

Els tàxons amb valor biogeogràfic i cronoestratigràfic: bioindicadors climàtics del Quaternari de les Illes Balears

Damià VICENS, Guillem X. PONS, Pere BOVER i Francesc GRÀCIA

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Vicens, D., Pons, G.X., Bover, P. i Gràcia, F. 2001. Els tàxons amb valor biogeogràfic i cronoestratigràfic: bioindicadors climàtics del Quaternari de les Illes Balears. In: Pons, G.X. i Guijarro, J.A. (Eds.). *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 121-146. ISBN: 84-87818-34-X. Palma de Mallorca.

Durant el darrer interglacial del Quaternari (Plistocè superior), el clima càlid va permetre que espècies marines intertropicals, principalment del litoral atlàntic penetrassin per l'estret de Gibraltar dins la Mediterrània. A l'inici de la glaciació Würm, amb l'arribada d'un clima fred, la majoria d'aquestes espècies termòfiles es varen extingir de les aigües de les Illes Balears, restant únicament com a testimonis del passat en el registre fòssilífer. A Mallorca són nombrosos els jaciments del Plistocè superior a on es troben dipòsits rics en fauna marina termòfila (pertanyent a l'Eutirrenià) i d'altres on és molt escassa (assignat al Neotirrenià). La fauna terrestre també es va veure afectada pels canvis climàtics. El gènere *Myotragus* és un exemple excepcional d'evolució insular que va sobreviure fins a l'arribada de l'home a les Illes Balears fa uns 4000-5000 anys. En aquest treball es relacionen les espècies de mol·luscs indicadores d'aquest canvi climàtic, la seva biogeografia i cronostratigrafia. Es fa una referència a l'evolució, relacionada amb el canvi climàtic, del gènere *Myotragus*. També es cita per primera vegada per al Quaternari de Mallorca *Neptunea contraria*, una de les poques espècies d'aigües fredes que es coneixen de les Illes Balears.

Paraules clau: *Quaternari, mol·luscs termòfils litorals, mol·luscs d'aigües fredes, Myotragus, dipòsits litorals de l'estadi 5, Illes Balears.*

BIOGEOGRAPHICAL AND CHRONOSTRATIGRAPHICAL TAXA: QUATERNARY CLIMATIC BIOINDICATORS FROM THE BALEARIC ISLANDS. During the last Quaternary interglacial (Upper Pleistocene) the warm climate allowed some intertropical marine species, mainly those from the atlantic coasts, to cross to the Mediterranean through the Gibraltar strait. As the Würm glaciation began and climate turned cold, most of these thermophil species became extinguished in the Balearic Islands. They remained only as fossil records. In Majorca, many deposits from the Upper Pleistocene can be found, some being rich in thermophile marine fauna (from the Eutirrenian) and others poor (from the Neotirrenian). The terrestrial fauna also suffered the climate changes. The genus *Myotragus* is a remarkable example of insular evolution who would survive till man arrived to the Balearic Islands, 4,000-5,000 years ago.

This paper presents the molluscs species that indicate such climate change, its biogeography and chronostratigraphy. The evolution of the genus *Myotragus* related to that change is also exposed. Also, *Neptunea contraria* is quoted for the first time for the Majorcan Quaternary, one of the few cold-water species known from the Balearic Islands.

Keywords: *Quaternary, thermophil coastal molluscs, cold-water molluscs, Myotragus, 5th Stage coastal deposits, Balearic Islands.*

Damià VICENS i Francesc GRÀCIA; Societat d'Història Natural de les Balears, Carrer Sant Roc 4, 07001 Palma de Mallorca; Guillem X. PONS; Departament de Ciències de la Terra (UIB), Crtra. Valldemossa km 7,5; 07071 Palma de Mallorca; Pere BOVER Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), Crtra. Valldemossa km 7,5; 07071 Palma de Mallorca.

Introducció

A les Illes Balears està representat un registre estratigràfic i registre fòssil molt interessant. Així ho demostra el fet que investigadors nacionals i estrangers hagin tengut com a tema d'estudi el Quaternari de les Illes. De fet és un dels primers llocs de la costa mediterrània espanyola on es va començar a estudiar el Quaternari marí (Porta, 1956). El Quaternari continental no ha estat tan estudiat (Cuerda, 1975) si bé a partir de la fundació de la Societat d'Història Natural de les Balears, a principis dels anys 50, s'incrementen notòriament el nombre dels jaciments i el coneixement de la fauna vertebrada terrestre del Pliocè i Plislocè de les Balears (Alcover *et al.*, 1981).

El Quaternari de les Balears es caracteritza per comptar amb múltiples exemples d'extincions d'espècies, ja que aquestes no es varen adaptar a les noves condicions climàtiques. Totes aquestes espècies han donat fòssils característics molt útils a l'hora d'establir una cronologia relativa. Tot això, junt amb les pujades i davallades del nivell de la mar han estat decisives per modelar el litoral de les Illes Balears i per la composició de la seva biota.

D'altra banda, a les Balears, es troba un dels casos més interessants del món d'evolució insular d'un vertebrat. Es tracta de la línia filètica que va originar *Myotragus balearicus*, espècie de caprí altament especialitzada que es va extingir poc després de l'arribada de l'home a les Gimnèsies.

Els jaciments quaternaris de les Balears

Els dipòsits quaternaris són nombrosos a les Balears, la qual cosa fa que existeixin jaciments fòssilífers molt importants. Molts dels jaciments d'origen marí estan associats amb dipòsits d'origen litoral i continental, fet que fa augmentar el valor del registre estratigràfic i paleontològic d'aquests cossos sedimentaris.

No hem d'oblidar que les Balears majoritàriament estan constituïdes per roques calcàries (exceptuant la zona de tramuntana de Menorca) i els fenòmens càrstics hi són presents amb una amplitud extraordinària. Moltes de les coves i avencs han actuat durant el Pliocè i el Quaternari com autèntiques trampes de sediment, on a més ha quedat un registre paleontològic molt abundant.

Jaciments del Quaternari amb fauna marina o salobre

La major part dels jaciments del Quaternari marí de les Balears són dipòsits de platges i els fòssils que més abunden són els mol·luscs (Cuerda, 1975; 1987). S'han citat més tàxons d'invertebrats no mol·luscs fòssils (Cuerda, 1975; Cuerda *et al.*, 1989-90a) però aquests són una minoria. Les restes procedents de vertebrats són molt escasses en el Quaternari marí, si bé cal destacar la presència d'algunes dents de peixos a uns pocs jaciments de les Balears (Vicens i Gràcia, 1999) i



Fig. 1. Vista general d'es Carnatge (Palma).

Fig. 1. Overview of Es Carnatge (Palma).

la presència de restes d'ossos de dues aus (*Puffinus mauretanicus* i *Columba* sp.) a un jaciment litoral d'origen no càrstic a Mallorca (Vicens *et al.*, 1998).

Els fòssils reelaborats són freqüents en els dipòsits litorals. A Mallorca és freqüent trobar fragments o fòssils rodats de l'Eutirrenià a dipòsits del Neotirrenià (Cuerda, 1987). Inclús s'han trobat fòssils d'edat miocena a dipòsits quaternaris (Vicens i Gràcia, 1999).

Així com el Plistocè marí inferior i mitjà no són molt coneguts a les Balears, no passa el mateix amb el Plistocè superior representat per un bon nombre de jaciments que es troben la majoria en el litoral (Cuerda, 1975). L'illa de Mallorca és la que té més jaciments del Quaternari marí amb a prop d'uns 70 jaciments (Cuerda, 1975; Pomar i Cuerda, 1979). Els jaciments de Menorca no són tan nombrosos (uns 20 jaciments) com el que passa a Mallorca, amb un contingut més bé escàs d'espècies característiques (Cuerda, 1987). A les Pitiüses es coneixen uns 13 jaciments. L'illa d'Eivissa és la menys coneguda

en quant als jaciments del Plistocè marí (Cuerda, 1984).

A part dels jaciments citats per Cuerda (1975; 1987), cal afegir els següents: dos jaciments de sa Font Cel·lada (Vicens i Gràcia, 1988), el jaciment ST I i ST II de Portocolom (Cuerda *et al.*, 1989-90a), Son Real (Cuerda *et al.*, 1991) i Frontó des Molar (Vicens *et al.*, 1998), tots a Mallorca. El torrent Fondo (Vicens *et al.*, 1992), els Arenals, Racó de ses Ampolles, Cavall d'en Borràs (Gässer i Ferrer, 1997) i es Copinyar (Gässer i Ferrer, 1997; Gässer, 1998) a Formentera.

Segons l'ambient litoral on es va formar el dipòsit, a les Balears hi ha bàsicament dipòsits de platja i dipòsits llacunars litorals.

- Dipòsits de platja. La majoria del jaciments del Quaternari marí de les Balears citats per Cuerda (1975) són dipòsits de platja. El dipòsits estan formats per arenes de platja, clastes arrodonits que van de la mida mil·limètrica fins a la decimètrica segons el dipòsit i fòssils d'invertebrats marins. Les arenes són majoritàriament d'origen bioclàs-

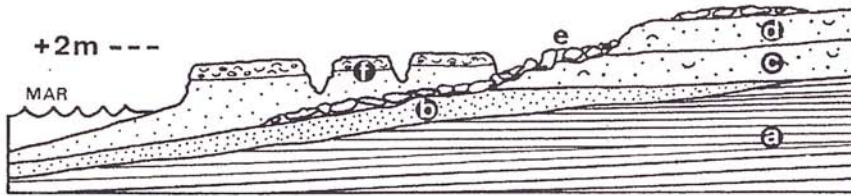


Fig. 2. Tall estratigràfic d'es Carnatge (Palma, Mallorca): a - Duna Riss. b - Llims de l'Eutirrenià (Subestadi 5e). c - Platja fòssil (Unitat 1) de l'Eutirrenià (Subestadi 5e). d - Platja fòssil (Unitat 2) de l'Eutirrenià (Subestadi 5e). e - Blocs i còdols provinents de les formacions anteriors (Unitat 3) d'edat neotirreniana (probablement Subestadi 5c). f - Platja fòssil (Unitat 4) del Neotirrenià (probablement Subestadi 5c). Modificat de Cuerda (1975).

