

LOS FORAMINIFEROS PLIO-PLEISTOCENICOS DE LA ISLA DE
CABRERA (BALEARES) Y LAS CONDICIONES PALEOECOLOGICAS
DEL ANTIGUO MAR BALEAR

(Contribución a su conocimiento)

G. MATEU,¹ G. COLOM² y J. CUERDA³

RESUMEN

Se estudian los Foraminíferos de las arenas alóctonas, de origen dunar, de una cavidad de 44 x 46 m. de superficie, situada a 80 m. sobre el actual nivel marino del Mediterráneo. Esta microfauna abarca unas 60 especies bentónicas propias de biotopos litorales y sublitorales de tipos arenícola y posidonícola y unas 4 especies planctónicas de carácter eupelágico, típicas del Plioceno.

La ausencia de *Soritidae* (*Peneroplis*, *Amphisorus*, etc.), presentes en el Estampiense de Mallorca y desconocidos, por ahora, del Plio-Pleistoceno balear nos sugiere la afinidad cronológica de esta sedimentación espeleológica con ciertos afloramientos pliocénicos italianos.

Se trataría de una microfauna primeramente sedimentada en formaciones regresivas de carácter dunar, sobre todo en el antiguo litoral meridional de Mallorca, y posteriormente resedimentadas en "S'Avenc des Frare" de Cabrera debido a complejos fenómenos eolo-tectono-eustáticos situados entre el Calabriense y el Tirreniense.

1. INTRODUCCION

El objeto de este trabajo es contribuir al conocimiento de la microfauna cuaternaria de Baleares, estudio ya iniciado por uno de nosotros con una nota

¹ Laboratorio Oceanográfico de Baleares (Palma de Mallorca).

² C/. Isabel II n.º 19 (Sóller).

³ C/. Antonio Planas n.º 5 - 2.º Palma de Mallorca.

sobre los Foraminíferos del Tirreniense de la Bahía de Palma de Mallorca (MATEU 1972) y ahora proseguido con las muestras procedentes de "S'Avenc des Frare" de la isla de Cabrera (Baleares), situada a unos 90 metros sobre el actual nivel del mar, formada por calizas jurásicas, cuya espeleografía y espeleomorfología fue anteriormente descrita junto con una breve indicación sobre algunos de los Foraminíferos de sus arenas, hecha por el Dr. J. F. de Villalta, y que sitúa esta formación de materiales alóctonos y de origen dunar en el Tirreniense I. (MONTURIOL, 1961; ENCINAS, GINÉS y TRIAS, 1974).

El estudio cualitativo y cuantitativo de estos Foraminíferos lo hacemos teniendo en cuenta la naturaleza de sus caparazones, por cierto muy rodados y desgastados, la edad aproximada de los mismos y la distribución batipelágica en el Mar Balear.

2. SISTEMÁTICA, ECOLOGÍA Y NATURALEZA DE LOS FORAMINÍFEROS PLIO-PLleistocénicos DE CABRERA ("AVENC DES FRARE"). ISLAS BALEARES.

Naturaleza de sus caparazones:

Número de individuos estudiados	203
" " " aglutinados	27 = 13,30 %
" " " calcareo-porcelanoides	45 = 22,16 %
" " " calcareo-perforados	131 = 64,53 %

Zonación batimétrica de sus formas actuales existentes en el Mar Balear:

Litorales (de 0 m. a 15 m.)	7,88 %
Sublitorales o neríticos (entre 15 y 200 m.)	64,50 %
Epibatiales (entre 200 y 750 m.)	16,25 %
Mesobatiales (entre 750 y 1.000 m.)	9,35 %
Eubatiales (entre 1.000 y 3.000 m.)	1,97 %

Edad aproximada de las especies estudiadas:

Cuaternario inferior	81,87 %
Calabrienses	4,87 %
Pliocénicas	10,83 %
Miocénicas	2,43 %

FORAMINÍFEROS DE CABRERA (Avenc des Frares)

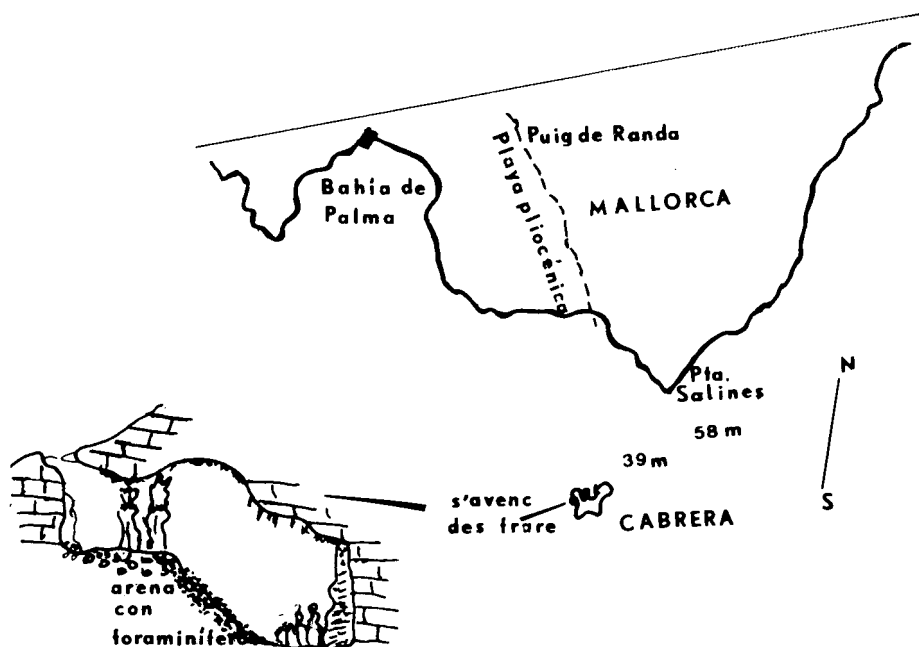
ESPECIES	N.º Ind.	Nat. caparazón	Tipo biocenosis Prof. en metros	Tafocenosis Prof. mts.	Edad
<i>Dorothia pseudotrochus</i> (CUSHMAN)	13	Aglutinado	Gravilla + conchuela, 100-300 m	Epibatial (300-400)	Oligoceno sup.
<i>Textularia agglutinans</i> d'ORBIGNY	1	"	"	"	"
<i>Textularia gramen</i> d'ORB.	2	"	"	"	Plioceno inf.
<i>Textularia pala</i> CZJZEK	1	"	"	"	Mio-plioc.
<i>Textularia pseudoturris</i> CUSHMAN	8	"	"	"	Cuaternario
<i>Textularia</i> sp.	1	"	"	"	—
<i>Tritaxis</i> sp.	1	"	"	"	—
<i>Globulina gibba</i> d'ORBIGNY	1	Calcareo-porcelanoide	"	"	Plioc. inf.
<i>Globulina gibba myristiformis</i> WILL	1	"	"	"	"
<i>Lingulina multicostrata</i> COSTA	1	"	Arena + conchuela + barro grises	Epi-mesobatial (500-850)	"
Miliólidos (indeterminables)	11	"	Algas y Posidonias (0-50)	Sublitoarlepibat. (30-300)	—
<i>Quinqueloculina agglutinans</i> d'ORB.	2	"	" "	"	Cuaternario
<i>Quinqueloculina bicarinata</i> d'ORB.	1	"	" "	"	Plioc. med.

