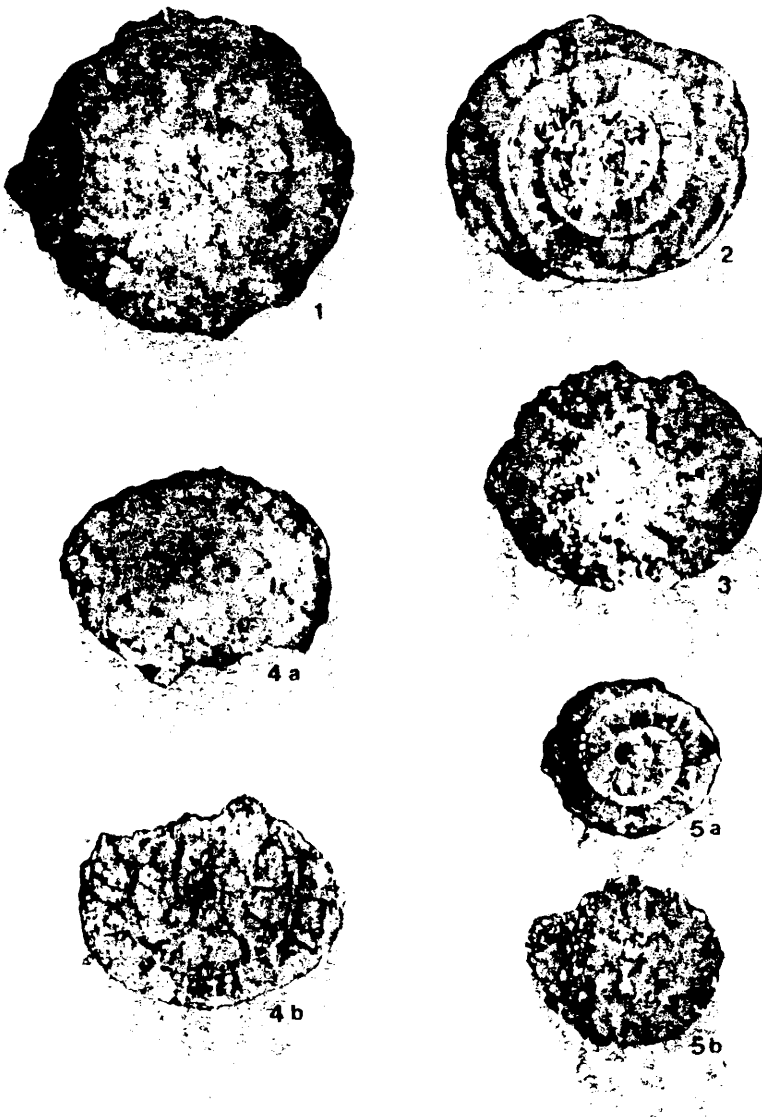
Assilina leymerie (ARCHIAC y HAIME)

Figs. 1,2,3 y 5a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-20).

Figs. 4a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-18-1) .

(Todas x 20 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XIX



LAMINA XX

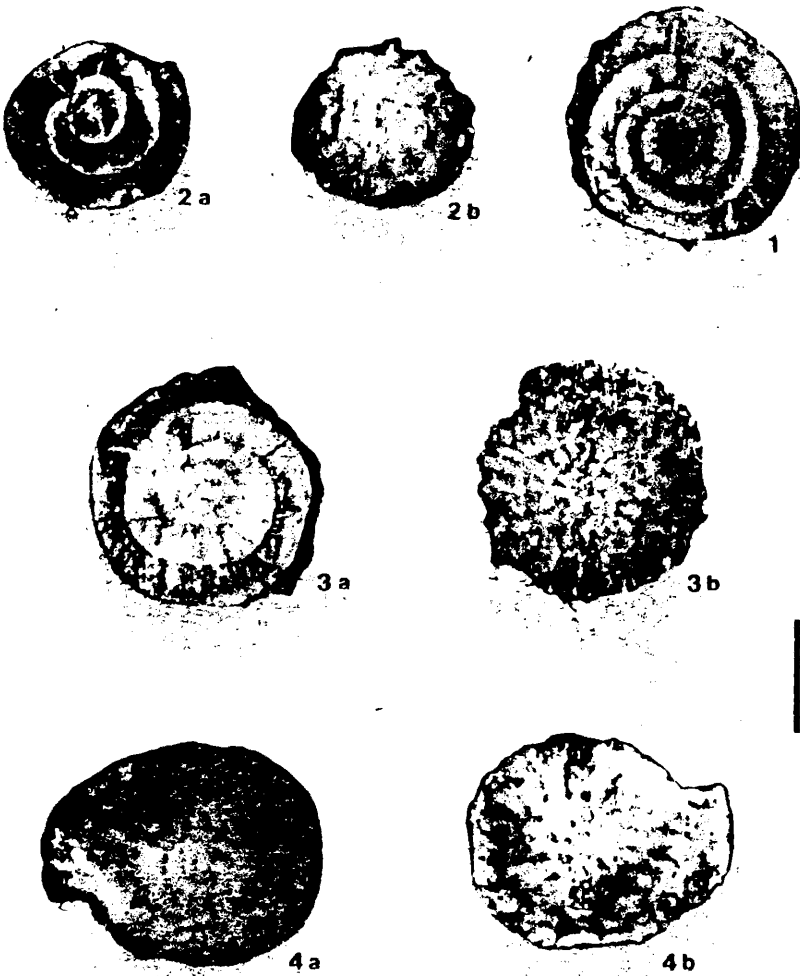
Assilina leymerie (ARCHIAC y HAIME)

Figs. 1,2a-b y 3a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-20) .

Figs. 4a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-18-1) .

(Todas x 20 ; barra: 1 m/m. )

LAMINA XX



LAMINA XXI

Assilina placentula (DESHAYES)

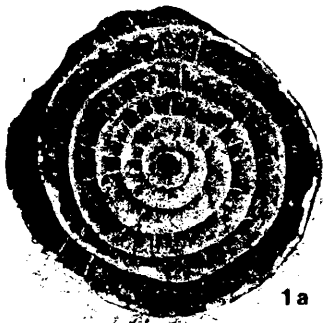
Figs. 1a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-36) .

Figs. 2a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-35) .

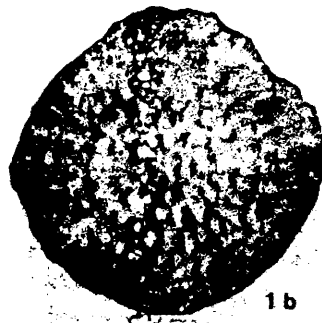
Figs. 3a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m. )

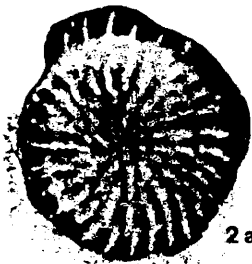
LAMINA XXI



1a



1b



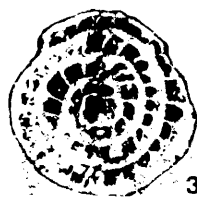
2a



2b



3a



3b

LAMINA XXII

Assilina placentula (DESHAYES)

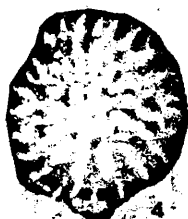
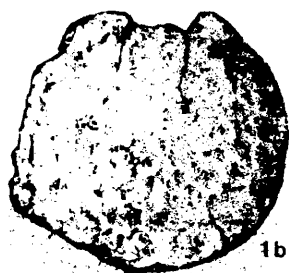
Figs. 1a-b y 2a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-18-1).

Fig. 3 .- Serie de Agost (Muestra AG-46) .

Fig. 4 .- Serie de Agost (Muestra AG-24) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXII



|

LAMINA XXIII

Assilina placentula (DESHAYES)

Figs. 1a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

Figs. 2a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-46) .

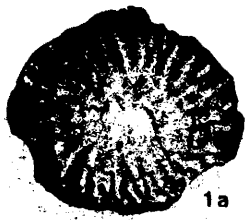
Figs. 3a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

Fig. 4 .- Serie de Sax (Muestra S-7 ) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

---

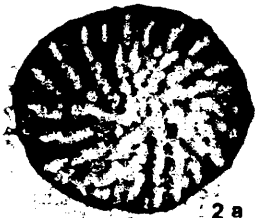
LAMINA XXIII



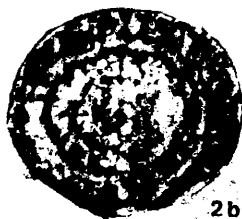
1a



1b



2a



2b



3b



3a



4

LAMINA XXIV

Assilina laxispira HARPE

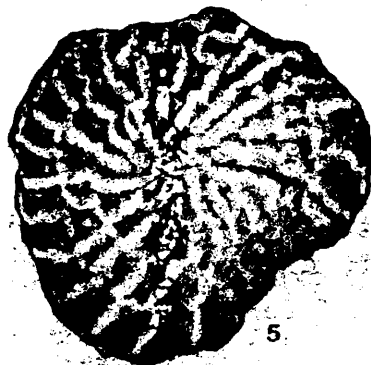
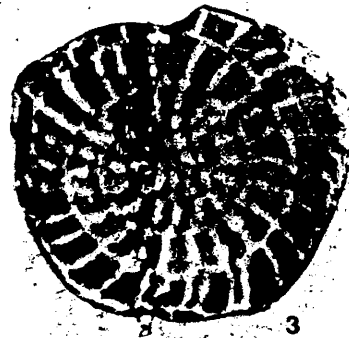
Figs. 1a-b .- Serie de Tangel (Muestra TA-1) .