Fig. 2. Geological survey of the Carnatge (Palma Mallorca): a - Duna Riss. b - Eutirrenian silts (Isotopic Substage 5e). c - Fossil beach (Unit 1) from the Eutirrenian. d - Fossil beach (Unit 2) from the Eutirrenian (Isotopic Substage 5e). e - Stones and pebbles coming from older structures (Unit 3) of Neotirrenian age (probably Isotopic Substage 5c). f - Fossil beach (Unit 4) from the Neotirrenian (probably Isotopic Substage 5c). Modified from Cuerda (1975).

tic com passa a l'actualitat (Jaume i Fornós, 1992).

- Dipòsits llacunars litorals. Cuerda (1975) distingeix tres tipus d'aquest dipòsits segons la comunicació amb la mar i la seva salinitat.

Aquests dipòsits poden presentar materials molt diversos i així per exemple a la sèrie estratigràfica de l'Albufera d'Alcúdia (Mallorca) obtinguda a partir d'un sondeig hi ha tot tipus de materials: llims, argiles, arenes, conglomrats, graves, lumaquel·les, etc. (Fornós *et al.*, 1996).

Hi ha uns altres tipus de dipòsits que deriven dels sediments litorals com són els següents:

- Dipòsits d'arenes i graves litorals que no formen part d'una platja. Són de petita extensió i els materials que els formen varen ser llançats per la mar sobre una plataforma o zona on la mar després no s'els va poder emportar. Com exemple, es coneix el jaciment ST II de Portocolom (Felanitx) (Cuerda *et al.*, 1989-90a).

- Reompliment de crulls. No són molt nombrosos aquests tipus de dipòsits. Cal des-

tacar amb aquesta tipologia el jaciment Eutirrenià a + 11,5 m del cap Orenol (Llucmajor) (Cuerda i Muntaner, 1960) i el jaciment Neotirrenià de sa Font Cel·lada (Artà) (Vicens i Gràcia, 1988).

- Reompliment de coves litorals. És molt freqüent trobar dipòsits d'arenes holocenes a cavitats amb comunicació amb la mar i inclús a coves que no tenen una comunicació directa com la cova de sa Pedrera (Manacor) on els temporals han introduït el sediments litorals dins la cova (Ginés, 2000). A algunes coves litorals d'Alcúdia hi ha evidències d'ompliment de part de les cavitats per sediments litorals durant el Plistocè superior i un posterior buidament (Vicens i Crespi, en prep.).

- Concrecionament litoquímic de restes d'origen marí. A la cova de sa Pedrera (Manacor) hi ha restes de *Posidonia oceanica* i mol·luscs marins que han sofert un procés de concrecionament litoquímic, possiblement d'edat holocena (Vicens *et al.*, 2001). Aquest fenomen també s'ha observat a una cova litoral d'Alcúdia (D. Vicens i D. Crespi, dades inèdites).

Jaciments del Quaternari amb fauna terrestre

A les Balears els dipòsits continentals quaternaris són freqüents. Els al·luvions, les bretxes de pendent, els ventalls al·luvials, els llims, els paleosòls i les eolianites fòssils, en són els exemples més clars.

Un altre tipus de dipòsits continentals es poden trobar en els reompliments càrstics. La importància d'aquests dipòsits a les Balears és màxima ja que la majoria de jaciments de vertebrats es troben dins cavitats o el que resten d'elles (Alcover *et al.*, 1981; Quintana, 1998b; Seguí, 1996; Sondaar *et al.*, 1995).

Gómez-Pujol (1999) comenta que les referències del Quaternari continental de Mallorca són escasses si les comparem amb les del Quaternari marí.

Paul i Altaba (1992) sintetitzen d'una forma molt clarificadora on es poden trobar mol·luscs terrestres fòssils a les Pitiüses.

Seguidament, es dona una breu relació dels dipòsits continentals que han lliurat fauna terrestre a les Balears:

- Al·luvions. Les referències de fòssils dins aquests materials són escasses i cal assenyalar la cita de Muntaner (1956) d'un fèmur de *Myotragus* trobat als al·luvions de Sencelles (Mallorca). Muntaner i Palmer (1956), troben ossos de *Myotragus*, procedents dels al·luvions de Búger, però no és gaire clar que sigui d'al·luvions i no d'una cova travessada pel sondatge.

La diversa fauna de mol·luscs terrestres de Cala Salada (Eivissa) prové quasi exclusivament de dipòsits al·luvials (Paul, 1982).

- Llims continentals / Paleosòls. És troben majoritàriament associats a altres dipòsits litorals com les eolianites o platges fòssils (Cuerda, 1975). Aquests tipus de dipòsits també són molt abundants a l'interior de les Balears.

A l'extensa bibliografia del Quaternari moltes de vegades no es fa una distinció clara entre el dos.

La majoria d'aquest dipòsits són fòssils, havent-hi mol·luscs terrestres.

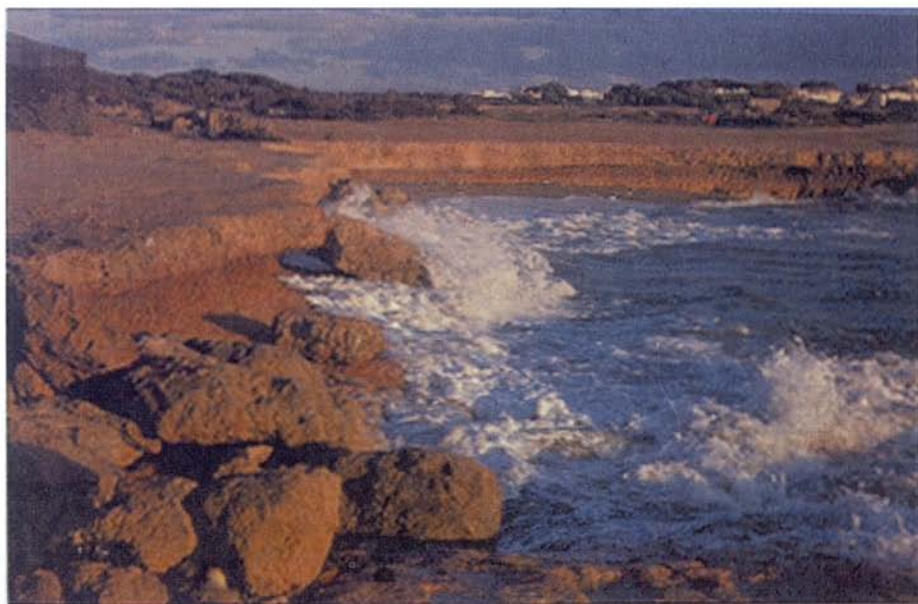


Fig. 3. Vista general de Cala Pudent (Palma) (a la majoria del texts apareix denominat com a Campo de Tiro).
 Fig. 3. Overview of Cala Pudent (Palma) (in most texts called camp de Tir - Campo de Tiro).

- Eolianites fòssils. Estan presents a totes les illes tant per sobre com per davall del nivell actual de la mar i són dipòsits d'origen eòlic constituïts majoritàriament per grans d'arena d'origen biogènic que han sofert un procés de cimentació. Les cites de mol·luscs terrestres fòssils són freqüents en aquest tipus de dipòsits (Cuerda, 1975; Cuerda *et al.*, 1982; Paul i Altaba, 1992). Es coneixen traces o galeries, possiblement d'algun insecte, d'algunes poques localitats (Servera *et al.*, 2001; Fornós *et al.*, en premsa). Les icnites o traces de *Myotragus* s'han citat a Mallorca (Fornós i Pons-Moyà, 1982; Servera *et al.*, 2001; Fornós *et al.*, en premsa) i a Menorca (Quintana, 1993). També s'han citat icnites d'*Hypnomys* a Menorca (Quintana, 1993). Les restes òssies són rares dins aquest tipus de sediments, si bé es varen trobar restes de *Myotragus balearicus* a una duna fòssil de Son Jau-mell (Capdepera) (Muntaner i Cuerda, 1956). A Formentera es va trobar una posta d'ous de tortuga (Filella *et al.*, 1996).

- Ventalls al·luvials. Són cossos sedimentaris que responen a la superposició, imbricació i acumulació de diferents dipòsits sedimentaris. Al ventall al·luvial del Caló (Artà) hi ha colades rocalloses, corrents laminars, eolianites i en menor importància hi apareixen alguns nivells de paleosòls i dipòsits col·luvials (Gómez-Pujol, 1999). Per la diversitat dels dipòsits hi ha fòssils de mol·luscs terrestres a alguns d'ells (obs. pers.) i de fet Cuerda i Galiana (1976) citen mol·luscs terrestres als llims del ventall al·luvial del caló des Cans (Artà).

- Reompliments càrstics. L'abundància de coves existents tant a les Gimnèsies com a les Pitiüses, i la gran freqüència amb que contenen dipòsits fòssilífers de vertebrats i de mol·luscs fa que el registre paleontològic lliurat a les coves sigui ric (Sondaar *et al.*, 1995).

L'acumulació de fòssils que es dona a les coves és deguda a diferents processos tafonòmics. Així, a la cova Estreta (Pollença, Mallorca), on hi ha un dels millors jaciments de *Myotragus balearicus* de les Gimnèsies,

s'ha interpretat que l'aigua ha estat el principal agent acumulador de sediments a la cova, els quals han estat en determinats moments transportats massivament producte d'un flux lent d'una massa humida de sediments (Encinas i Alcover, 1997) (Fig. 5).

La disposició dels materials de la cova C-2 (Ciutadella, Menorca) es indicativa que es tracta d'un dipòsit totalment secundari, resultat de l'arrossegament dels ossos, juntament amb sediment (Seguí *et al.*, 1998).

Hi ha una sèrie de jaciments mallorquins i menorquins de *M. balearicus* que es troben a llocs inaccessibles per a un caprí. Les restes trobades procedeixen del transport realitzats per ocells de presa de talla gran. El candidat més versemblant d'haver estat l'agent bioacumulador d'aquests dipòsits és *Aquila chrysaetos* (Arnau *et al.*, 2000).

L'exploració de galeries subaquàtiques de diferents cavitats litorals ha permès realitzar la troballa de restes òssies de *Myotragus balearicus* dipositats en superfície a profunditats compreses entre els 8 i 14 metres. Els ossos no han estat transportats per corrents o per gravetat. Això ens indica que durant pulsacions fredes del Plistocè les galeries romanien seques, almenys parcialment, la qual cosa permetia l'accés terrestre del caprí endèmic a zones internes de les coves, actualment inundades (Gràcia *et al.*, 2000; Gràcia, inèdit).