ESPECIES	N.º Ind.	Nat. caparazón	Tipo biocenosis Prof. en metros	Tafocenosis Prof. mts.	Edad
<i>Quinqueloculina bicornis</i> (WALK. JAC.)	1	Calcareo-porcelanoide	Algas y Posidonias (0-50 m.)	Litoral-epibatial (30-300)	"
<i>Quinqueloculina cliarensis</i> (HERON ALLEN y EARLAND)	1	"	" "	"	Cuaternario
<i>Quinqueloculina contorta</i> d'ORB.	1	"	" "	"	Plioc. med.
<i>Quinqueloculina longirostra</i> d'ORB. (= <i>Quinqueloculina laevigata</i> d'ORB.)	3	"	" "	"	Calabriense
<i>Quinqueloculina pulchella</i> d'ORB.	2	"	"	"	Cuaternario
<i>Quinqueloculina seminula</i> (LINNEO)	2	"	"	"	"
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> d'ORB.	1	"	"	"	Plioceno sup.
<i>Robulus aff. calcar</i> (LINNEO)	2	"	Gravilla + conchuela	Epibatial	"
<i>Sigmoilina sigmoidea</i> (BRADY)	1	"		Mesobatial (800-900)	Calabriense
<i>Spiroloculina planulata</i> (LAMARCK)	3	"	Algas y Posidonias	Sublitoral-Epibatial	Plioc. inf.
<i>Triloculina tricarinata</i> d'ORB.	2	"	"	"	Cuaternario
<i>Triloculina oblonga</i> (d'ORB)	3	"	"	"	Cuaternario
<i>Triloculina trigonula</i> (LAMARCK)	3	"	"	"	"

ESPECIES	N.º Ind.	Nat. caparazón	Tipo biocenosis Prof. en metros	Tafocenosis Prof. mts.	Edad
<i>Ammonia beccarii tepida</i> (CUSH.)	1	Calcareo-perforado	"	"	Plioc. inf.
<i>Ammonia beccarii inflata</i> (SEGUENZAJ	4	"	"	"	Cuaternario
<i>Amphistegina lessonii</i> (d'ORB.)	1	"	Gravilla + conchuela	Mesobatial	Plioceno
<i>Asterigerina planorbis</i> (d'ORB.)	2	"	"	"	Cuaternario
<i>Bolivina</i> sp.	3	"	Barros, arenas	Epibatial	Eoc. sup.
<i>Bolivina</i> aff. <i>jarvisi</i> CUSH. y PARK.	1	"	"	"	"
<i>Bolivina costata</i> d'ORB.	1	"	"	"	Plioc. medio
<i>Cibicides boueanus</i> (d'ORB.)	2	"	Posidonias	Litoral-epibat.	Calabriense
<i>Cibicides lobatulus</i> (WALK. y JAC.)	7	"	"	"	"
<i>Cibicides pseudoungerianus</i> CUSH.	2	"	Gravilla + conchuela	"	"
<i>Cibicides</i> sp.	2	"	Posidonícola,	Litoral-sublit.	—
<i>Chilostomella</i> sp.	3	"	Barros, arenas	Mesobatial	Plioceno
<i>Discorbinella globularis</i> (d'ORB.)	3	"	Posidonias, algas	Litoral-epibat.	Plioc. sup.
<i>Discorbis orbicularis</i> (TERQUEM)	1	"	" "	"	"
<i>Ellipsoides ellipsoides</i> SEGUENZA	1	"	" "	"	"
<i>Elphidium advenum</i> CUSHMAN	4	"	Gravilla + conchuelas	"	Calabriense
<i>Elphidium complanatum</i> (d'ORB.)	7	"	"	"	Plioc. sup.