Figs. 2,4 y 5 .- Serie de Agost (Muestra AG-46) .

Fig. 3 .- Serie de Agost (Muestra AG-52) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXIV



LAMINA XXV

Assilina laxispira HARPE

Figs. 1a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

Figs. 2a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-40-3) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXV



LAMINA XXVI

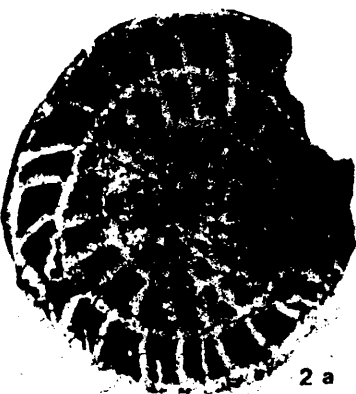
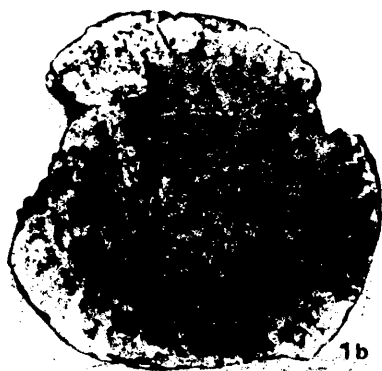
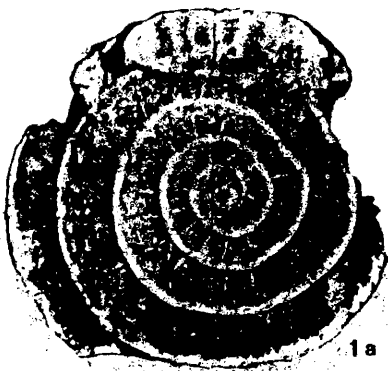
Assilina laxispira HARPE

Figs. 1a-b .- Serie de Tangel (Muestra TA-1) .

Figs. 2a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXVI



LAMINA XXVII

Assilina laxispira HARPE

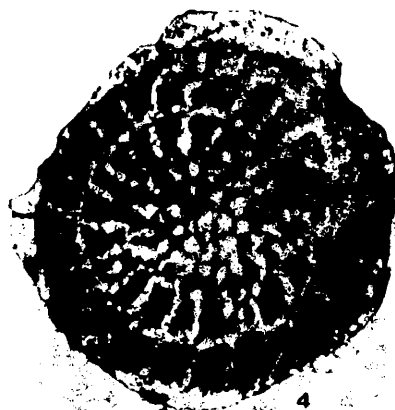
Figs. 1 y 2 .- Serie de Agost (Muestra AG-45) .

Fig. 3 .- Serie de Tangel (Muestra TA-1) .

Fig. 4 .- Serie de Agost (Muestra AG-52) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXVII



LAMINA XXVIII

Assilina pustulosa DONCIEUX

Figs. 1a-b .- Serie de Tangel (Muestra TA-4-1) .

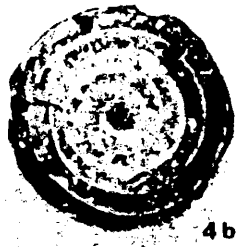
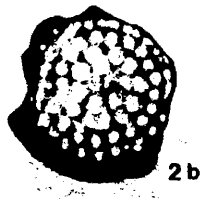
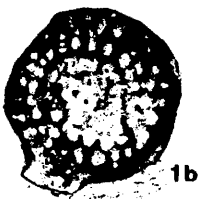
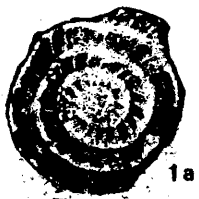
Figs. 2a-b y 3a-b.- Serie de Agost (Muestra AG-36).

Figs. 4a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-38)

Fig. 5 .- Serie de Agost (Muestra AG-18-1) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXVHI



LAMINA XXIX

Assilina pustulosa DONCIEUX

Figs. 1a-b y 2a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-36) .

Figs. 3a-b y 5 .- Serie de Agost (Muestra AG-18-1) .

Figs. 4a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-38) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXIX



1a



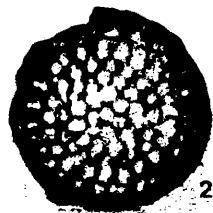
1b



3a



2a



2b



3b



4a



4b



5

279

LAMINA XXX

Assilina reicheli SCHAUB

Figs. 1a-b, 2a-b, 3 y 4 .- Serie de Agost (Muestra AG-52) .

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXX



281

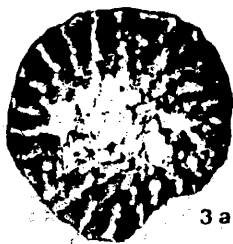
LAMINA XXXI

Assilina reicheli SCHAUB

Figs. 1a-b, 2a-b y 3a-b .- Serie de Agost (Muestra AG-52).

(Todas x 10 ; barra: 1 m/m.)

LAMINA XXXI



283

ANEXO

TABLA Nº 5 SERIE DE SAX	NUMERO DE INHSTRA									
	S 1-1	S 1-2	S 1-3	S 2-1	S 2-2	S 2-3	S 2-4	S 2-5	S 3-1	S 3-2
FORAMINIFEROS BENTONICOS										
Cibicides alleni (MUTTER)	12	27	46		9	3	2	13		
Cibicides cushmani (NUTTALL)		2		1		4		3	2	
Cibicides levantinus (COLOM)			1							4
Pararotalia minuta (COLOM)	21	3	11	6	11	1				
Nonion elongatum (TERQUEM)	2	1		2		2	1			
Spirillina sp		1		1						
Anterigerina parrelloides (COLOM)	7	13	3		1	1	7	1		13
Toxularia minuta TERQUEM		1								2
Uvigerina eocena (MURIEL)		1								
Lenticulina nitida RUSS		1	2		10		1			
Angulogerina muralis (TERQUEM)		1								
Bolivina alata SEGUENZA	8	1	12	12	10	2				
Bolivina crénulata CUSHMANN	1	1		2						
Bolivina tectiformis CUSHMANN	1	1								
Bolivina arta PACFADYEN	1	3	7	22	13		9	15		
Bulimina pupoides D'ORBIGNY	1	4		1	10	23	2			
Bulimina elongata D'ORBIGNY		1			4	1	1			
Bulimina pyralis D'ORBIGNY	2	1								
Pararotalia bigarinata (COLOM)	9				1	1		22	20	
Pararotalia spinigera LE CALVEZ	1									
Oxangularia mexicana COLE	1						2		2	
Discorbis humeri HOME	2									
Rosalina orbicularis (TERQUEM)	1			1	1					
Bulimina aspensis COLOM	1									
Bulimina ovata D'ORBIGNY	1			1						
Modosaria sp.	1									
Lenticulina spp			1						1	1
Nonion-comunnae (D'ORBIGNY)			1	5	1	2				
Patellina sp			1							
Cibicides perlucidus aspensis COLOM			7	4	16	18	2	2		
Cibicides sp			1	2			1			
Rosalina humilis LE CALVEZ				3						
Quinqueloculina sp				1		1				
Spiroloculina sp				1						
Clavulina parisiensis D'ORBIGNY					1					
Haplophragmoides sp						2				
Cibicides lobatulus WALTER y JACOB	27	38	7	28	15	30	59	69	10	
Eponides polygonus LE CALVEZ							1	1	6	
Pararotalia aff. allicantina (COLOM)									11	
Cuvillierina yallesiensis (R. de CAHNA)										
Quinqueloculina carinata D'ORBIGNY										
Eponides sp										
Discorbis sp										
Cibicides pseudocarrerianus (CUSH.)				7		9	1	1	4	











TABLA N° 6 (Continuación 5) .-

The table consists of a grid with approximately 15 columns and 100 rows. The text within the grid is extremely faint and difficult to read, but it appears to be organized into several sections. The first few rows contain headers or titles, followed by rows of data. The text is mostly illegible due to the low resolution and high contrast of the scan.