Cap a una aproximació d'on provenen els fòssils

A la biosfera actual la proporció d'organismes de cos blan és superior al que tenen esquelet. En el registre fòssil tenim una marcada desviació cap als organismes marins amb esquelet, però la seva representativitat permet que amb el seu estudi s'ampliïn els coneixements dels processos paleobiològics i paleoambientals (López i Truyols, 1994).

A continuació es dona una aproximació d'on provenen els fòssils quaternaris de les Balears, ampliant la donada per Vicens i Gràcia (1998):

a- Estructures esquelètiques de microfòssils marins (Mateu, 1985), de mol·luscs marins o terrestres (Cuerda, 1975; 1987), de vertebrats (Cuerda, 1975; Alcover, 1981; Sondar *et al.*, 1995). També es troben altres tàxons, però estan menys representats al registre fòssil Quaternari, com són la classe Anthozoa, Bryozoa, Echinoidea, Crustacea, altres Arthropoda, etc. (Cuerda *et al.*, 1989-90a). Per exemple, entre els crustacis es coneix el cranc *Ocypoda cursor* que a l'actualitat no viu a la Mediterrània occidental, però sí a la Mediterrània oriental i de les costes intertropicals de l'Àfrica atlàntica. A les Balears només s'ha trobat a un jaciment de l'eutirrenià de Magalluf (Mallorca) (Via, 1966).

b- Pistes fòssils, com és el cas de les pistes d'arrels, denominades rizocrecions (Calvet *et al.*, 1975) o les icnites de *Myotragus* (Fornós *et al.*, en premsa). Ambdues són productes de bioturbacions, és a dir, una acció d'organismes damunt substrats blans, que han quedat fossilitzades. També en el litoral es poden observar els efectes de la bioerosió damunt un substrat dur i com a exemple tenim les perforacions fòssils produïdes pel bivalve *Lithophaga lithophaga* (Cuerda, 1975).

c- Excrecions d'animals, com és el cas dels copròlits de *Myotragus* del Plistocè inferior del racó des Matar (Santanyi) (Servera *et*

al., 2001) o bé subfòssils, de l'Holocè, trobats a la cova Estreta (Pollença) (Encinas i Alcover, 1997).

d- Ous fòssils. Filella *et al.* (1996) descriuen la troballa d'un niu amb ous de tortuga terrestre al Pujol des Fum (Formentera). Filella *et al.* (1999) situen cronològicament al jaciment com a Eutirrenià basant-se en mètodes radiocronològics.

e- Estructures vegetals com les que se poden observar en els dipòsits travertínics d'origen llacustre-fluvial de Canyamel i Cala Sant Vicenç a Mallorca. En aquests dipòsits, hi ha pistes i buits dels vegetals inductors de la fixació del CO₂ per formar el carbonat càlcic. Inclòs hi ha uns buits més grossos que són de branques i de troncs d'arbres o arbusts que varen quedar atrapats en aquests cossos sedimentaris (Vicens i Gràcia, inèdit). A Menorca s'ha trobat un dipòsit travertínic d'origen llacustre a l'interior de l'illa (Obrador i Mercadal, 1969).

f- Pol·len. Les anàlisis pol·líniques de distints sondejors de les Balears ens han ajudat a aproximar-nos a la composició florística a cada moment del sondeig en base a la proporció de pol·len present a cada una de les mostres avaluades. En aquest volum (veure Pérez-Obiol *et al.*) es realitza un interessant assaig sobre la paleovegetació del passat i els canvis

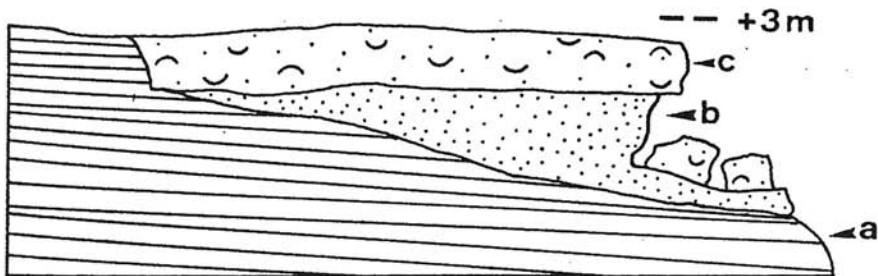


Fig. 4. Tall estratigràfic de Cala Pudent (camp de Tir), modificat de Cuerda (1975). (a) - Duna Riss. (b) - Llims de color vermell groguenc del subestadi 5e. (c) - Dipòsit de platja eutirreniana (subestadi 5e) amb fauna marína termòfila.

Fig. 4. Geological survey of Cala Pudent (camp de Tir), modified from Cuerda (1975). (a) - Duna Riss. (b) - red-yellowish silts (Isotopic Substage 5e). (c) - Eutirrenian beach deposit (Isotopic Substage 5e) with thermophil marine fauna.

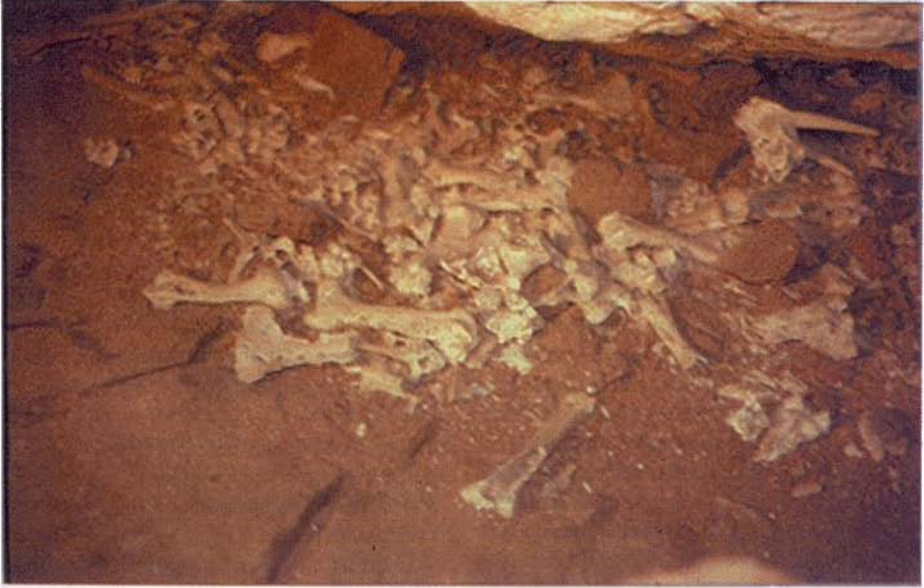


Fig. 5. Restes òssies de *Myotragus balearicus* a la cova Estreta (Pollença).
Fig. 5. Fossils bones of Myotragus balearicus from the Cova Estreta (Pollença).



Fig. 6. Crull a dipòsits de platja fòssil a Son Real (Santa Margalida) reomplerts amb llims vermellosos amb fauna marina. Ambdós del Plistocè superior. (subestadi 5e).
Fig. 6. Crack in deposits of a fossil beach at Son Real (Santa Margalida) refilled with reddish silts and marine fauna, both from the Upper Pleistocene. (Isotopic Substage 5e).

ocorreguts al llarg d'aquests darrers 10.000 anys a les Balears.

Canvi climàtic i mamífers fòssils de les Balears: el cas de *Myotragus* a les Gimnèsies

Del Messinià al límit Plio-Quaternari

Des de l'arribada d'una nova biota a les Balears aprofitant la dessecació de la Mediterrània degut al tancament de la connexió d'aquest amb l'Atlàntic (l'anomenada crisi messiniana fa uns 5,35 milions d'anys) molts han estat els canvis climàtics que han hagut de sofrir aquestes espècies, que quedaren aïllades a les Illes Balears després de que l'Estret de Gibraltar quedàs format a finals del Miocè (Alcover *et al.*, 2000).

L'estudi de nous materials excavats a diferents coves de les Balears, i en concret a Mallorca i Menorca, ha permès l'estudi de diferents paràmetres del gènere *Myotragus* que ens han servit per a focalitzar els efectes dels diferents canvis climàtics sobre la fauna vertebrada del Plio-quaternari de les Gimnèsies.

Així, per exemple, un estudi recent ha permès una nova interpretació de la morfologia dentària de *Myotragus balearicus*, l'espècie terminal del gènere (Bover i Alcover, 1999). En aquest treball es posa de manifest una pauta evolutiva important i fins a la data mai observada a un bòvid. Es tracta de l'adquisició de la monofiodòncia (presència d'una única dentició al llarg de la vida de l'animal, que es tractaria de la primària o de llet, sense que hagi una substitució per una dentició definitiva o permanent) a les dents incisiformes de les tres darreres espècies *M. kopperi*, *M. bateae* i *M. balearicus*. Per altra banda, les dues espècies inicialment assignades al gènere, compten amb una dentició difiodonta, és a dir, amb una substitució de les dents primàries per unes de secundàries. Per aquest motiu s'ha proposat recentment la creació d'un nou gènere (Bover i Alcover, en

premsa) en el qual s'inclourien les espècies més antigues (*M. peponellai* i *M. antiquus*).

Si s'analitza la cronologia de cada espècie (Alcover *et al.*, 1981) es pot inferir que la monofiodòncia apareix entre fa 2,36 milions d'anys i un moment indeterminat durant els inicis del Pliocè superior. Durant aquest interval de temps, es té constància de l'esdeveniment d'un important canvi climàtic (Keigwin i Thunell, 1979; Thunell, 1979; Emiliani, 1992) i un important canvi vegetacional (Julia i Suc, 1980; Bertoldi *et al.*, 1989; Comborieu-Nebout, 1993) a les Illes Balears i en general a tota la conca mediterrània. D'un clima humit i càlid, amb oscil·lacions anuals petites d'un caràcter subtropical es va passar a un clima més fred i sec i de major caràcter mediterrani, amb unes oscil·lacions més marcades. És també en aquest moment quan s'inicien les glaciacions quaternàries. La vegetació també canvia, i es passa d'una vegetació de caràcter subtropical a una vegetació de caràcter mediterrani, amb plantes més abrasives (Julia i Suc, 1980; Bertoldi *et al.*, 1989; Comborieu-Nebout, 1993). L'abrassivitat de la vegetació ha estat relacionada amb l'increment de la hipsodòncia observat al gènere *Myotragus* (Alcover *et al.*, 1981; Marcus, 1998), i que és una de les principals característiques anatòmiques, sobre tot a l'espècie terminal, *Myotragus balearicus*.