ESPECIES	N.º Ind.	Nat. caparazón	Tipo biocenosis Prof. en metros	Tafocenosis Prof. mts.	Edad
<i>Elphidium crispum</i> (LINNEO)	31	Calcareo- perforado	"	"	Cuaternario
<i>Elphidium macellum</i> (FICHT. y MOLL)	9	"	"	"	Calabriense
<i>Elphidium macellum aculeatum</i> (SILV.)	1	"	"	"	"
<i>Eponides haindingeri</i> (BRADY)	2	"	"	"	Plioceno inf.
<i>Eponides umbonatus</i> (REUSS)	1	"	"	"	Plioc. medio
<i>Eponides</i> sp.	2	"	"	"	?
<i>Glabratella opercularis</i> (d'ORB.)	8	"	"	"	Cuaternario
<i>Globigerinoides ruber</i> (d'ORB.)	4	"	Planctónica	Hemi-eupelag.	Mio-Pliocen.
<i>Globigerinoides</i> sp.	2	"	"	"	?
<i>Globorotalia crassaformis</i> (GALLOWAY y WISSLER) (= <i>G. crassacrottonensis</i> CONATO y FOL)	2	"	"	"	Plioc-Pleist.
<i>Globorotalia truncatulinoides</i> (d'ORB.)	1	"	"	"	Pleistoceno
<i>Heterolepa</i> sp.	1	"	Gravilla + conchuela	Litor.-epibat.	?
<i>Nonion boueanum</i> (d'ORB.)	7	"	"	Mesobat.	Calabriense
<i>Nonion pompilioides</i> (FICHTEL y MOLL)	2	"	"	"	Plioc. sup.
<i>Nonion soldanii</i> (d'ORB.)	1	"	"	"	Elveciense

ESPECIES	N.º Ind.	Nat. caparazón	Tipo biocenosis Prof. en metros	Tafocenosis Prof. mts.	Edad
<i>Planulina arimiensis</i> (d'ORB.)	1	Calcareo-perforado	Gravilla + conchuela	Epibatial	Calabriense
<i>Pullenia bulloides</i> (d'ORB.)	1	"	"	Mesobatial	"
<i>Sphaerogypsina globula</i> (REUSS)	15	"	"	"	Mio-plioceno
<i>Uvigerina</i> sp.	3	"	"	"	?
<i>Planorbulina mediterraneensis</i> d'ORB.	1	"	"	Litoral	Cuaternario
<i>Sphoeroidinellopsis subdehiscens</i> BLOW.	2	"	Planctonica	Hemi-eupelag	Plio-Pleist.



Situación y características del yacimiento s'Avenc des Frare.

3. CONSIDERACIONES CRONOLÓGICAS, PALEOECOLÓGICAS Y PALEOCLIMÁTICAS DERIVADAS DEL ESTUDIO DE ESTA MICROFAUNA.

a) *Foraminíferos bentónicos*. Abarcan aproximadamente un 95,57 % del total de la población y prácticamente está caracterizada por especies neríticas tales como *Textularia pseudoturris*, *Dorothia pseudotrochus*, *Sphaerogypsina globula* y *Elphidium crispum*, cuyas biocenosis sobre sustrato de "gravilla-conchuela" o sobre fangos terrigenos sublitorales (40 a 100 mts.) llegan a engrosar las tafocenosis del actual Mar Balear (COLOM 1964 y MATEU, 1970).

El ambiente de sedimentación relativamente costera de estas arenas organogénicas resedimentadas en "S'Avenc des Frare" de Cabrera queda también determinado por especies epífitas y epigeas, de medio algúcola y posidonícola, tales como *Cibicides lobatulus*, *Cibicides boueanus*, *Discorbinella globularis* y *Glabratella opercularis* que, junto con una gran diversidad de *Miliolidae* sobre todo formas embrionarias de "Adelosina", nos evocan unos ecosistemas