TABLA N°6 (Continuación 8) .-

INDICADOR	UNIDAD	VALOR
1. PRODUCTOS AGRÍCOLAS		
1.1. Cereales		
1.1.1. Maíz		
1.1.2. Trigo		
1.1.3. Arroz		
1.1.4. Otros		
1.2. Leguminosas		
1.2.1. Frijoles		
1.2.2. Garbanos		
1.2.3. Otros		
1.3. Hortalizas y frutas		
1.3.1. Hortalizas		
1.3.2. Frutas		
1.3.3. Otros		
1.4. Ganadería		
1.4.1. Carne		
1.4.2. Leche		
1.4.3. Otros		
1.5. Pesca		
1.5.1. Pescado		
1.5.2. Mariscos		
1.5.3. Otros		
1.6. Otros		
1.6.1. Miel		
1.6.2. Otros		
2. PRODUCTOS INDUSTRIALES		
2.1. Alimentos		
2.1.1. Panadería		
2.1.2. Lácteos		
2.1.3. Carnes		
2.1.4. Otros		
2.2. Bebidas		
2.2.1. Alcoholicas		
2.2.2. No Alcoholicas		
2.2.3. Otros		
2.3. Tabaco		
2.3.1. Cigarrillos		
2.3.2. Otros		
2.4. Textiles		
2.4.1. Algodón		
2.4.2. Lino		
2.4.3. Otros		
2.5. Papel		
2.5.1. Papel de Escritorio		
2.5.2. Otros		
2.6. Otros		
2.6.1. Plásticos		
2.6.2. Otros		
3. PRODUCTOS MINEROS		
3.1. Carbón		
3.1.1. Carbón de Hulla		
3.1.2. Carbón de Lignite		
3.1.3. Carbón de Turba		
3.1.4. Otros		
3.2. Gas		
3.2.1. Gas Natural		
3.2.2. Gas Licuado		
3.2.3. Otros		
3.3. Otros		
3.3.1. Petróleo		
3.3.2. Otros		
4. PRODUCTOS DE METALES		
4.1. Metales Básicos		
4.1.1. Hierro		
4.1.2. Acero		
4.1.3. Cobre		
4.1.4. Aluminio		
4.1.5. Otros		
4.2. Metales Preciosos		
4.2.1. Oro		
4.2.2. Plata		
4.2.3. Otros		
4.3. Otros		
4.3.1. Metales No Ferrosos		
4.3.2. Otros		
5. PRODUCTOS QUÍMICOS		
5.1. Fertilizantes		
5.1.1. Nitrógeno		
5.1.2. Fósforo		
5.1.3. Potasio		
5.1.4. Otros		
5.2. Plásticos		
5.2.1. Plástico de Poliolefinas		
5.2.2. Plástico de PVC		
5.2.3. Plástico de Epoxi		
5.2.4. Otros		
5.3. Otros		
5.3.1. Productos Químicos Básicos		
5.3.2. Productos Químicos Avanzados		
5.3.3. Otros		
6. PRODUCTOS DE MADERA		
6.1. Madera		
6.1.1. Madera de Troncos		
6.1.2. Madera de Resaca		
6.1.3. Otros		
6.2. Papel		
6.2.1. Papel de Escritorio		
6.2.2. Otros		
6.3. Otros		
6.3.1. Productos de Madera		
6.3.2. Otros		
7. PRODUCTOS DE OTROS MATERIALES		
7.1. Vidrio		
7.1.1. Vidrio de Soplado		
7.1.2. Vidrio de Moler		
7.1.3. Otros		
7.2. Cerámica		
7.2.1. Cerámica de Fuego		
7.2.2. Cerámica de Decoración		
7.2.3. Otros		
7.3. Otros		
7.3.1. Productos de Plástico		
7.3.2. Otros		
8. PRODUCTOS DE OTROS MATERIALES		
8.1. Productos de Caucho		
8.1.1. Caucho de Sólido		
8.1.2. Caucho de Látex		
8.1.3. Otros		
8.2. Productos de Textil		
8.2.1. Textil de Algodón		
8.2.2. Textil de Lino		
8.2.3. Otros		
8.3. Otros		
8.3.1. Productos de Madera		
8.3.2. Otros		





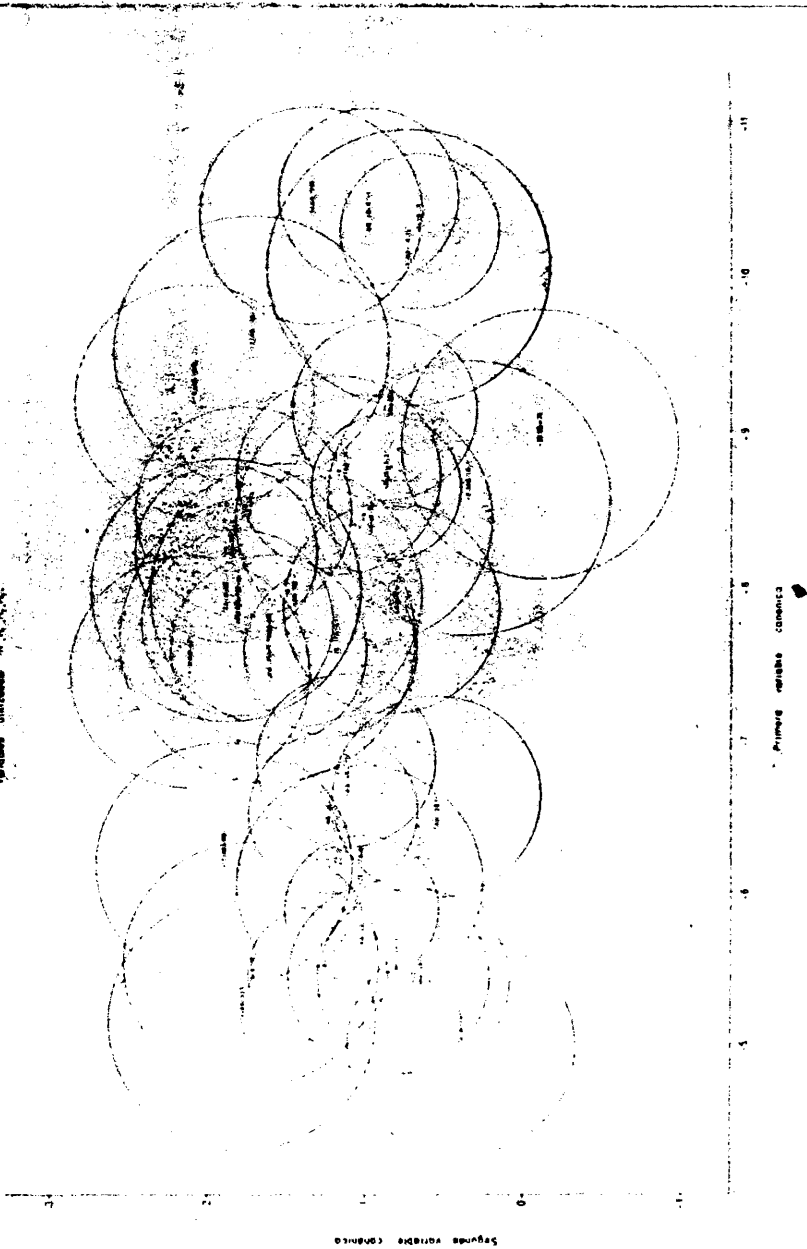


TABLA Nº 9 PRESENCIAS - AUSENCIAS	TANGEL			AGOST				SAX		
	A	B	D	A	B	C	D	A	B	D
ZONA DE M. ARAGONENSIS										
Pararotelia siccantina ( COLON )	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Pararotelia bicarinata ( COLON )	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
Asterigerina parrelloides COLON	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asterigerina campanella GUMBEL	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cibicides perlucidus aspenis COLON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Cibicides reinholdi TEN DAM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lenticulina nitida REUSS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cibicides perlucidus MUTALL	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Cibicoides praecursarius ( SCHWAGER )	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Alabamina obtusa ( BURROWS y HOLLAND )	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Anomalinoidea popillioidea (GALL y HEIL.)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Chilostomella oceanica CUSHMAN	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cibicides cushmani ( MUTALL )	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bulinina niwayensis CUSHMAN y PARKER	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cibicides haindingeri D'ORBIGNY	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cibicoides pseudomarginatus (CUSHMAN)	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Bulinina pupoides D'ORBIGNY	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
Bulinina aspenis COLON	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Tritaxia schroederi ( WANG. )	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Bulinina palmerae PARKER y BERRIDGE	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
Lenticulina glauca ( STACHE )	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Cibicides granosa ( REUSS )	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Clevalina parisiensis D'ORBIGNY	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Bulinina tugleri CUSHMAN y PEAR	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Allomorphina trigona REUSS	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Bulinina jarvisi CUSHMAN y PARKER	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Cibicides vicus BERRIDGE	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Cibicides lobatulus (WALTER y JACOB)	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Cibicides fortunatus MARTIN	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Cibicides tuxpanensis aspenis COLON	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
Bulinina affinis D'ORBIGNY	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Pararotelia minuta ( COLON )	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
Bulinina truncana GUMBEL	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Nonion elongatum TERQUEM	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Bulinina alexandria CUSHMAN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Siphonodonta consobrina (D'ORBIGNY)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Anomalinoidea flinti ( D'ORBIGNY )	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Cibicoides ellani ( SWAGER )	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Siphonodonta nuttalli gracillima (C.J.J.)	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Pararotelia aff. siccantina COLON	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
Bulinina ovata D'ORBIGNY	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
Cibicides productus ( TERQUEM )	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Cibicoides tallahatensis EANDY	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Textularia minuta TERQUEM	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1
Bulinina pyrula D'ORBIGNY	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Oyroidinella regna LE CALVEZ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Spirroplectammina caribbeana (BERRIDGE)	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Cuvillierina vallesiensis (R. DE GAUCIA)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Stomatobina torrei ( CUSHMAN y BERN.)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Velulina nummuliana ( GUMBEL )	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Nonion comune ( D'ORBIGNY )	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Sponides polygonus LE CALVEZ	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
Rolivina slata SPOVENZA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Rolivina arca MACFADYEN	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0