Actualment, establir una relació causa-efecte entre aquest gran canvi climàtic del final del Pliocè mitjà i l'important canvi en la dentició esdevingut a la línia filètica de *Myotragus* no és possible, però la cronologia així ho sembla indicar. A més, també és un moment de canvis importants a l'anatomia i evolució de la línia filètica que du fins a la nostra espècie (Alcover *et al.*, 2000), essent el moment d'evolució del gènere *Australopithecus* cap al gènere *Homo*.

La funcionalitat de l'adquisició d'una dentició monofiodòncia per aquest gènere és, encara, en estudi.

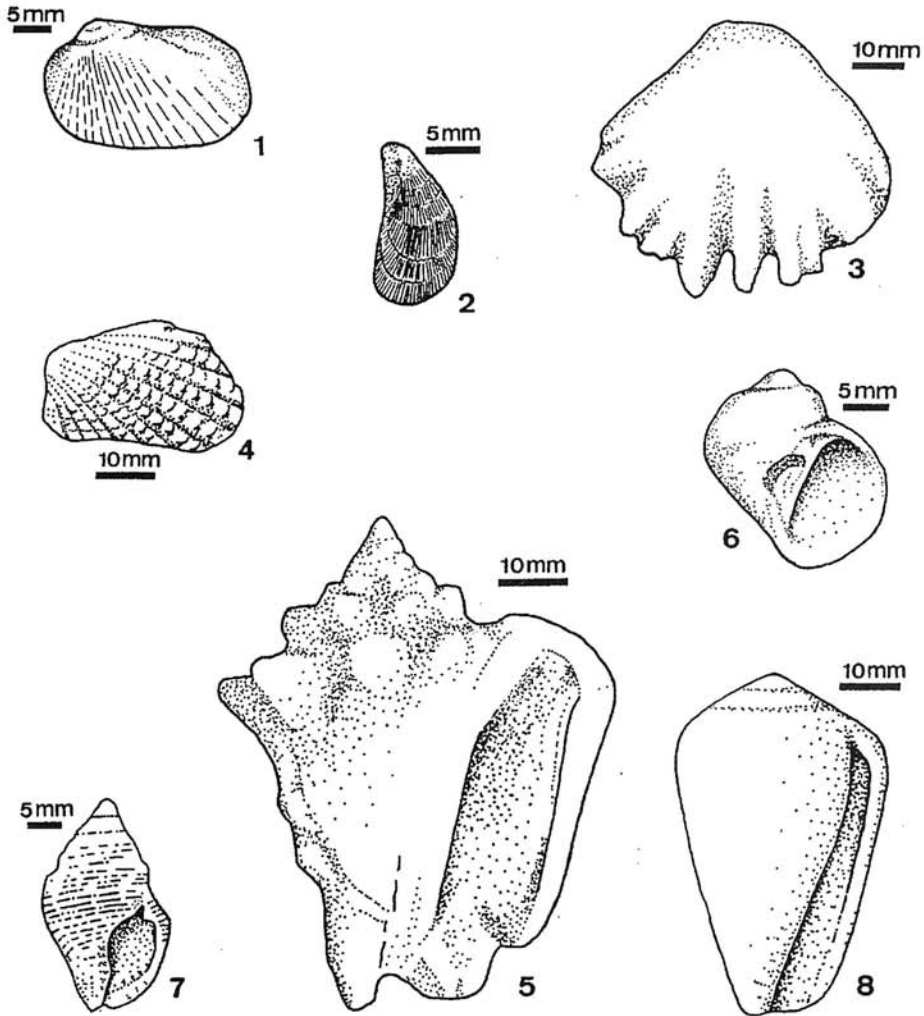


Fig. 7. Mol·luscs termòfils litorals del Plistocè superior de les Balears. 1. *Anadara geissei*. 2. *Brachidontes senegalensis*. 3. *Hyotissa hyotis*. 4. *Cardita senegalensis*. 5. *Strombus bubonius*. 6. *Naticarius turtoni*. 7. *Cantharus viverratus*. 8. *Conus testudinarius*.

Fig. 7. Coastal thermophil mollusca from the Balearic Upper Pleistocene. 1. *Anadara geissei*. 2. *Brachidontes senegalensis*. 3. *Hyotissa hyotis*. 4. *Cardita senegalensis*. 5. *Strombus bubonius*. 6. *Naticarius turtoni*. 7. *Cantharus viverratus*. 8. *Conus testudinarius*.

Efecte de les glaciacions quaternàries sobre els vertebrats de les Illes Balears

La primera glaciació a l'hemisferi nord es produeix fa uns 2,36 milions d'anys (Shackleton i Opdike, 1977). Les glaciacions ten-

gueren un paper molt important per a la paleozoogeografia de les Gimnèsies, com a productors d'un efecte homogeneitzador de les mastofaunes d'aquestes illes. Segons Alcover *et al.* (1999), la crisi messiniana hauria permès una colonització per espècies dife-

rents a Mallorca i a Menorca. Mentre a Mallorca els vertebrats terrestres del Pliocè inferior estaven formats per membres de la línia filètica de *Myotragus*, per la rata cellarda fòssil *Hypnomys*, per la mussaranya Nesiotites, per la sargantana *Podarcis*, i possiblement per un amfibi (*Alytes*) (Alcover *et al.*, 1999), a Menorca aquesta fauna estava representada per una espècie de lepòrid de gran mida encara en estudi (Quintana, com. pers.), per una tortuga gegant del gènere *Cheirogaster* i per un liró del gènere *Muscardinus* (Alcover *et al.*, 1999) i per altres amfibis i rèptils. Durant un determinat moment del Pliocè mitjà/superior, i degut a la connexió entre les illes de Mallorca i Menorca durant un període glaciari, totes les espècies de Mallorca colonitzen Menorca. Aquest fet provoca la desaparició de les espècies messinianes de vertebrats terrestres de Menorca en el que s'anomena *turnover* o canvi en la composició d'una determinada fauna per una altra (MacArthur i Wilson, 1967). La recent adjudicació de l'espècie de *Myotragus* del Pliocè-Plistocè mitjà exclusiva de Menorca, *M. binigausensis* (Moyà-Solà i Pons-Moyà, 1980), a l'espècie de Mallorca *M. bateae* per

Bover i Alcover (2000) corrobora aquest fet. A més, altres autors, suggereixen la revisió taxonòmica d'altres espècies de vertebrats terrestres del Pleistocè mitjà de Menorca degut a que es poden també adjudicar a espècies de l'illa de Mallorca (Reumer, 1982).

Mol·luscs marins quaternaris amb valor estratigràfic

Introducció històrica

A l'excursió del V Congrés Internacional per a l'Estudi del Quaternari (INQUA) del setembre del 1957, Joan Cuerda i Andreu Muntaner mostren als congressistes que les platges tirrenianes de Mallorca contenen diferents conjunts de fòssils a diferents contextos litoestratigràfics. El treball de camp i l'inventari de mol·luscs fòssils, es va fonamentar en dos criteris diferents (Butzer, 1985):

-La identificació de les associacions de fòssils va demostrar que hi havia espècies d'aigües càlides [anomenades per Cuerda (1957; 1987) i autors posteriors com a sene-

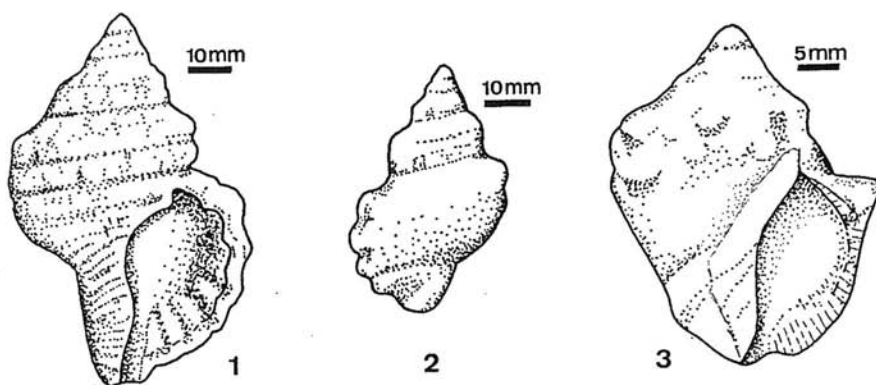


Fig. 8. Mol·luscs litorals del subestadi 5e que actualment viuen a més profunditat a les aigües de les Illes Balears. 1. *Cymatium costatum*. 2. *Bursa scrobiculator*. 3. *Thais haemastoma* ssp. *consul*.

Fig. 8. Coastal mollusca of the substage 5e currently living deeper in the Balearic waters. 1. *Cymatium costatum*. 2. *Bursa scrobiculator*. 3. *Thais haemastoma* ssp. *consul*.

galeses] a algunes platges tirrenianes de Mallorca i que aquestes variaven en presència/absència a associacions temporalment diferents (Cuerda, 1957).

-Les associacions de fòssils també varien segons les fàcies sedimentàries, reflectint diferents paleoambients costaners (Cuerda, 1957; Muntaner 1957).

J. Cuerda des dels inicis de la seva recerca, devers l'any 1947 fins al 1957, va dur un treball d'inventari, recollint molts de fòssils a les platges quaternàries de la Badia de Palma, amb una estreta col·laboració amb Andreu Muntaner. Els coneixements assolits, les publicacions que realitzà al Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears i la magnífica col·lecció paleontològica que J. Cuerda anava formant determinaren, en certa manera, que quan se celebrà a Espanya el V Congrés de l'INQUA, es planificà una visita a Mallorca. Amb motiu d'aquest congrés, J. Cuerda va publicar una primera síntesi dels resultats dels seus treballs i, el que va ser més important per a ell, va iniciar una sèrie de contactes amb altres investigadors del Quaternari. Cal destacar les relacions que va mantenir amb el Professor Karl W. Butzer, de la Universitat de Chicago, amb el que realitzà una sèrie de treballs que publicaren entre 1960 i 1962 (Barceló, 1985). Butzer, prestigiós quaternarista, sempre ha tingut en compte els jaciments de Mallorca estudiats conjuntament amb en J. Cuerda a treballs que parlen del Quaternari a escala mediterrània o mundial.