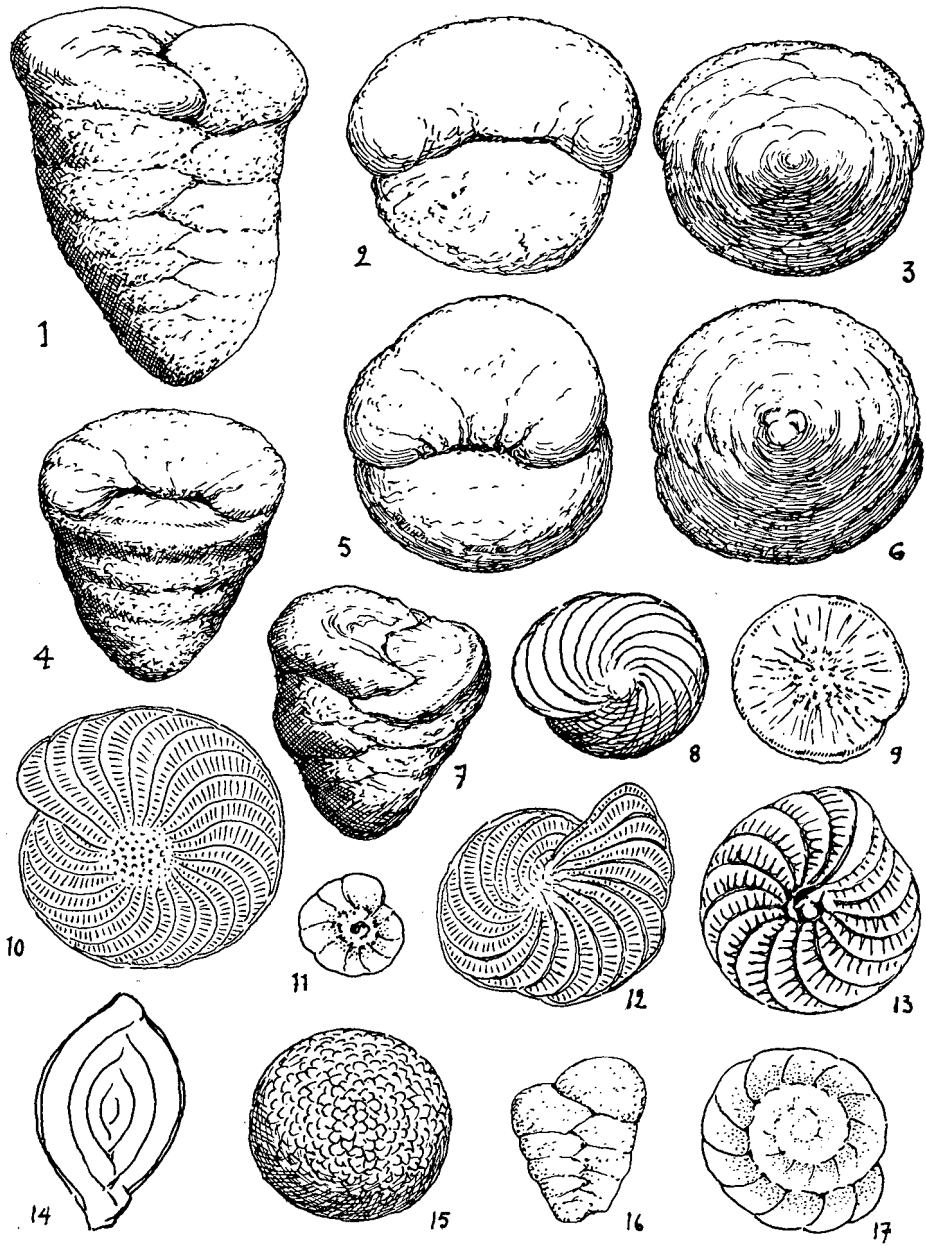


FIGURA 1

1-3. *Textularis pseudoturris* Cushman.—4-7. *Dorothis pseudotrochus* Cush.—8-9. *Glabratella opercularis* (d'Orb.).—10. *Elphidium crispum* (L.).—11 y 17. *Ammonia beccarii inflata* (Se-
guenza).—12. *Elphidium complanatum* (d'Orb.).—13. *Elphidium macellum* (Fichtel y Moll).—
14. *Spiroloculina planulata* Lamarck.—15. *Sphaerogypsina globula* (Reuss).—16. *Textularia* cf.
gramen d'Orb. x 33.

plio-pleistocénicos muy semejantes a los actuales, no muy lejanos al área de deposición espeleológica y de progresivo carácter eufótico, en régimen marcadamente regresivo.

Las especies precedentes y sobre todo la gran abundancia de *Elphidium crispum* y *Ammonia beccarii*, en sus formas juveniles y gerónticas tan rodadas y desgastadas, nos recuerdan biotopos ajenos a Cabrera y correspondientes a antiguas playas y dunas de la región de Lluçmajor y de Campos (Mallorca), cuyo nivel del mar correspondería con la boca de "S'Avenc des Frare" de Cabrera, pórtico de 6 mts. de ancho, orientado al W y situado a unos 90 mts. de altura en el acantilado calizo-jurásico (MONTURIOL, 1961) de la parte occidental de la isla.

Además, el elevado contenido de formas plio-calabrienses (15,70 %), intensamente alteradas por agentes atmosféricos, originariamente tendríamos que relacionarlas con la microfauna de aquellas terrazas pliocénicas de Lluçmajor (CUERDA, SACARES y COLOM, 1969). Y orientados por la serie tirreno--sicilio-calabriense de arenas arcillosas y rojizas de la zona italiana de Scalea (COMPAGNONI y otros, 1969), por el contenido bentónico y planctónico del afloramiento pleistocénico de la vertiente tirrénica del Apenino central (CARBONI 1975), no parece desafortunado considerar los materiales resedimentados en la cavidad de Cabrera como una mezcla de microfaunas que van del Pleistoceno al Tirreniense I, y que tienen de común una acusada ausencia de *Soritidae* (*Peneroplis*, *Spirolinas*, etc.) citados ya por uno de nosotros (COLOM 1935) del Estampaniense de Baleares.

Además, dicha carencia de *Soritidae*, también observada por uno de nosotros (MATEU 1972) en el Tirreniense de Mallorca, no concuerda con la actual abundancia de *Peneroplidae* y *Spirolinidae* en las arenas del litoral mallorquín contiguo a Cabrera en donde hemos llegado a contar 3.000 individuos en 10 cc. de sedimento. Y aunque sabemos que la distribución de dichas formas no ocupa todo el Mediterráneo actual (MURRAY, 1973), no obstante es significativa su ausencia en estas formaciones pliocuaternarias de Baleares y en las coetáneas de la Llanura Padana (AGIP MINERARIA, 1957), de la Scala (COMPAGNONI et al. 1969), de la vertiente tirrénica de Italia Central (CARBONI, 1975), etc.

Pero lo que cuantitativamente tipifica esta sedimentación espeleológica de Cabrera son los Foraminíferos paleocuaternarios (81,87 %), también profundamente rodados y desgastados y procedentes de biotopos relativamente costeros, sujetos a la influencia de las diversas fases regresivas anaglaciaras (FAIRBRIDGE, 1971), que, periódicamente y hasta el Tirreniense, dejaron al descubierto en el litoral mediterráneo (Sur de Francia, Córcega, Marruecos, Es-

paña, etc.) extensiones inmensas de arena. Tales formaciones dunares estuvieron expuestas a la acción del viento del N. y del NE., en un clima glacial refrescante y desecante, con acción directa en el transporte de tanta microfauna presente en la cavidad de Cabrera cuya entrada fué más o menos accesible a los Foraminíferos según los efectos tectono-eustáticos detectados en la extensa planicie pliocénica del S. y SE. de Mallorca.

Por ahora no hemos encontrado especies tan típicas del Calabriense como son *Hyalinea balthica*, *Angulogerina angulosa* y *Cassidulina laevigata*, pero sí *Signoilina sigmoidea* y sobre todo *Nonion boueanum*. (BANDY y WILCOXON 1970).