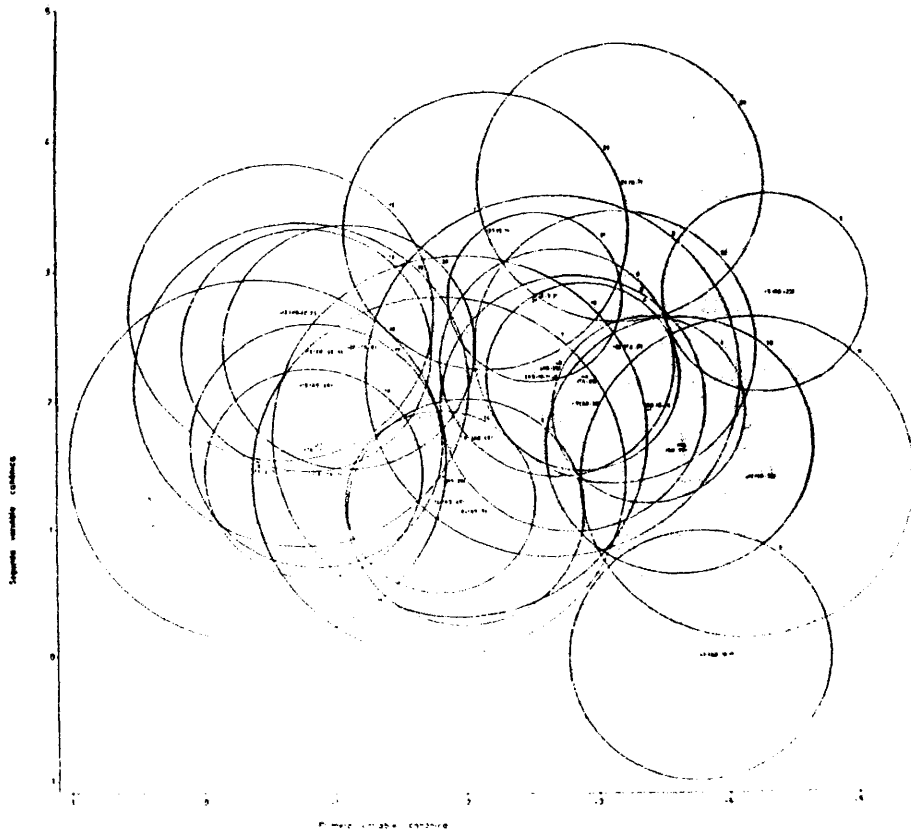


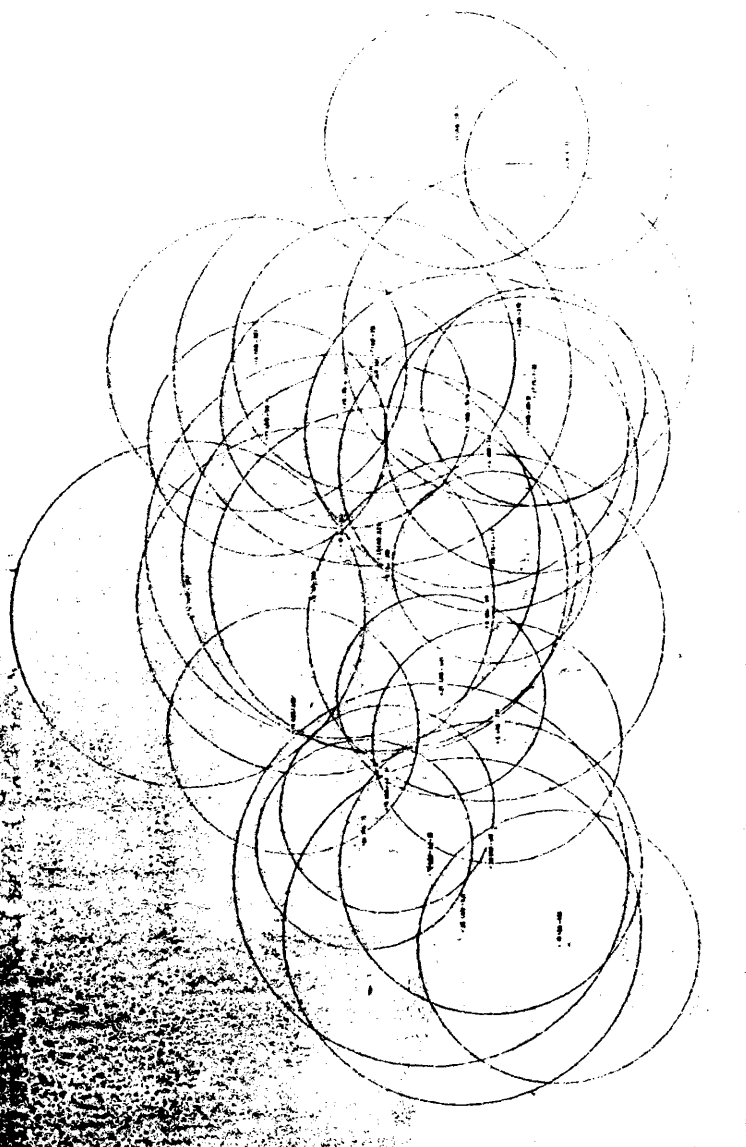
Figure 28 - Segundo grupo condense  
variables utilizadas en el A.A.



Estadística 1970

Figura 29 - Tercer análisis canónico  
Variables utilizadas: D, E, M, N<sub>1</sub>





© 1988 by Dover Publications, Inc.  
All rights reserved. Printed in the U.S.A.

Primes visible circles

Primes visible circles

Figure 31 - Prime implicants covering  
switches in the 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

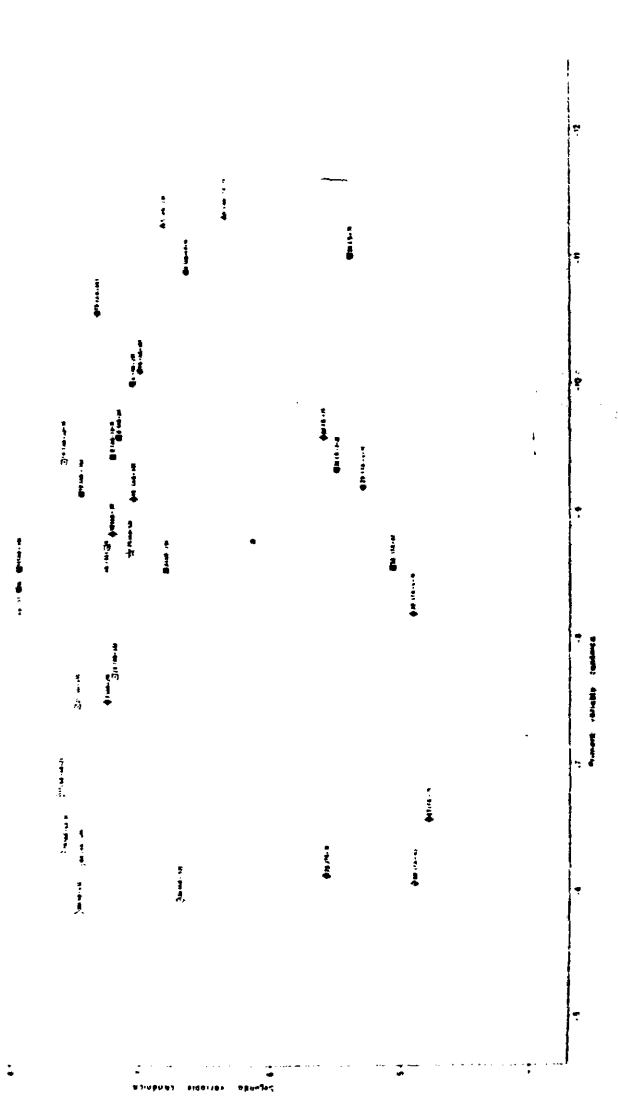


Figura 12 - Segunda ordinar canónica.  
Variables utilizadas m, H, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>.