Cuerda (1975) va publicar una obra d'especial rellevància ja que sintetitza els coneixements i aportacions dels autors que havien estudiat a les Balears el Quaternari. Posteriorment, Cuerda (1987) publicà un excel·lent catàleg, obra de consulta obligada, a on es descriuen i figuren tots els mol·luscs trobats a les Balears fins aquest període.

Mol·luscs litorals

La majoria del dipòsits del Quaternari marí provenen de platges, per la qual cosa els fòssils que hi ha són de paleoambients molt litorals. Cuerda (1987) cita uns 300 tàxons de mol·luscs d'aigües marines i salobres (entre espècies i varietats) trobats a les Balears. Les noves cites posteriors són escasses i s'han citat les següents espècies trobades a jaciments del Plistocè superior: *Chlamys bruei*, *Chama bicornis*, *Alvania carinata* var. *ecarinata*, *Alvania cimex* var. *varicosa*, *Alvania hirta*, *Bittium reticulatum* var. *exigua*, *Bela laevigata* i *Smithiella smithi* a Cuerda et al. (1989-90b); *Alvania cancellata* var. *varicosa*, *Rissoa decorata*, *Cerithiopsis tubercularis* var. *subulata*, *Cantharus pictus*, *Bellaspira septangularis*, *Raphitoma echinata* i *Raphitoma bicolor* a Cuerda et al. (1993) del jaciment ST II de Portocolom; i *Rissoa auriscalpium*, *Alvania geryonia*, *Erosaria spurca* i *Muricopsis diadema* a Vicens et al. (1998) del jaciment del Frontó des Molar (Manacor).

Els jaciments marins del Plistocè inferior i mitjà són escassos per la qual cosa hi ha pocs fòssils citats. Cal destacar un jaciment atribuït al límit Plio-Quaternari a Vallgornera (Llucmajor) on s'han citat dues espècies termòfiles com són *Saccostrea virleti* i *Purpura gallica*, avui extintes. També s'han citat dues espècies de significació càlida del Plistocè inferior com són: *Acanthina plessisi* i *Saccostrea cucullata* en el jaciment del Pas del Verro (Llucmajor) (Cuerda, 1987; Cuerda i Sacarés, 1970).

Dels mol·luscs litorals citats en el Plistocè superior balear, hi ha espècies termòfiles que no viuen a la Mediterrània, varies que viuen a les zones més càlides d'aquesta mar i una és extinta.

Entre el mol·luscs fòssils marins tenim les espècies anomenades, per Cuerda (1987), senegaleses o de fauna càlida, actualment extintes a les Balears i que avui viuen a les costes del Senegal i costes africanes veïnes, que afavorides per un clima càlid al Mediterrani envaïren la nostra mar a l'Eutirrenià, i es varen extingir als inicis de la glaciació Würm

(Cuerda, 1987). Són les següents: *Anadara geissei*, *Brachidontes senegalensis*, *Hyotissa hyotis*, *Cardita senegalensis*, *Strombus bubonius*, *Naticarius turtoni*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius* (Fig. 7).

Acompanyant a les espècies de fauna càlida podem trobar *Cymatium costatum* i *Bursa scrobiculator*, que durant l'Eutirrenià vivien en aigües litorals, i que a l'inici del Würm realitzaren un desplaçament batimètric cap a zones més profundes on la temperatura és més constant (Fig. 8). També és freqüent *Barbatia plicata*, bivalve actualment extint a la Mediterrània i *Mathilda granosa*, espècie extinta, trobada només a un jaciment eutirrenià de Mallorca.

Altres mol·luscs d'interès cronoestratigràfic són: *Ungulina rubra*, *Eastonia rugosa*, *Patella ferruginea*, *Monodonta lineata*, *Theridium minutum*, *Polinices lacteus*, *Arcularia gibbosula* i *Mitra fusca*, espècies extintes a les Balears, però vivents a les àrees més

meridionals i càlides de la Mediterrània occidental. També és d'interès la subespècie *Thais haemastoma* ssp. *consul* que ha sofert un desplaçament batimètric a partir dels inicis del Würm.

Al Neotirrenià de les Balears es troba una fauna "termòfila empobrida", constituïda bàsicament per *Cantharus viverratus* (fragments), *Brachinodontes senegalensis* i *Barbatia plicata*. La major part de les espècies termòfiles no varen resistir als inicis de la glaciació Würm (Cuerda, 1975; 1987), que traduït als estadis isotòpics es correspondria amb el subestadi 5b.

Els autors que han estudiat el Quaternari de les Balears, quan parlen de "fauna banal" es refereixen a la resta d'espècies trobades fòssils al Plistocè que actualment viuen a les aigües de les Balears i que en aquest article s'ha utilitzat amb el mateix significat.



Fig. 9. Dipòsit a +0,5 m amb fòssils de bivalves del Plistocè superior a Son Real (Santa Margalida).
Fig. 9. Deposit at +0.5 m with fossil bivalves from the Upper Pleistocene at Son Real (Santa Margalida).

Mol·luscs termòfils del Plistocè inferior***Acanthina plessisi* (Lecointre, 1952)**

Gasteròpode extint que es pot considerar com espècie característica del Plistocè inferior (Cuerda, 1987). S'ha trobat un exemplar en el jaciment del Pas des Verro (Llucmajor) a +72 m sobre el nivell de la mar (Cuerda i Sacarés, 1970).

***Saccostrea cucullata* Rafinesque, 1815**

Bivalve extint en el Mediterrani. Actualment viu a la Mar Roja i a les costes càlides africanes de l'Atlàntic (Cuerda, 1987). S'ha trobat al jaciment del Pas des Verro (Llucmajor) (Cuerda i Sacarés, 1970).

Mol·luscs termòfils del Plistocè superior**Bivalvia*****Anadara geissei* (Dunker, 1891)**

Es tracta d'una espècie molt característica de l'Eutirrenià mediterrani (Cuerda, 1987), però a les Balears només s'ha trobat una valva al jaciment mallorquí de Cala Pudent (Cuerda, 1981).

***Hyotissa hyotis* (Linnaeus, 1758)**

Té una àmplia dispersió estratigràfica a la Mediterrània, ja que hi ha cites en el Miocè, Pliocè i Quaternari (Cuerda, 1987). A les Balears s'ha trobat a l'Eutirrenià de Cala Pudent, els Bancals i Torre de s'Estalella de Mallorca.

El seu hàbitat és a fons rocosos fins a 60 m de profunditat.

***Ungulina rubra* Roisy, 1870**

Trobada al jaciment Neotirrenià de Cala Gamba, i en el jaciments de l'Eutirrenià de ses Fontanelles i Can Vanrell de Mallorca (Cuerda, 1987). A Menorca es cita *Ungulina* aff. *rubra* (Mercadal, 1962).

***Barbatia plicata* Chemnitz, 1870**

Aquesta espècie es troba en els dipòsits eutirrenians i neotirrenians de les Balears. En

els dipòsits eutirrenians es troba associada a les denominades senegaleses, però no es pot considerar com a tal, no només perquè avui no viu al Senegal, sinó que a més es troba fòssil en el Miocè superior i en el Plistocè inferior. Actualment, es troba a la mar Roja i viu a la Mediterrània a la zona propera al canal de Suez. Ha estat usada com a espècie amb valor estratigràfic (Cuerda, 1987). A més dels jaciments mallorquins i menorquins citats per Cuerda (1987), que són molt nombrosos, també s'ha trobat *Barbatia plicata* als jaciments eutirrenians de sa Font Cel·lada (Vicens i Gràcia, 1988), i de Son Real (Cuerda et al., 1991) i al jaciment Neotirrenià de Portocolom ST II (Cuerda et al., 1989-90). Poppe i Goto (1993) la donen, erròniament, com a sinònima d'*Asperarca nodulosa*. Aquesta és una espècie present a les Illes Balears citada per Bonnin i Rodríguez-Babio (1990) i Pons-Moyà et al. (2001).

***Brachidontes senegalensis* (Lamarck, 1819)**

Aquest bivalve mitilid juntament amb *Barbatia plicata* és l'espècie més tolerant als canvis climàtics, doncs la trobam fòssil a l'Eutirrenià i al Neotirrenià. Va resistir la primera fase freda del Würm, cosa que no varen resistir la major part de les espècies termòfiles (Cuerda, 1975). A més dels jaciments citats per Cuerda (1987), s'ha d'afegir el jaciment Eutirrenià de sa Font Cel·lada (Vicens i Gràcia, 1988). La cita de Cuerda et al. (1989-90) al jaciment ST II de Portocolom d'aquest bivalve s'ha de rebutjar, ja que es tracta d'un altre mitilid.

***Cardita senegalensis* Reeve, 1843**

Nordsieck (1969) la considera una varietat de *Cardita calyculata*, una espècie comuna a les Illes Balears. L'única diferència entre ambdues espècies és que *Cardita senegalensis* és de dimensions majors. A les Balears només s'ha trobam fòssil a jaciments eutirrenians de Mallorca (Cuerda, 1987).

***Eastonia rugosa* (Chemnitz, 1782)**

S'ha trobat un exemplar a can Menut (Mallorca) (Antich i Soler, 1986; Cuerda,

1987). El dipòsit on es va trobar és una antiga albufera d'edat eutirreniana (Cuerda, 1968).