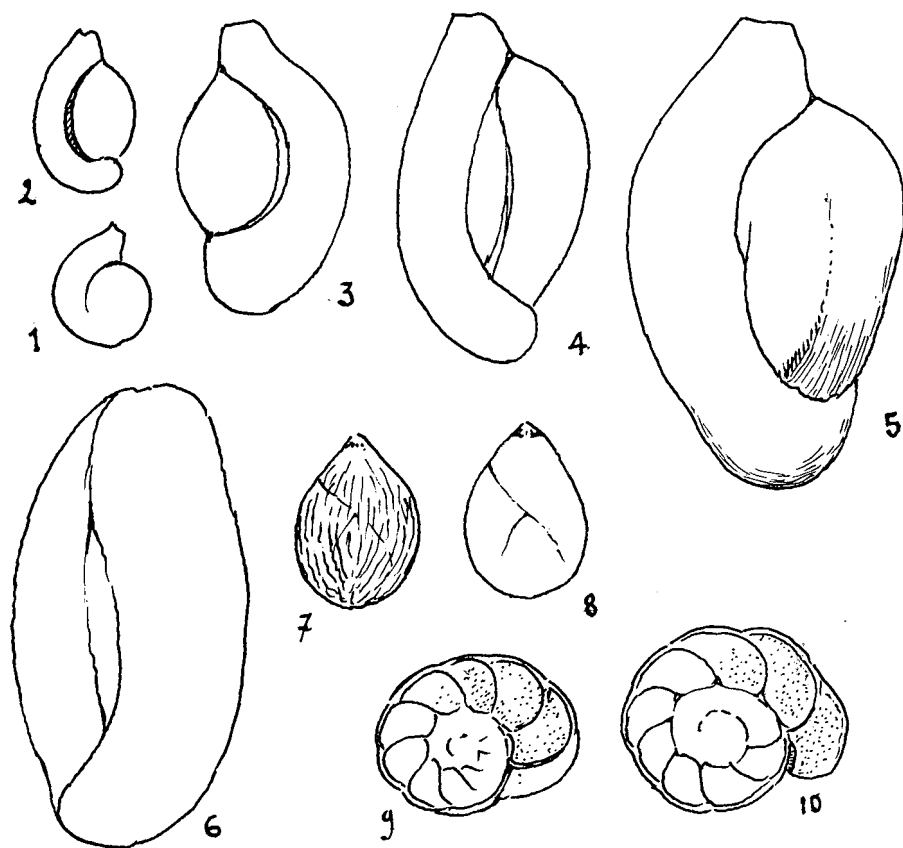


FIGURA 2

1-5. *Adelosina* cf. *laevigata* (diferentes fases de desarrollo).—6. *Triloculina* cf. *oblonga* d'Orb.—7. *Globulina gibba* var. *myristiformis* (Williams).—8. *Globulina gibba* d'Orb.—9-10.—*Cibicides lobatulus* (Walker y Jacob). x 40.

b) *Foraminíferos planctónicos* La presencia de Foraminíferos planctónicos es reducida (4,43 %), pero suficiente para orientarnos en la datación cronológica de este yacimiento de Cabrera. Las especies más importantes son:

Globigerinoides ruber (d'ORBIGNY) (Fotos 1 y 2).

Es especie común en los materiales atlánticos y mediterráneos estudiados por nosotros (COLOM y MATEU, en prensa), tendiendo los individuos gerónticos a la forma *pyramidalis* V. d. BROECK 1876 (Conf. foto 1) mientras que las formas más simples (foto 2) son afines a *Globigerinoides elongatus* (d'ORB.) (que es sinónimo de *Globigerina gomitulus* SEGUENZA típica del Calabriense de Italia (COMPAGNONI et al. 1969, SAITO, HILLMAN y JANAL, 1976) que junto con *Globigerides adriaticus* (FORNASINI) del Plioceno de Grecia Occidental (BIZON & MIRKO 1969) nos darían un mismo "spectrum" que siguiendo a LE CALVEZ (1974) y fieles a la "Ley de Prioridad" tendríamos que identificar con *Globigerina canariensis* d'ORBIGNY 1839, especie relativamente rara en la actual Mar Balear.

Sphaeroidinella dehiscens PARKER y JONES (Foto 3).

Estas formas las hemos encontrado también en la sedimentación profunda del Mar de Alborán y del Mar Balear y aunque actualmente sean sobre todo especies tropicales y subtropicales atlánticas (MATEU, 1979a), fueron abundantes en el Mediterráneo pliocénico junto con *Globorotalia crassaformis* s. l., *G. puncticulata* y otras (Conf. BIZON y BIZON, 1972; BOUROLLET y DEFAURE, 1971, etc.). THUNELL (1978), en su trabajo sobre los Foraminíferos planctónicos del Mediterráneo, no cita dicha especie, acaso ahora sólo presente en el área occidental más próxima al Atlántico en cuyo talud ibero-marroquí THIEDE (1971) la encontró en un nivel holocénico a 0,50 mts. por debajo del actual fondo marino.

BOLTOVSKOY (1969) y BE and HEMLEBEN (1970) no admiten la validez taxonómica de *Sph. dehiscens*. Para ellos es un estadio ontogenético de *Globigerinoides trilobus* (REUSS) cuya forma joven o *sacculifer* abunda más en la zona eufótica y epipelágico y la adulta o *dehiscens* en los niveles meso y batipelágicos debido al engrosamiento geróntico de su caparazón.

Globorotalia inflata (d'ORBIGNY) (Foto 4).

Esta forma considerada como la sola especie indígena de zonas de transición entre regiones subpolares y subtropicales, con óptimos biológicos entre los 13 y los 17° C (BE and HAMLIN 1967), se presenta en el Atlántico NW africano altamente representada (40 %), sobre todo en las zonas dominadas por "agua