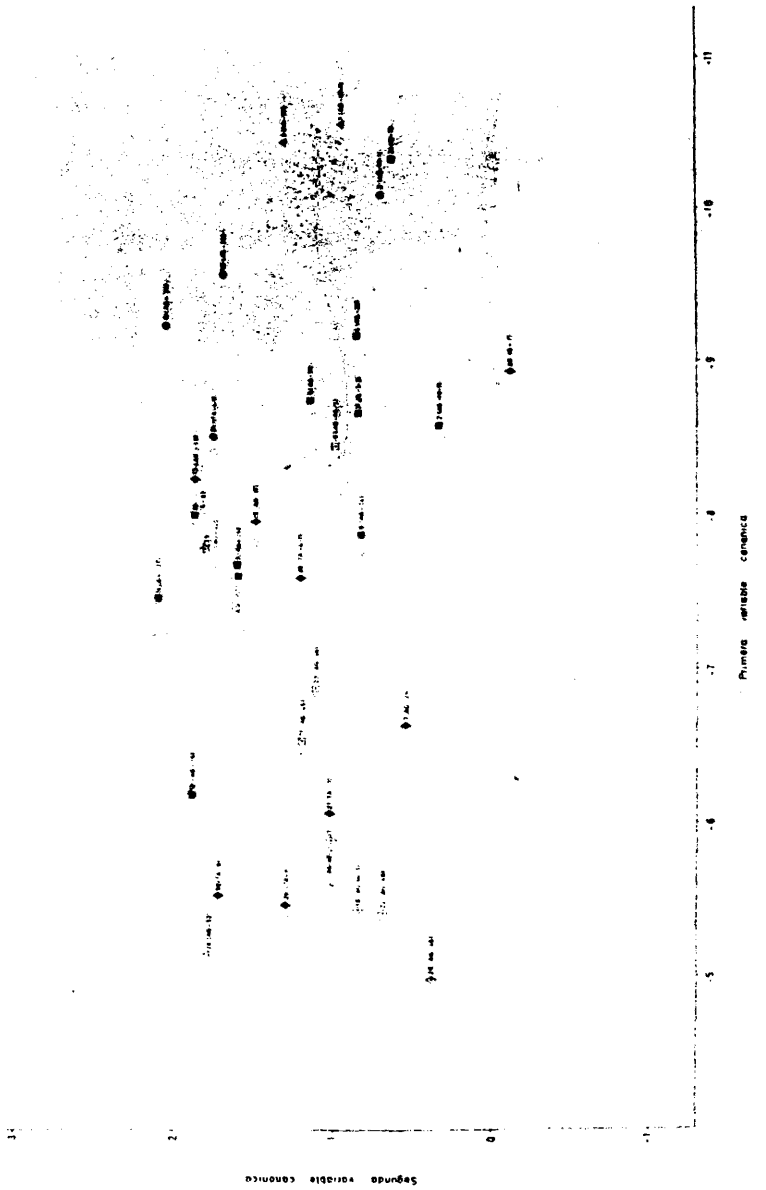
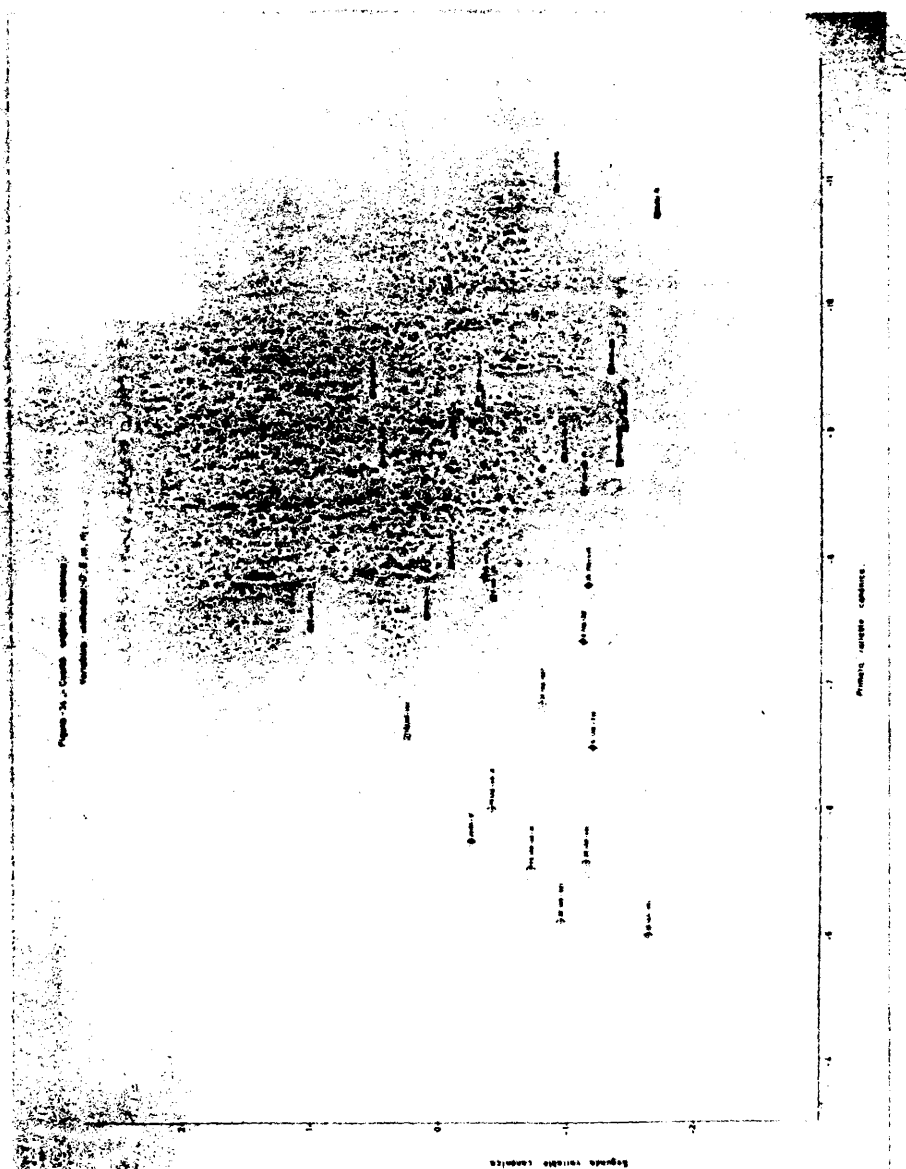


Figure 25 Tercer análisis canónico  
 Variables utilizadas: D, P, M, H.





Vertical text on the right edge of the page, possibly a page number or reference code, which is mostly illegible due to the image quality.