Gastropoda

Patella ferruginea Gmelin, 1790

És una pegellida de grans dimensions, pot arribar als 85 mm de llargària. Hi ha exemplars que presenten les costelles ben marcades, mentre d'altres tenen la closca quasi llisa. A Mallorca la trobam a diferents pisos del Quaternari. Al Plistocè inferior els exemplars presenten unes dimensions més reduïdes que en el Plistocè mitjà i superior. A l'Eutirrenià de Mallorca la trobam a jaciments que determinen paleoambients mesolitorals i rocosos. En el Neotirrenià s'ha trobat un únic exemplar (Cuerda, 1987). Segons Cuerda (1975), excepcionalment la trobam viva a les nostres costes i il·lustra un exemplar, presumptament actual, de Cabrera (Col. R. Galiana), si bé, posteriorment, es va fer un estudi a 31 estacions de mostreig a Mallorca i no es va trobar (Bosch i Moreno, 1986). Altaba (1993) no la cita de Cabrera, però en canvi a Altaba (1999) considera que *P. ferruginea* no és rara a Mallorca i fotografia *P. ulysiponensis* indicada al peu de foto com a *P. ferruginea*. No obstant, J. Templado (in: <http://www.mma.es>) considera que *Patella ferruginea* va comptar amb una distribució molt més àmplia, fins a dates molt recents, des de la zona de l'Estret de Gibraltar fins al cap de Gata, si bé les seves poblacions s'han anat fragmentant, minvant i extingint progressivament en pocs anys. Les citacions actuals més recents a la península Ibèrica corresponen a García-Gómez (1983), que cita alguns exemplars vius de dues localitats de l'interior de la badia d'Algeciras, a Aartsen *et al.* (1984), que esmenta únicament closques buides a la badia d'Algeciras i a Grandfils (1982), Grandfils i Vega (1982) i Luque (1986), que l'esmenten a alguns punts de les costes de Màlaga i Granada. L'última referència escrita de l'espècie a les costes peninsulars és la de Moreno (1992), que cita dos exemplars vius al cap de Gata. Més al nord d'aquest accident geogràfic no existeixen citacions recents de l'espècie.

Hidalgo (1917), a la seva obra sobre els mol·luscs marins d'Espanya i Portugal, cita l'espècie de Màlaga, Cadaqués, Fornells i Maó. Templado (in: <http://www.mma.es>) considera dubtoses les cites de la Costa Brava i de Balears o basades en exemplars subfòssils, doncs en aquesta obra hi ha nombrosos errors en l'assignació de les localitats per a moltes espècies. Tampoc no s'han trobat exemplars entre les restes arqueològiques de les Balears (D. Ramis com. pers.), això fa pensar en una extinció antiga. Les úniques poblacions viables de l'estat a l'actualitat de *Patella ferruginea* són les de Melilla i illes Chafarinas.

Strombus bubonius Lamarck, 1822

És freqüent en els jaciments de fàcies arenosa-fangosa. A Mallorca és abundant en els jaciments d'Andratx, Calvià i la Badia de Palma; és escàs a la zona de Llevant i molt rar a les costes septentrionals. A les Illes Pitiüses és escàs i a Menorca no s'ha trobat (Cuerda, 1987). S'han d'afegir els següents jaciments on s'ha trobat aquest mol·lusc: cala de sa Font Cel·lada (Vicens i Gràcia, 1988) i Son Real (Cuerda *et al.*, 1991), a Mallorca; es Copinyar a Formentera (Gässer, 1998).

Polinices lacteus (Guilding, 1831)

Viu a la zona infralitoral amb arena. Es nodreix d'altres mol·luscs després de perforar la seva closca (Nicklès, 1950). A Mallorca només s'ha trobat a l'Eutirrenià (Cuerda, 1987).

Naticarius turtoni (E.A. Smith, 1890)

És una espècie poc citada del Plistocè mediterrani. A Mallorca s'ha trobat en els jaciments eutirrenians de cala Vella i es Carnatge (Cuerda, 1987).

Theridium minutum (De Serres, 1822)

Al Plistocè balear s'ha trobat a l'Eutirrenià de Torre d'en Pau, Son Moson i ses Fontanelles a Mallorca (Cuerda, 1987).

Arcularia gibbosula (Linnaeus, 1780)

S'ha trobat en el jaciment de l'Eutirrenià final de ses Fontanelles i en el jaciment

Neotirrenià de cala Gamba a Mallorca. També s'ha trobat al Plistocè superior de Cabrera (Cuerda, 1987).

Cymatium costatum (Born, 1780)

Aquesta espècie viu actualment a les costes africanes intertropicals damunt les roques litorals; en el Mediterrani viu a major profunditat damunt fons fangós. A Mallorca la trobam fòssil associada a les espècies termòfiles de l'Eutirrenià a dipòsits que indiquen un paleoambient litoral (Cuerda, 1959; 1987). *Cymatium costatum* és molt sensible als canvis de temperatura de les aigües on habita, per això, a partir de l'inici de la darre-ra glaciació, la Würm, es va desplaçar a zones més profundes on la temperatura es més constant (Cuerda, 1987). A Mallorca són nombrosos els jaciments on s'ha trobat (Cuerda, 1987), però cal afegir el següents: Son Real (Santa Margalida) (Cuerda *et al.*, 1991) i s'Arenalet (Artà) (Vicens, inèdit). A Menorca s'ha trobat en el jaciment eutirrenià de sa cova de ses Haches (Mercadal, 1966). A les Pitiüses no tenim constància de que s'hagui trobat a pesar de que s'han trobat espècies d'aigües càlides a Formentera (Cuerda, 1984; Gässer 1998; Henningsen *et al.*, 1981).

Bursa scrobiculator (Linnaeus, 1758)

A Mallorca i a Menorca s'ha trobat fòssil en dipòsits de fàcies litoral de l'Eutirrenià. Actualment és una espècie que viu a més profunditat. És un cas semblant a *Cymatium costatum* (Cuerda 1975; 1987).

Cantharus viverratus (Kiener, 1834)

És un fòssil freqüent a l'Eutirrenià de Mallorca, si bé se n'han trobat alguns exemplars i petits fragments rodats al Neotirrenià. És una espècie indicadora d'un paleoambient litoral i rocós (Cuerda, 1987).

Conus testudinarius Martini, 1773

Molt característic de l'Eutirrenià mallorquí. Al Neotirrenià se n'han trobat alguns exemplars però hi és molt escàs. Les closques dels exemplars més antics són més gruixades que les més modernes (Cuerda,

1987). Els jaciments on s'han trobat exemplars són nombrosos i als citats per Cuerda (1987) s'han d'afegir els següents: Son Real (Cuerda *et al.*, 1991) i cala s'Almunia (Vicens, inèdit) a Mallorca; es Copinyar, a Formentera, (Gässer *et al.*, 1997) de cronologia eutirreniana (Gässer, 1998).

Cuerda (1987) suggereix que alguns dels fòssils d'aquesta espècie trobats al Neotirrenià de Mallorca poden tractar-se de fòssils retraballats procedents de l'Eutirrenià.

Mitra fusca Swainson, 1833

Al Plistocè balear únicament s'han trobat dos exemplars a jaciments eutirrenians de Mallorca: un a sa Torre de s'Estalella i l'altre a cala Agulla (Cuerda, 1987).

Melania tuberculata Müller, 1773

És una espècie d'aigües càlides que viu normalment a llacunes costeres. S'ha trobat a Mallorca, Menorca i Eivissa a jaciments eutirrenians i neotirrenians (Cuerda, 1987). A cala Sant Vicenç (Pollença) s'ha trobat a dipòsits travertínics coberta d'una pàtina (cf. *Melania tuberculata*) (Vicens, inèdit).

Pirenella conica (Blainville, 1826)

Només s'ha trobat al jaciment neotirrenià de Magalluf (Mallorca) en un dipòsit representatiu d'una fàcies costera-llacunar (Cuerda, 1987).

Thais haemastoma* ssp. *consul (Chemnitz, 1788)

Segons Cuerda (1987) aquest mol·lusc s'ha trobat viu a la badia de Palma entre 20 i 40 m de profunditat i fins fa poc era una espècie d'interès comercial. S'ha trobat fòssil a jaciments del Plistocè superior de Mallorca de fàcies litoral, per la qual cosa Cuerda (1987) suggereix que possiblement ha sofert un desplaçament batimètric a partir dels inicis de la glaciació Würm cercant una temperatura més constant de les aigües.

Mathilda granosa (Borson, 1821)

El jaciment eutirrenià del cap Orenol a Mallorca (Cuerda i Muntaner, 1960; Cuerda,

1975) va lliurar un exemplar de l'espècie, juntament amb espècies de fauna càlida (Cuerda, 1981). Per ser una espècie extinta recentment, no es coneixen detalls de la seva biologia, si bé es pot considerar, per la fauna present al jaciment mallorquí, com a litoral (Cuerda, 1981; 1987).

Mol·luscs de profunditat

Pel que fa a la fauna marina quaternària de profunditat és molt menys coneguda que la litoral. Durant aquests darrers anys s'han publicat articles referents a la fauna de mol·luscs de profunditat (actuals, fòssils i subfòssils) de la mar Balear de la badia de Palma. La primera nota fa referència a mol·luscs d'entre 150-200 m (Pons-Moyà i Pons, 1997), la segona a profunditats d'entre 100-300 m (Pons-Moyà *et al.*, 1998), la tercera entre 300-400 m (Pons-Moyà i Pons, 1999) i per últim de fons batials (uns 700 m) (Pons-Moyà i Pons, 2000).

A l'actualitat només es coneixen dues espècies genuines de fons batials recollides a uns 700 m de profunditat: *Torellia vestita* i *Seguenzia monocingulata*, ambdues darreres citades recentment d'aigües d'entre Mallorca i Eivissa (Pons-Moyà i Pons, 2000).

Es coneixen quatre gèneres de mol·luscs de profunditat típics d'aigües fredes atlàntiques com: *Arctica islandica*, *Neptunea contraria*, *Seguenzia monocingulata* i *Torellia vestita* caracteritzen el nivell de la darrera fase glacial. Aquestes associacions amb elements wurmians són semblants a altres descrites durant aquests darrers anys a la Mediterrània. Tanatocenosos compreses entre 300 i 700 m, constituïdes per esquelets de coralls blancs (*Lophelia prolifera*, *Madrepora oculata* i *Desmophyllum cristagalli*) són característiques per la seva associació amb *Lima excavata* i *Coralliophilla richardi* (= *lactuca*). Algunes de les espècies de mol·luscs que apareixen són també conegudes d'aigües de l'estret de Sicília i de Balears (Taviani i Colantoni, 1979). Aquestes formacions coral·lines han estat datades i corresponen cronològicament

amb l'últim període glacial (veure Delibrias i Taviani, 1985).

Bouchet i Taviani (1989) citen diferents espècies subfòssils absents de la fauna actual de la Mediterrània i pròpies d'aigües fredes atlàntiques, d'entre aquestes recullen un exemplar de *Claviscala richardi* per a fons de la conca de les Balears (B-74/3, 37°39'N, 00°01'W, 940-260 m), encara que en la realitat corresponen a mostres del SE d'Alacant datades a més de 33.000 anys a.P. (Delibrias i Taviani, 1985). Recentment, tanatocenosos semblants a les mostres han estat descrites per Bonfitto *et al.* (1994) procedents de múltiples dragats en el SE de Sardenya.