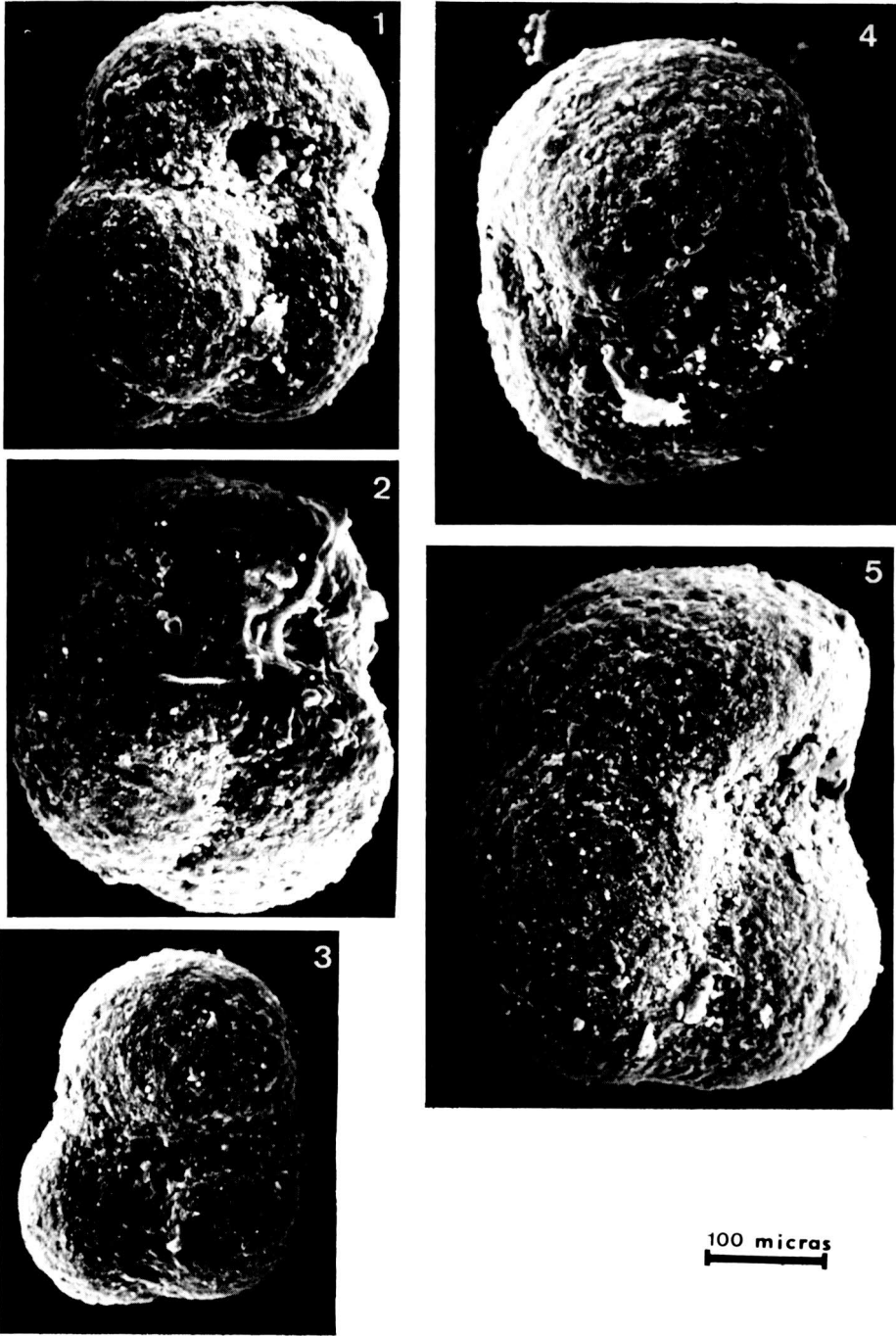


FIGURA 3

1-2. *Globigerinoides ruber* (d'Orbigny).—3. *Sphaeroidinella dehiscens* Parker y Jones.—4. *Globorotalia inflata* (d'Orb.).—5. *Globorotalia crassacrotoneensis* Conato y Follador.

central norte" (MATEU 1979a) y en el Mediterraneo hasta llega a alcanzar el mismo porcentaje en la cubeta moderadamente fría de la parte occidental (THUNELL 1978).

Conocida dicha especie, en el Atlántico, desde el Mioceno inferior (BLOW 1967), se halla en los testigos pleisto-holocenos del talud ibero-marroquí (THEIDE 1971), y caracteriza el límite plio-pleistocénico mediterráneo junto con *Globorotalia truncatulinoides* (BARBIERI 1967), KENNET et al. 1978, etc.). Todo esto nos permite considerarla como un elemento más de la repoblación microfau-nística, postevaporítica, de carácter templado, que desde el Atlántico llegó al Mediterraneo sustituyendo aquella microfauna cálida preevaporítica hoy desplazada hacia regiones más tropicales (COLOM y MATEU, en prensa y MATEU 1979b).

Globorotalia crassacrottonensis CONATO y FOLLADOR 1967 (Foto 5).

Aunque guarde ciertas afinidades con *G. crassula* CUSH. y STEWART 1957, *G. hirsuta* (d'ORB.) PARKER 1962 y *G. crassiformis* (GALLOWAY y WISSLER) WEZEL 1964, su forma se aproxima mucho a la de CONATO y FOLLADOR, proveniente del Plioceno italiano (Conf. SAITO, HILLMAN y JANAL, 1976).

CONCLUSIONES

a) Los materiales estudiados son, en su mayoría, alóctonos y de origen dunar, con unos pocos elementos microfau-nísticos provenientes de la erosión de las terrazas pliocénicas del S. y del SE. de Mallorca (Randa, Lluçmajor, etc.), mezclados con abundante microfauna originaria de biotopos litorales y sublitorales del Cuaternario inferior, resedimentados en "S'Avenc des Frare" de Cabrera por fenómenos eolo-tectono-eustáticos pleistocénicos.

Las formas más modernas son menos desgastadas y provienen generalmente de biotopos alguícolas y posidonícolas, de sustratos arenosos ricos en gravilla y conchuela, características que se dan hoy día en el litoral balear, sobre todo en el área meridional de Mallorca.