LAMINA I



1



2



4



3



LAMINA II



1



3



2

4



5





LAMINA III

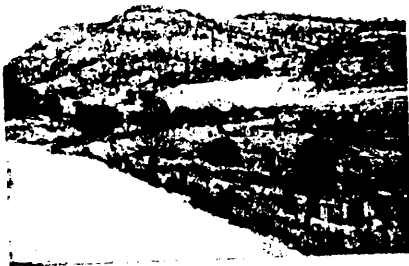


1

3



2



4

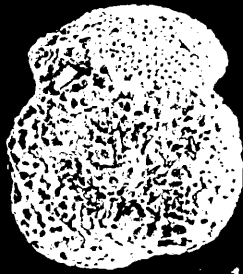


LAMINA IV





LAMINA V



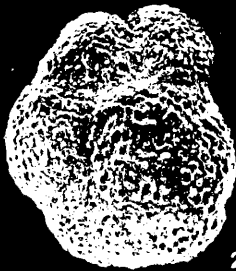
1a



1b



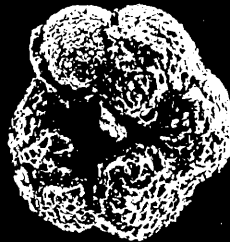
1c



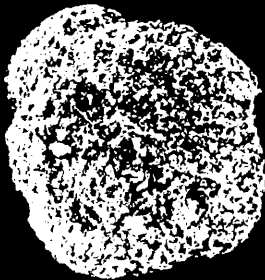
2a



2b



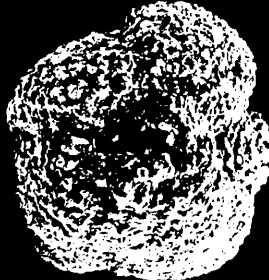
2c



3a



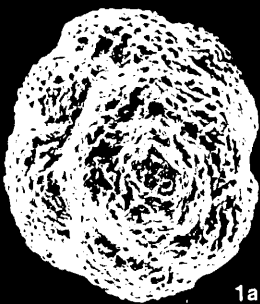
3b



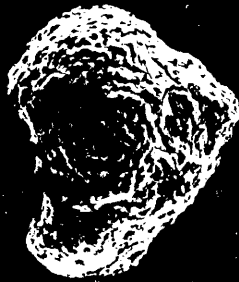
3c



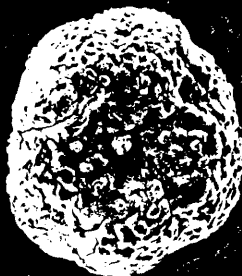
LAMINA VI



1a



1b



1c



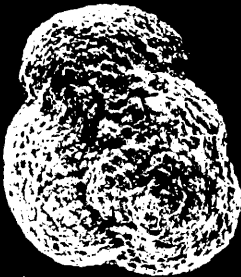
2a



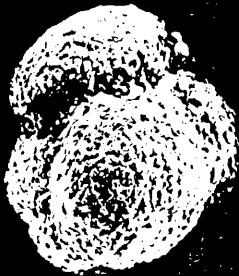
2b



2c



3a



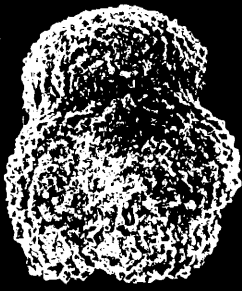
3b



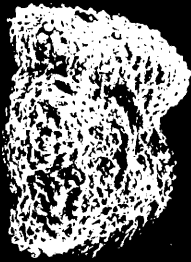
3c



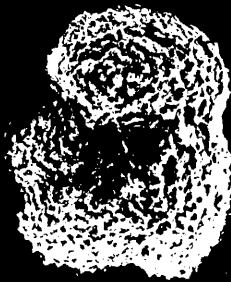
LAMINA VII



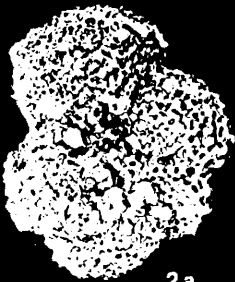
1a



1b



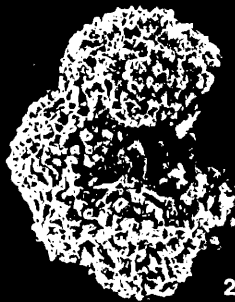
1c



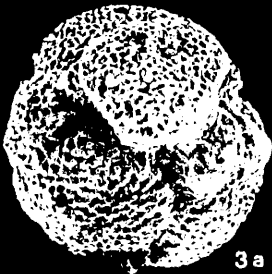
2a



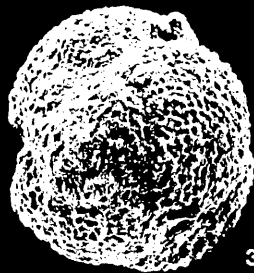
2b



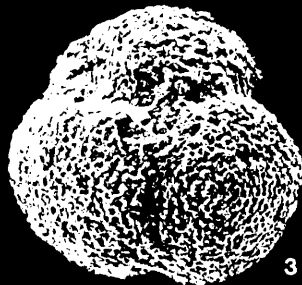
2c



3a



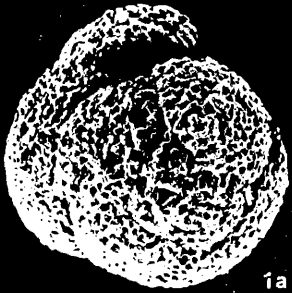
3b



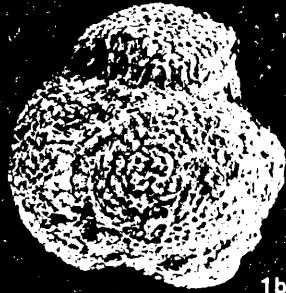
3c



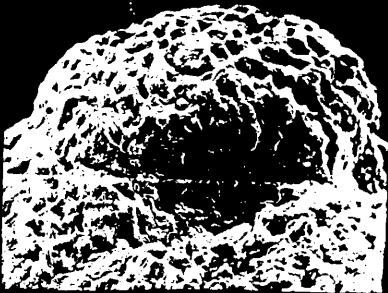
LAMINA VIII



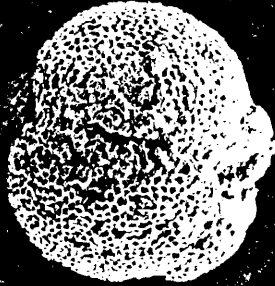
1a



1b



1d



1c



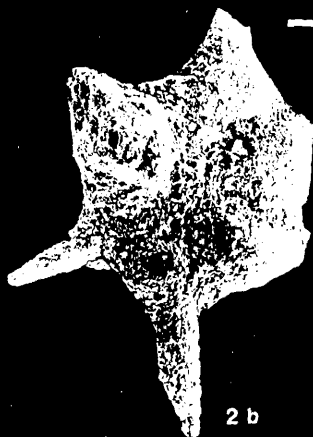
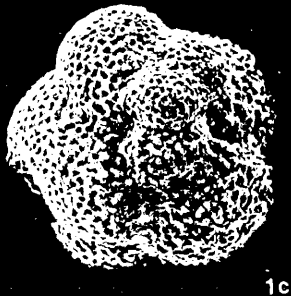
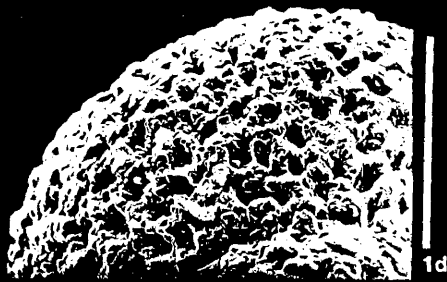
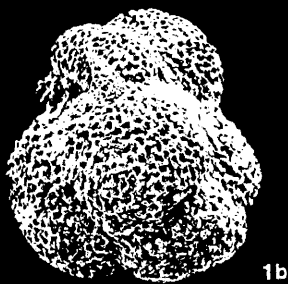
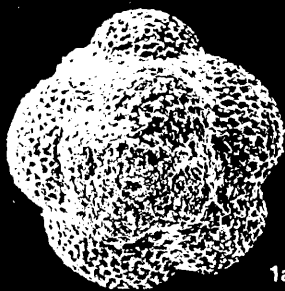
2a



2b



LAMINA IX





LAMINA X



1a



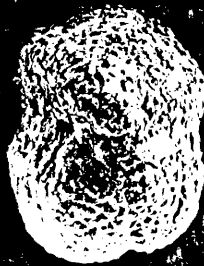
1b



2a



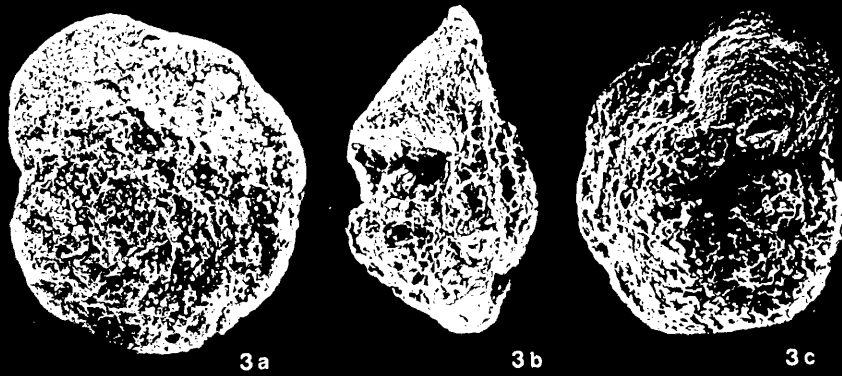
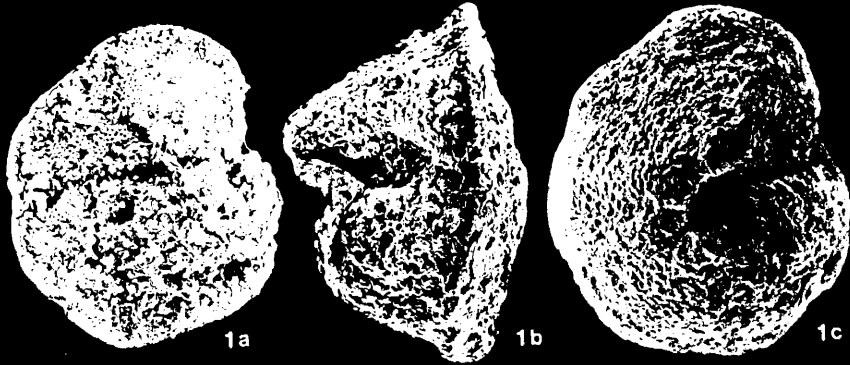
2b