Bivalvia

Arctica islandica (Linnaeus, 1767)

Aquesta espècie d'aigües fredes, s'ha dragat a 100 m de profunditat entre Cabrera i Eivissa a sediments dels Würm (Paulus, 1950). *Arctica islandica* va viure a la Mediterrània durant el màxim de la regressió wurmiana (Paulus, 1950). No obstant, també s'ha de dir que a l'actualitat aquesta espècie també pot viure des de la zona intermareal fins als 500 m de profunditat. El fet de provenir d'un dragat ha conduït a que s'hagi inclosa amb les espècies de profunditat (d'aigües fredes).

Gastropoda

Seguenzia monocingulata (Seguenza, 1879)

Únicament ha estat citada de dipòsits del Pleistocè inferior (Micali i Villari, 1986), essent la primera i única citació wurmiana d'aquesta espècie de fons batials recollides a uns 700 m de profunditat per a les Balears (Pons-Moyà i Pons, 2000).

Torellia vestita (Jefferys, 1867)

És coneguda a la Mediterrània gràcies a dragats efectuats al canal de Sicília (Bouchet i Taviani, 1989). Viu a les zones abissals superiors i batials, entre 100 i 2000 m, del nord de l'Atlàntic (Noruega, Islàndia i nord de les illes Britàniques i aigües profundes més

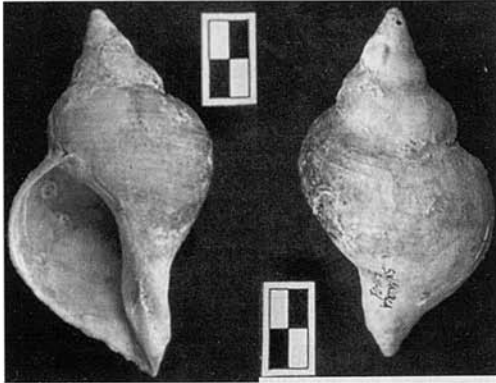


Fig. 10. *Neptunea contraria* (Linnaeus, 1771). Escala 2 cm.

al sud) (Poppe i Goto, 1991). A l'est té el seu límit de distribució al golf de Biscaia (Bouchet i Warén, 1979). Segons Bouchet i Tavian (1989), amb aquesta distribució boreal, suggereixen que l'espècie penetrà a la Mediterrània durant un període climàtic fred. Actualment és considerada una espècie extinta de la Mediterrània.

Neptunea contraria (Linnaeus, 1771)

Una espècie nova per al Quaternari de Mallorca és *Neptunea contraria*, provinent del SO de Mallorca i recol·lectada amb entre les restes de xarxes d'una barca de bou a uns 700 metres de profunditat (Pons-Moyà i Pons, 2001) (Fig. 10).

A l'Atlàntic occidental es coneixen tres espècies del gènere *Neptunea*: *N. antiqua* (Linnaeus, 1758), *N. contraria* (Linnaeus, 1771) i *N. despecta* (Linnaeus, 1758), mentre que a la Mediterrània només ha estat citada *N. contraria* únicament com a fòssil en comptades ocasions (Poppe i Goto, 1991). Nordsieck (1982) la cita d'Eivissa i del Golf de Lleó, caldria revisar les seves citacions ja que segurament es tracten d'exemplars fòssils de vegades ocupats per crustacis (Decapoda).

N. contraria és una espècie de mida gran, té uns 80 a 120 mm de llargària i viu a l'actualitat entre els 100 i 1000 m de profunditat a la costa atlàntica de la península Ibèrica i del Marroc. Com dona a entendre el seu nom és una espècie levògira.

Mol·luscs terrestres

Els fòssils de mol·luscs terrestres del Plistocè són molt interessants. A cada illa en particular hi trobam diferències i les més grans es troben entre la fauna de les Gimnèsies i de les Pitiüses (Cuerda, 1975). A ambdós grups d'illes sembla que hi ha extincions en massa, possiblement durant o abans de la darrera glaciació; els supervivents d'aquests esdeveniments serien els elements nadius de la fauna malacològica actual. Els mol·luscs terrestres són més sensibles als canvis climàtics que els mol·luscs marins perquè les variacions tèrmiques de l'atmosfera són molt més grans que a la mar, on la temperatura es manté més constant i el canvis són més graduals. També són molt més sensibles als canvis d'humitat. La combinació d'ambdues característiques fa que els mol·luscs terrestres siguin excel·lents indicadors dels ambients i climes del passat (Paul i Altaba, 1992).

Entre els mol·luscs de significació càlida hi ha *Rumina decollata*, només present als nivells del Plistocè inferior de les Balears (Cuerda, 1975) i d'indubtable valor biogeogràfic (Vicente i Bech, 1999) i *Mastus pupa*, que actualment viu al sud d'Itàlia i nord d'Àfrica, i que es va extingir pel canvi climàtic esdevingut amb l'inici de la darrera glaciació pleistocènica (Würm) (Cuerda, 1975). Altres extincions es donen paral·lelament a l'arribada del l'home a les Balears (extincions paral·leles a les faunes vertebrades). Trobam exemples com *Trochoidea cuerdaei* i *T. frater extintes* a Menorca molt recentment segurament degut al canvi de les condicions ambientals després de l'arribada de l'home (Quintana, 1998a).

Consideracions cronològiques dels dipòsits marins del Plistocè superior de les Balears

A Mallorca durant el Plistocè mitjà i superior hi ha estabilitat tectònica la qual cosa

facilita estudiar els jaciments d'aquestes edats (Cuerda, 1975). Així, els jaciments del Plistocè superior, tant a Mallorca com a la resta d'illes de l'arxipèlag, majoritàriament es troben entre 0 i +2 m sobre el nivell actual de la mar.

Les dades obtingudes recentment a partir de datacions de Th/U d'espeleotemes freàtics procedents de coves costaneres de Mallorca (Ginés, 2000; Tuccimei *et al.*, 2000) fan que canviïn el model glaciostàtic proposat per autors que han estudiat el Quaternari mallorquí (Butzer, 1975; Cuerda 1975; Rose, 1978) que utilitzaren les datacions Th/U obtingudes a partir de mol·luscs fòssils provinents de dipòsits del Plistocè (Stearns i Thurber, 1965; 1967), si bé fa una sèrie d'anys Stearns (1985) ja remarcava que s'havien de revisar les edats dels mol·luscs mallorquins datats i rebutjar les que se tenien. A més a més, es poden fer noves interpretacions dels dipòsits marins del Plistocè superior de les Balears, i pot ser expliquin el perquè hi ha jaciments amb fauna termòfila, amb fauna termòfila empobrida i amb fauna banal en el Plistocè superior de les Balears.

A les Balears, fins a treballs molt recents s'ha utilitzat la terminologia marina mediterrània i les glaciacions alpines utilitzada per Butzer i Cuerda (1960; 1962), però hores d'ara és més adient utilitzar la terminologia de Shackelton i Opdyke (1973) en base al registre marí d'isòtopes d'oxigen, per diferenciar els episodis del Quaternari.

Els jaciments amb fauna termòfila amb *Strombus bubonius* s'han considerat sempre de l'Eutirrenià, i els que contenen fauna termòfila empobrida o fauna banal de l'Eutirrenià o del Neotirrenià, depenent bàsicament de la posició estratigràfica i de les característiques litològiques del dipòsit, comparant-los implícitament amb els dipòsits clàssics de la badia de Palma, motiu més que justificat ja que són dels millors de les Balears (Cuerda, 1975).

Segons Ginés (2000) l'Eutirrenià de Mallorca és una unitat complexa que engloba els estadis 5 i 7 del registre marí. Si bé la concordància cronològica de les distintes unitats

de l'Eutirrenià de Mallorca és acceptablement bona en relació a les dades aportades pel registre marí profund, les informacions subministrades per l'alçària dels dipòsits són molt menys clarificadores.

Així per exemple, en el torrent de Cala Blava hi ha unes arenas llimoses a uns +1,5 m s.n.m. amb 36 espècies de mol·luscs, entre les quals es va trobar *Barbatia plicata*. Es va correlacionar estratigràficament amb el nivell Neotirrenià del torrent de son Granada (Llucmajor) que no havia lliurat cap espècie termòfila (Cuerda *et al.*, 1984). També en el torrent de Cala Blava es va trobar un nivell a + 1,65 m s.n.m. sensiblement distint a l'anterior, tant per la litologia com per la fauna, que es va situar cronològicament a l'Eutirrenià a pesar de no haver-hi trobat cap espècie termòfila (Cuerda *et al.*, 1985).

Cuerda (1979), en el jaciment del Carnatge (Mallorca), descriu tres nivells fòssilífers: l'inferior el correlaciona amb el de Camp de Tir (Cala Pudent) i el situa a l'Eutirrenià per haver-hi fauna d'aigües càlides. Per sobre hi ha un altre nivell amb fauna d'aigües càlides per la qual cosa també el situa cronològicament a un Eutirrenià més modern. El nivell superior es caracteritza per haver-hi una fauna termòfila empobrida constituïda per: *Conus testudinarius* (trobat a la base d'aquest nivell), *Cantarus viverratus* (fragments), *Barbatia plicata* i *Thais haemastoma ssp. consul* i el situa cronològicament al Neotirrenià. A altres ocasions, el nivell superior s'ha separat en dos nivells diferents, resultant quatre nivells (Cuerda, 1975; Cuerda i Osmaston, 1978).

Cuerda (1987) suggereix que *Conus testudinarius* s'ha trobat poc al Neotirrenià de Mallorca i que alguns d'ells poden ser fòssils retreballats procedents de l'Eutirrenià de base.

Pel que fa a *Cantharus viverratus* la presència en el Neotirrenià de Mallorca és molt escassa. Curiosament coincideix en alguns jaciments neotirrenians on s'han trobat *Conus testudinarius* com al jaciment de la Pineda descrit per Cuerda (1975).