Además, la microfauna de estas arenas dunares depositadas a 90 metros sobre el actual nivel marino, por la altitud del yacimiento y por el carácter templado-calido de la misma, parece corresponder al Emiliense (= Calabriense II) y no al Siciliense que es un piso generalmente frío. Tal afirmación parece estar corroborada por la gran afinidad microfau-nística entre el yacimiento de Cabrera y otros depósitos marinos situados aproximadamente a idéntica altitud

y atribuidos a la misma época tales como "Pas des Verro" Lluçmajor-Mallorca (CUERDA y SACARES, 1970), Cueva de Formaci, Scalea, Italia (COMPAGNONI et al. 1969), etc.

b) Las formas planctónicas son pocas y de tamaño reducido. Representan un 5 % del total y el bajo índice plancton/bentos nos induce a pensar que la deposición y translación de sus caparazones fueron procesos netamente nerítico-costeros ya que una mayor cantidad de formas planctónicas, con un "spectrum" más amplio de tallas, nos llevaría a una típica sedimentación de mar abierto. Así *G. ruber*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *G. inflata* y *G. crassacrottonensis* en su forma actual del grupo *crassaformis*, cuyo óptimo biológico lo tienen hoy día en zonas tropicales y sus caparazones forman en gran parte los sedimentos eubaciales atlánticos (MATEU 1979a).

c) Referente a los *Soritidae* hay que destacar que a pesar de haberlos encontrado uno de nosotros (COLOM, 1935) en el Estampiense superior de Mallorca, ni en el Pleistoceno superior (MATEU 1972) ni en estos materiales de Cabrera hemos dado con ellos aunque sean. uno de los grupos microfaunísticos más abundantes en la actual sedimentación costera balear (MATEU 1970). Tal ausencia, que también es común en determinados yacimientos pliocénicos italianos (COMPAGNONI et al. 1969, CARBONI 1975, etc.), nos sitúa en un medio marino menos cálido que el del Oligoceno (Estampiense) y que correspondería al cuaternario inferior, postulado también por las especies planctónicas anteriores cuyo marcado levogirismo es habitual en los descensos de temperatura (KENNET 1976, MATEU, 1979b, etc.).

d) Si la presencia de determinadas formas planctónicas y la ausencia de *Soritidae* (*Peneroplis*, *Spirolina*, *Amphisorus*, etc.) nos permiten situarnos en el litoral cuaternario balear, cuando "S'Avenc des Frare" se hallaba sumergida en el mar, la gran cantidad de individuos del Cuaternario inferior (81,87 %) sobre todo *Textulariidae*, *Cibicididae*, *Glabratellidae*, etc., nos permiten observar un habitat nerítico-costero muy semejante al actual tanto en porcentajes de formas aglutinadas, calcareoporcelanoides y calcareoperforadas como en la naturaleza y distribución del sustrato móvil del litoral meridional de Mallorca, dejado a la acción del viento glaciar, durante las diversas regresiones cuaternarias que dieron lugar a las grandes formaciones dunares de donde proceden, en gran parte, estas arenas con Foraminíferos, de Cabrera.

e) Resumiendo, podemos afirmar que esta microfauna de "S'Avenc des Frare" está integrada por unos pocos individuos bentónicos del Mioceno (2,43

%), y hasta más antiguos, muy rodados y mezclados con un porcentaje más alto de elementos pliocénicos (10,83) que unidos al 5 % de formas planctónicas coetáneas habrían caracterizado las biocenosis litorales y sublitorales del Mar Balear postevaporítico todavía no sujeto a los vientos refrescantes y desecantes del N. y NE. que, en el Pleistoceno inferior, transportaron tantos elementos Pliopleistocénicos (81,87 %), de origen dunar y en una línea de costa sujeta a los efectos tectono-eustáticos generalizados en el Mediterráneo. (Conf. CARTER et al. 1971, FAIRBRIDGE, 1971, AGIP MINERARIA, 1957, etc.).

Agradecimientos

A J. A. Alcover, Zoólogo, por habernos proporcionado los materiales de Cabrera.

Al Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Barcelona por su competente colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- AGIP MINERARIA, 1957. — *Foraminiferi Padani (Terciario e Quaternario)*. Milano.
- BANDY, O. L. y WILCOXON, J. A., 1970. — *The Pliocene-Pleistocene Boundary Italy and California*. Geological Soc. Americ. Bull., vol. 81, pp. 2939-2948, 7 figs.
- BARBIERI, F., 1969. — *Planktonic Foraminifera in Western Emily Pliocene (North Italy)*. In: Bronniman, P. and Renz, H. H. (Editors), Proceed. First. Int. Conf. Plank. Microorg., Geneva 1967. Págs. 179-190.
- BE, W. H. y HEMLEBEN, Ch., 1970. — *Calcification in a living planktonic foraminifer Globigerinoides sacculifer (BRADY)*. N. Jb. Geol. Palant. Abh. 134 (3); 221-234. Stuttgart.
- BIZON, G. y BIZON, J.-J., 1972. — *Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen oligocène a quaternaire*. Edit. Technip. Paris.
- BIZON, G. y MIRKOU, R., 1969. — *Les Foraminifères planctoniques du Pliocène de l'île de Zante (Grèce occidentale)*. In: Bronniman & Renz (Editors), pp. 179-190.
- BLOW, W. H., 1969. — *Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*. In: Bronniman & Renz (Editors), pp. 199-422. + 54 Láms.
- BOLTOWSKOY, E., 1969. — *Tanatotocenosis de Foraminíferos planctónicos en el Estrecho de Mozambique*. Rev. Esp. Micropal. 1 (2), pp. 117-129, 3 láms.
- BUROLLET, P. F. y DUFAURE, Ph., 1972. — *The Neogene Series Drillet by the Mistral N.º 1 Well in the Gulf of Lion*. In: STANLEY, D. J., 1972. — *The Mediterranean Sea*. Stroudsburg, Pensilvania. pp. 91-98, 2 figs.