2c



LAMINA XI

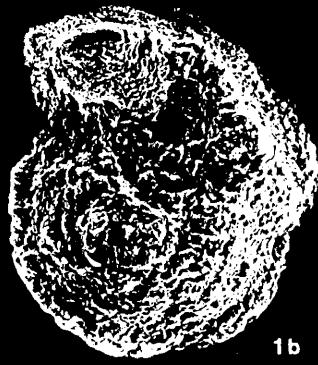




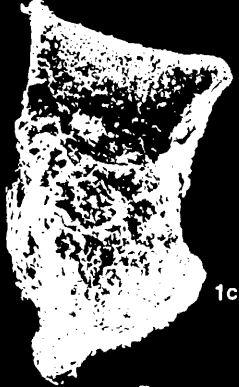
LAMINA XII



1a



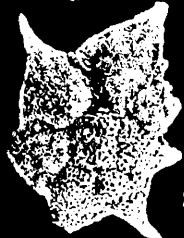
1b



1c



2a



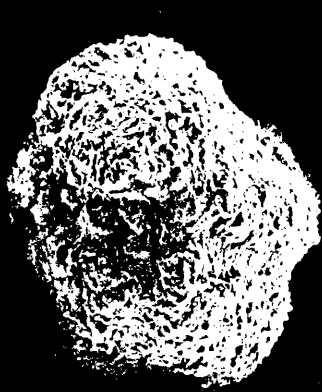
2c



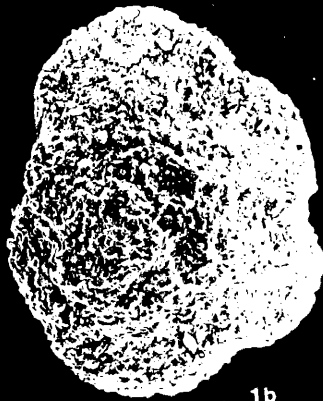
2b



LAMINA XIII



1a



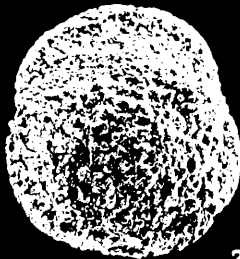
1b



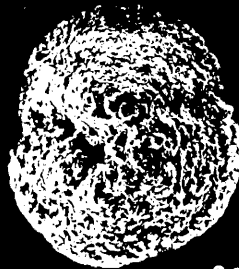
1c



2b



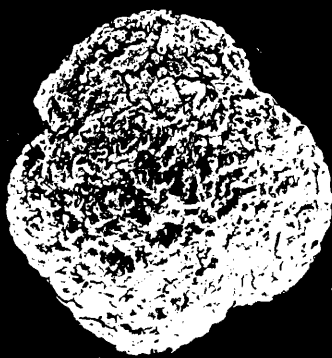
2a



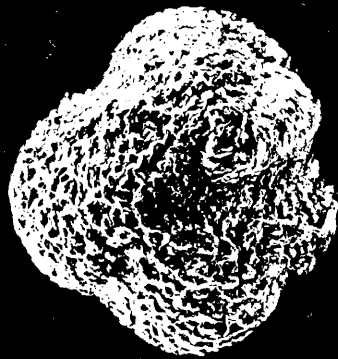
2c



LAMINA XIV



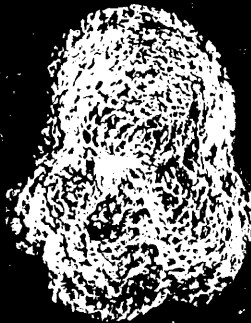
1a



1c



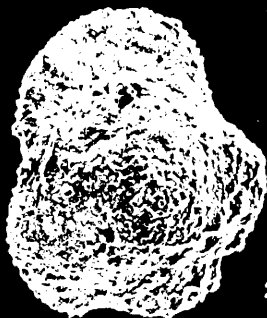
1b



2c



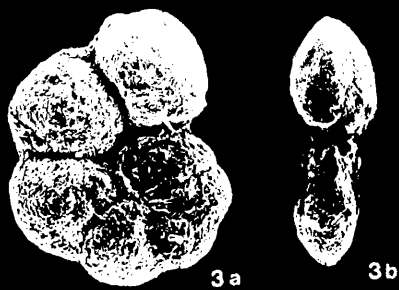
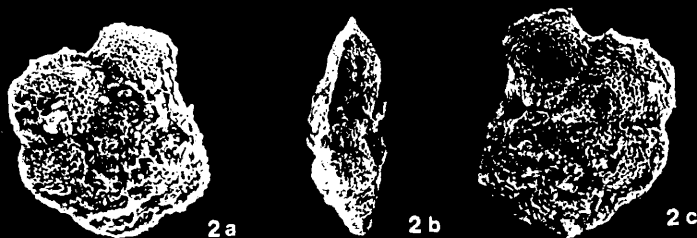
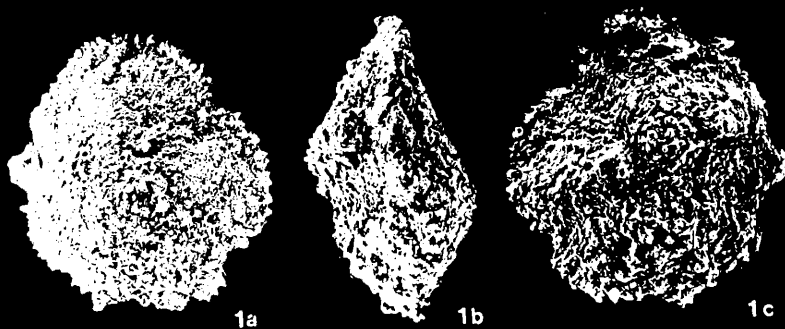
2b



2a



LAMINA XV





LAMINA XVI



1a



1b



2a



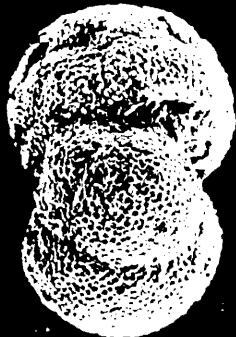
2b



2c



3a



3b

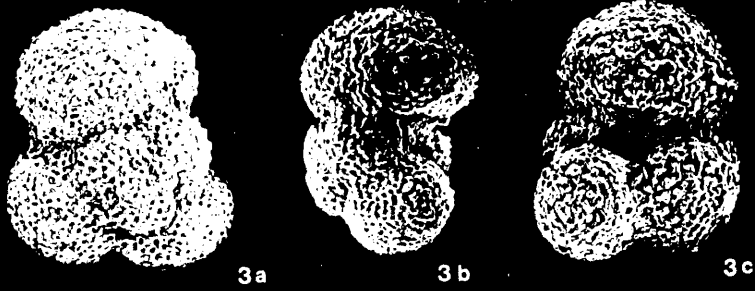
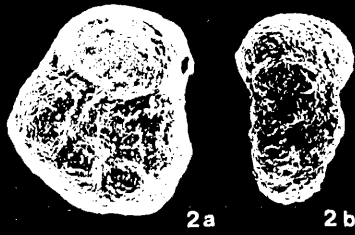
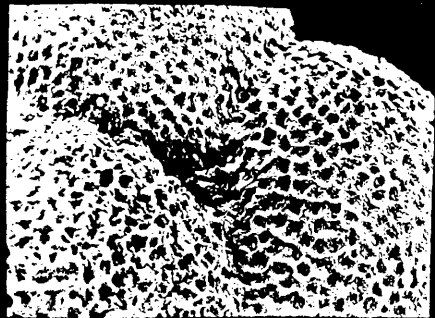
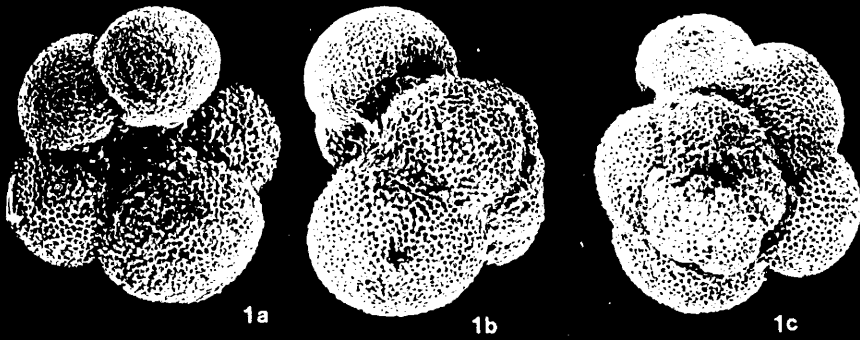


3c





LAMINA XVII





LAMINA XVIII



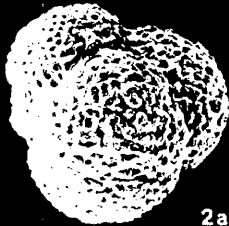
1a



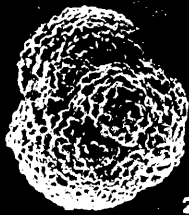
1b



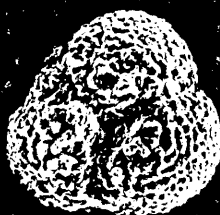
1c



2a



2b



2c



3a



3b



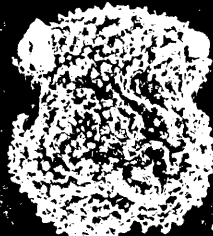
3c



4a



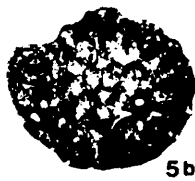
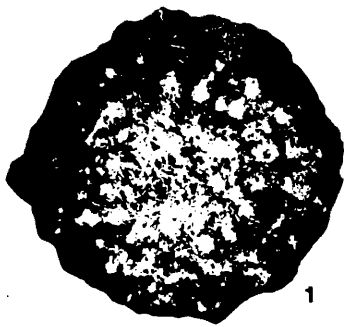
4b