- CARBONI, M. G., 1975. — *Biostratigrafia di alcuni affioramenti Pliocenici del versante tirrenico dell'Italia Centrale*. Geologica Romana, 14: 63-85, 12 figs., 5 tablas y 4 láms.
- CARTER, T. G. et alt., 1971. — *A new Bathymetric Chart and Physiography of the Mediterranean Sea*. In: STANLEY and Coll.: The Mediterranean Sea. Págs. 1-23.
- COLOM, G., 1935. — *Las especies de la familia Peneroplidae actuales y fósiles de Baleares*. Bol. Soc. Esp. Hist. Natural 35 (83-102), láms. 6-16 + 5 figs.
- 1964. — *Estudios sobre sedimentación costera balear (Mallorca y Menorca)*. Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 34 (495-550) y 18 láms.
- COLOM, G. y MATEU, G., 1979. — *Estudios sobre las relaciones de afinidad y variaciones de las asociaciones de Foraminíferos del Mediterraneo Occidental y las del área atlántica*. (En prensa).
- COMPAGNONI, B., CONATO, V., FOLLIERI, M. y MALATESTA, A., 1969. — *Il Calabriano di Scalea*. Quaternaria, X, pp. 95-115, 5 láms. Roma.
- CONATO, V., MALATESTA, A. y VALLETTA, M., 1967. — *Calabriano ad Arctica islandica sulla costa meridionale d'Abruzzo*. Quaternaria, IX, pp. 261-266, 3 figs.
- CUERDA, J., SACARÉS, J. y COLOM, G., 1969. — *Hallazgo de terrazas pliocénicas marinas en la región de Llucmajor (Mallorca)*. Acta Geológica Hispana 4 (2): 35-37. Barcelona.
- CUERDA, J. y SACARÉS, J., 1970. — *Formaciones marinas correspondientes al límite plio-cuaternario y al Plesitoceno inf. de la costa de Llucmajor (Mallorca)*. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares. T. XVI, pp.
- CUERDA, J., 1975. — *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Pp. 1-305, 51 figs., 20 láms. Palma de Mallorca.
- ENCINAS, J. A., GINÉS, J. y TRIAS, M., 1974. — *Inventario Espeleológico de Mallorca*. Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares. T. XIX, pp. 29-49.
- FAIRBRIDGE, R. W., 1972. — *Quaternary Sedimentation in the Mediterranean Region controlled by Tectonic, Paleoclimates and Sea Level*. In: STANLEY.—Mediterranean Sea pp. 99-113, 2 figs.
- GLAÇON, G., VERGNAUD, C., LECLAIRE, L. y SIGAL, J., 1973. — *Présence des Foraminifères Globorotalia crassula Cushman et Stewart et Globorotalia hirsuta (d'Orbigny) en Mer Méditerranée*. Rev. Esp. Micropal. 5 (3): 373-403 y 4 láms.
- KENNET, J. P., 1976. — *Phenotypic variation in some Recent and late Cenozoic planktonic Foraminifera*. In: Hedley, R. H. y Adams, C. G. (Editors), *Foraminifera*, vol. II, 111-171. Academic Press.
- KENNET et Alt., 1978. — *South Balearic Basin (Site 371) Menorca Rise (Site 372)*. In: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project (USA), Vol. XLII. Págs. 29-57 y 59-150.
- LE CALVEZ, Y., 1974. — *Revision des Foraminifères de la collection d'Orbigny. I—Foraminifères des Iles Canaries*. Cahiers de Micropal. 2, 107 págs. y 28 láms.
- MATEU, G., 1970. — *Estudio sistemático y bioecológico de los Foraminíferos vivientes del litoral de Cataluña y Baleares*. Trab. Inst. Esp. Oceanografía, 38, 84 págs. y 28 láms.

- MATEU, G., 1972. — *Les Foraminifères du Tyrrhénien de la baie de Palma de Majorque et les conditions bioécologiques de l'ancienne mer de Balears*. Rapp. Comm. Int. Mer Medit. 20 (539-540). Monaco.
- 1979. a — *Foraminíferos planctónicos del área de afloramiento del Atlántico del NW. de Africa: Estructura, origen y evolución de sus comunidades*. Rev. Esp. Micropaleontología (Madrid), vol. XI, n.º 1, págs. 135-157, 10 figs. 5 tablas + 2 láms.
- 1979. b — *Les Foraminifères Planctoniques de la Méditerranée et leur évolution écologique postevaporitique*. Comunicación presentada en el "18eme Colloque du G. P. L. F." Universidad de Paris (Banyuls-sur-Mer). Mayo 1979. (En prensa).
- MONTURIOU POU, J., 1961. — *El Karst de la isla de Cabrera*. Speleon (Univ. Oviedo), Tom. XII, vols. 1 y 2, pp. 5-33 + 9 figs.
- MURRAY, J. W., 1973. — *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids*. Págs. 1-274. Heinemann Educ. Books. London.
- SAITO, T., HILLMAN, N. S. y JANAL, M., 1976. — *Catalogue of planctonic Foraminifera. Neogene*. Vols. I y II. Americ. Mus. Nat. History. New York.
- THIEDE, J., 1971. — *Planktonische Foraminiferen in Sedimenten vom iberomarkkanischen Kontinentalrand*. "Meteor" Forsch. Ergebnisse, C, 7 (15-102). Berlin-Stuttgart.
- THUNELL, R. C., 1978. — *Distribution of recent Foraminifera in surface sediments of the Mediterranean Sea*. Marine Micropaleontology 3 (147-173), 24 figs. y 2 láms.

SUMMARY

The Foraminifera of the allocton sands, of dune origin, from a cave with a surface area of 44 x 46 m. and 80 m. above the actual sea level of the Mediterranean, are studied. This microfauna comprises about 60 benthic species peculiar to coastal and subcoastal biotopes of sand and *Posidonia*, and about 4 planktonic species of eupelagic character, typical of the Pliocene.

The absence of *Soritidae* (*Peneroplis*, *Amphisorus*, etc.), present on the other hand in the Stampian of Majorca and unknown, up to present, in the Balearic Pliocene, suggests the chronological affinity of this speleological sedimentation to certain Italian pliocenic outcrops.

It can be considered as a microfauna sedimented firstly on regressive formations of dune character, above all along the old meridional coast of Majorca, and resedimented posteriorly on "S'Avenc des Frare" of Cabrera due to complex eolian-tectonic and eustatic phenomena situated between Calabrian and Tirrenian.