4c

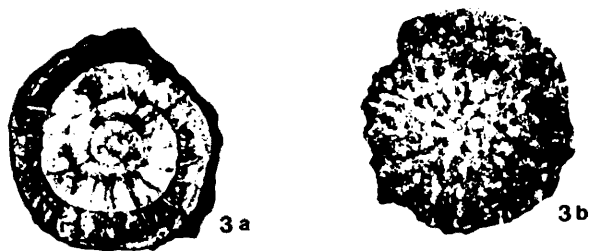
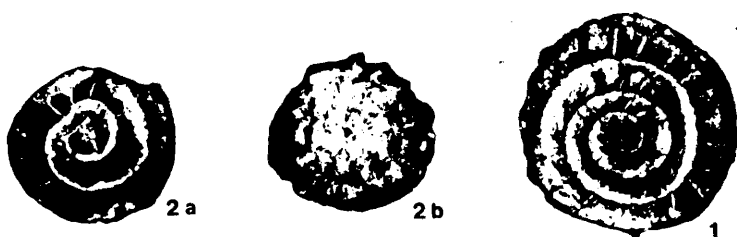


LAMINA XIX



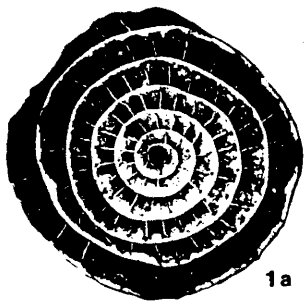


LAMINA XX

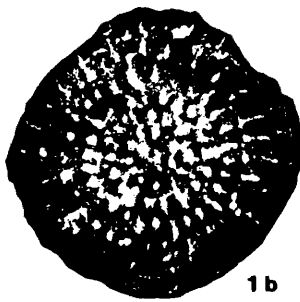




LAMINA XXI



1a



1b



2a



2b



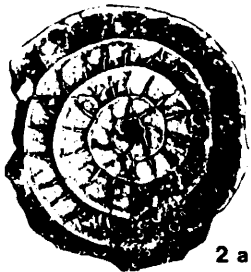
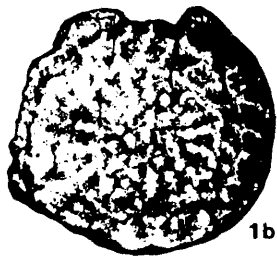
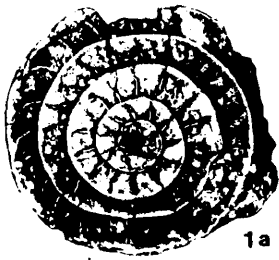
3a



3b

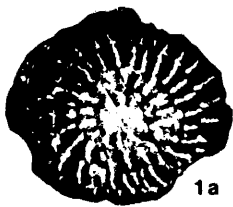


LAMINA XXII





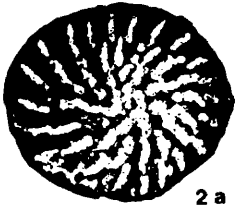
LAMINA XXIII



1a



1b



2a



2b



3b



3a

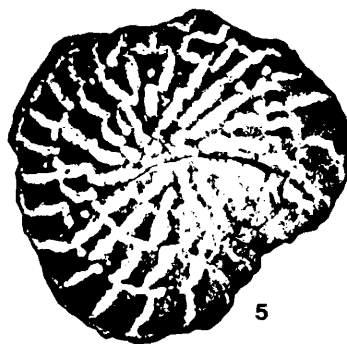
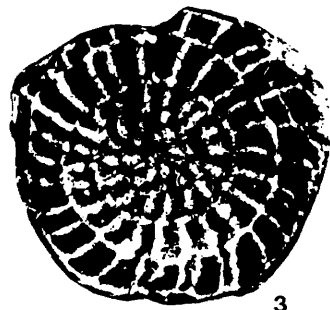


4



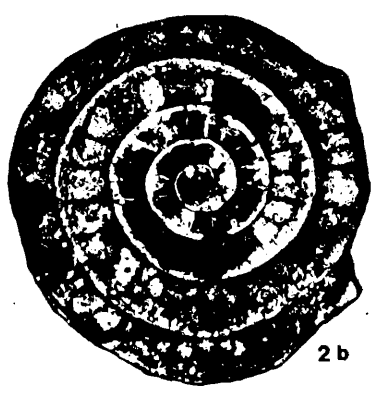
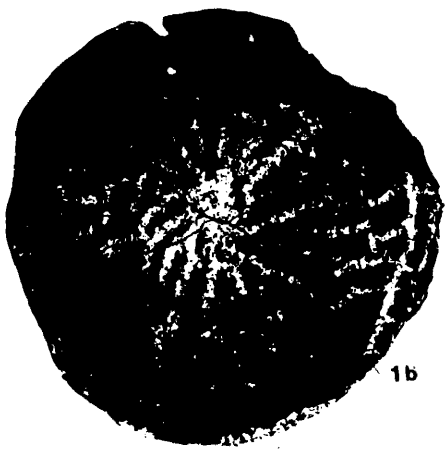


LAMINA XXIV



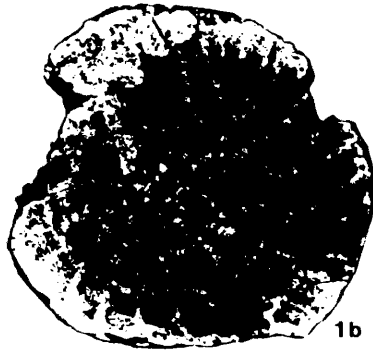
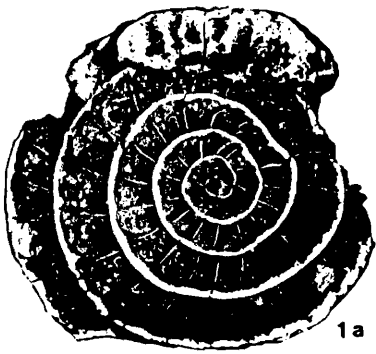


LAMINA XXV



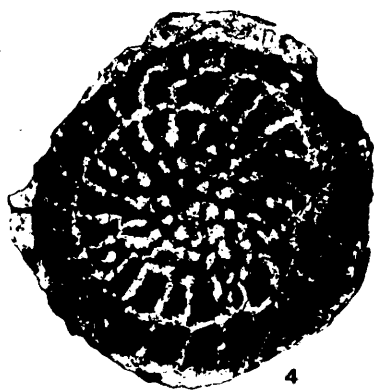
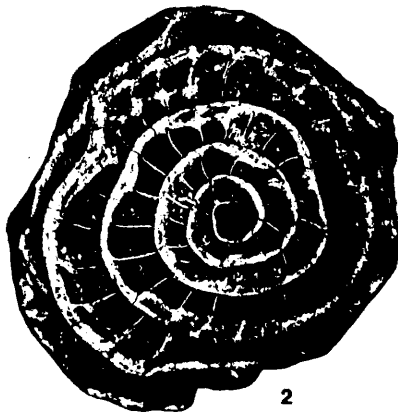


LAMINA XXVI



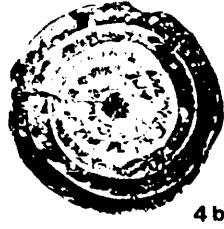
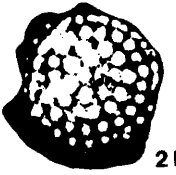
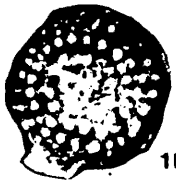
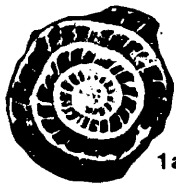


LAMINA XXVII



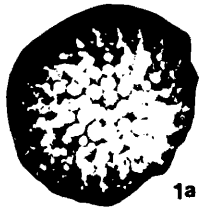


LAMINA XXVIII





LAMINA XXIX



1a



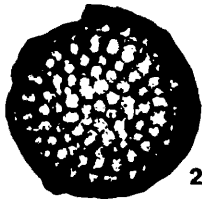
1b



3a



2a



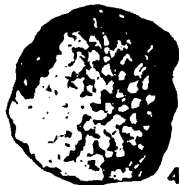
2b



3b



4a



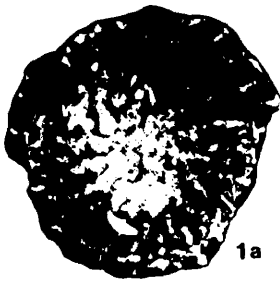
4b



5



LAMINA XXX



1a



1b



2a



2b



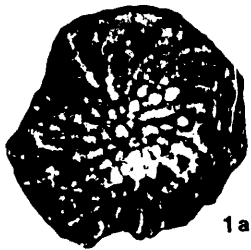
3



4



LAMINA XXXI



1a



1b



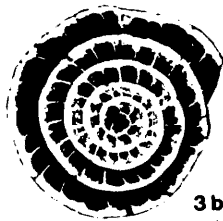
2a



2b



3a



3b