Recentment, els quatre nivells marins fossilífers del Carnatge (unitat 1 i 2 amb fauna eutirreniana i la unitat 3 i 4 amb fauna neotirreniana) s'han datat amb tècniques radiomètriques de Th/U i han donat edats de 135 ka (unitat 1), 117 ka (unitats 2 i 3) i 100 ka (unitat 4) (Hillaire-Marcel *et al.*, 1996) que quadren amb tres nivells alts de la curva eustàtica pel darrer interglacial realitzada a partir de datacions Th/U d'espelotemes freàtics de coves costaneres de Mallorca per Ginés (2000) i Tuccimei *et al.* (2000) i es corresponen amb els subestadis 5e₁, 5e₂ i 5c.

Al caló des Cans hi ha un nivell que a pesar de ser bastant fossilífer, no s'ha trobat *Barbatia plicata* ni cap fragment de *Cantharus viverratus*, mol·luscs freqüents a altres jaciments ja sigui amb fauna termòfila o termòfila empobrida. Aquest nivell està constituït per llims vermellosos i està per sobre d'un altre que sí conté fauna termòfila. A les hores es va considerar que el nivell inferior era de l'Eutirrenià i el que contenia fauna banal era de l'eutirrenià final. També es va trobar l'ènid *Mastus pupa* en una posició estratigràfica superior (Cuerda i Galiana, 1976), espècie d'alt valor estratigràfic ja que a les Gimnèsies s'estingueix als inicis de la glaciació Würm (Cuerda, 1958; 1975). Rose *et al.* (1999), desconeixent el treball de Cuerda i Galiana (1976), realitzaren datacions absolutes d'aquest jaciment i han situat al nivell amb fauna eutirreniana al 5e; el nivell de l'Eutirrenià final al 5e, a pesar de que l'edat obtinguda és més propera al 5a que al 5e i datacions del mateix nivell a una seqüència estratigràfica molt propera dona una edat que es podria situar clarament al 5a. Una nova interpretació és que el dipòsit amb fauna banal del caló des Cans és del 5a. Referent al mol·lusc terrestre *Mastus pupa* ha estat trobat tan a un nivell llimós de color ocre situat just per damunt d'una banda de Fe com just per davall a un nivell llimós de color vermellós situats per datacions absolutes a l'estadi 3 i al subestadi 5a respectivament (veure *waterfront section* de Rose *et al.*, 1999). La possibilitat de que aquest mol·lusc de clima més bé càlid hagués viscut fins a l'estadi 3 és més que dub-

tosa. Interpretar que el nivell més superior on es troba *Mastus pupa* és de finals del 5a o del 4 no és cap idea descabellada. A més, aquestes noves interpretacions no contradueixen les datacions obtingudes pels autors abans esmentats. La interpretació de Rose *et al.* (1999) basada quasi exclusivament en datacions absolutes, possiblement hagués estat un altre si hagués conegut la fauna de cada nivell i el que això implica.

Cap mètode de datació és "absolut", si bé aquesta paraula apareix contínuament a les publicacions, en particular quan es refereixen a mètodes isotòpics. El reciclatge de les faunes, els sistemes geoquímics oberts, les condicions de temperatura i salinitat locals de la superfície del mar, les condicions climàtiques atmosfèriques, l'absència del registre sedimentari continu, i altres factors fan que l'obtenció d'una xifra lògica sigui de vegades impossible (Zazo i Goy, 2000).

Hi ha una sèrie de jaciments com són s'Estanyol-Punta de Son Bieló (Butzer i Cuerda, 1962), la localització 2 de sa Font Cel·lada (Vicens i Gràcia, 1988), de cronologia neotirreniana, que presenten una estratigrafia molt senzilla i contenen una fauna banal a pesar de ser bastant fossilífers i el més lògic és que pertanyin al subestadi 5a com el nivell que hi ha fauna banal del caló des Cans.

Al jaciment STII de Portocolom es varen trobar 332 exemplars de la classe Bivalvia, entre els quals es varen trobar 3 valves de *Barbatia plicata*, representant el 0,9% dels bivalves. La classe Gastropoda va ser més nombrosa amb 610 exemplars i només es varen trobar 2 fragments de *Cantharus viverratus*, representant el 0,3% dels gastròpodes. En total, els mol·luscs recol·lectats varen ser 952 (Bivalvia, Scaphopoda i Gastropoda). Per la fauna termòfila empobrida i per l'alçària d'uns +3,5 m s.n.m. aquest dipòsit va ser atribuït al Neotirrenià (Cuerda *et al.*, 1989-90a). Possiblement, aquest dipòsit amb fauna termòfila empobrida es pot correlacionar cronològicament amb el Neotirrenià del Carnatge i en conseqüència es correspon amb el subestadi 5c.

Hi ha jaciments amb fauna d'aigües càlides que es troben situats a més altitud que la majoria de jaciments on es troba aquesta fauna. A sa Torre de s'Estalella, el jaciment eutirrenià amb fauna càlida es troba situat a +10,5 m. Stearns i Thurber (1965; 1967) dataren aquest dipòsit resultant una edat de 135.000 ± 10.000 , cronologia que apunta al subestadi 5e. Ginés (2000) suggereix la possibilitat que aquesta zona, a l'igual que altres localitats de la costa del Llevant de Mallorca s'hagi vist afectada per deformacions tectòniques recents. De fet, Servera (1997) descriu tot una sèrie d'aspectes que es poden relacionar amb una tectònica molt recent a la zona de sa Torre de s'Estalella.

El jaciment eutirrenià a +11,5 m del cap Orenol va lliurar fauna càlida (Cuerda i Muntaner, 1960). A Menorca hi ha un jaciment situat a +9 m a la cova des Pont, que va ser situat cronològicament a l'Eutirrenià a pesar de no haver-hi fauna termòfila (Mercadal i Petrus, 1980). Els dos jaciments anteriors tenen en comú que es troben situats prop de la mar i situats pràcticament a la vora de penyassegats. També hi ha molt prop jaciments del Plistocè superior situats a +2 m. Aquestes zones actualment són molt batudes per la mar i en especial durant els temporals. No és d'estranyar que durant els episodis del darrer interglaciari, quant la mar estava entre 2 i 3 m més alta que a l'actualitat, l'onatge llançàs els sediments litorals més amunt.

Vist el que fins aquí s'ha exposat referent a alguns jaciments del Plistocè superior de les Balears i les datacions absolutes d'alguns d'ells podem realitzar les següents consideracions referent a les faunes de mol·luscs litorals i la seva cronologia:

- Els dipòsits situats entre 0 i +4 m s.n.m. (o inclús un poc per sota) amb fauna termòfila són del subestadi 5e. Els dipòsits situats més amunt (fins a +14 m) amb fauna càlida poden ser del subestadi 5e i l'explicació ve donada per què els sediments i els fòssils que varen formar el dipòsit foren llançats més amunt per l'acció dels temporals o hi ha hagut un moviment tectònic recent de la zona.

- El no trobar fauna termòfila a un dipòsit del Plistocè superior no exclou que aquest sigui del subestadi 5e, ja que no en poques ocasions els jaciments contenen pocs fòssils.

- Si es troba un únic dipòsit amb fauna termòfila no es pot distingir ara per ara si és del subestadi 5e₁ o del 5e₂, ja que possiblement la fauna és semblant i és necessari realitzar datacions absolutes per averiguar-ho.

- El trobar un jaciment amb fauna termòfila empobrida ens du a pensar que pertany a subestadi 5c, si bé en algunes ocasions la

mostra tal vegada no és suficientment significativa com per poder excloure que pertany al 5e.

- Els dipòsits situats entre 0 i +2 m s.n.m. amb fauna banal i amb una mostra suficientment significativa són del subestadi 5a.

- Les datacions cronològiques de dipòsits molt significatius i l'existència de tres tipus de fauna trobades als jaciments de les Balears ens fa pensar en la possibilitat de la següent successió faunística durant el darrer interglaciari (estadi 5):

-Subestadi 5e (5e₁ i 5e₂): fauna d'aigües càlides.

-Subestadi 5c: fauna termòfila empobrida.

-Subestadi 5a: fauna banal.

- Els dipòsits que figuren a la bibliografia del Quaternari de les Balears com "iníicis de Würm" es corresponen amb el subestadi 5b.

Agraïments

Volem agrair l'ajuda, comentaris i suggerències de Josep A. Alcover (IMEDEA) i de Ll. Gómez-Pujol (UIB) que han fet millorar substancialment el primer esborrany d'aquest article. Un dels autors (P.B.) té una beca predoctoral de la Direcció General d'R+D+I de la Conselleria d'Innovació i Energia.

Bibliografia

- Aartsen, J.J. van, Menkhorst, H.P.M.G. i Gittenberger, E. 1984. The marine Mollusca of the Bay of Algeciras, Spain, with general notes on *Mitrella*, and *Turridae*. *Basteria*, suppl. 2: 1-135.
- Alcover, J.A., Bover, P. i Seguí, B. 1999. *Una aproximació a la paleoecologia de les illes*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 6/ *Mon. Inst. Est. Balearics*, 66: 169-204.
- Alcover, J.A., Moyà Solà, S. i Pons Moyà, J. 1981. *Les Quimeres del Passat. Els Vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. Ed. Moll. Monografies Científiques, 1: 260 pp. Palma de Mallorca.
- Alcover, J.A., Llabrés, M. i Moragues, Ll. (coord.) 2000. *Les Balears abans dels humans*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 8: 78 pp. Palma de Mallorca.
- Altaba, C.R. 1993. Els mol·luscs marins: catàleg preliminar. In: Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (eds.). *Història Natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Ed. Moll.-CSIC, *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 589-596.
- Altaba, C.R. 1999. *La diversitat biològica. Una perspectiva des de Mallorca*. Ed. Moll. Manuals d'Introducció a la Naturalesa 12: 111 pp. Palma de Mallorca.
- Antich, S. i Soler, A. 1986. Hallazgo de *Eastonia rugosa* (Chemnitz) en el Pleistoceno de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 141-144.
- Arnau, P., Bover, P., Seguí, B. i Alcover, J. A. 2000. Sobre alguns jaciments de *Myotragus balearicus* Bate 1890 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent. *Endins*, 23: 89-100.
- Barceló, B. 1985. Semblança biogràfica de Joan Cuerda i Barceló. In: *Pleistoceno y Geomorfología litoral*. 7-15. Universitat de València.
- Bertoldi, R., Rio, D. i Thunell, R. 1989. Pliocene-Pleistocene vegetational and climatic evolution of the South-Central Mediterranean. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 72: 263-275.
- Bonfitto, A., Oliverio, M., Sabelli, B. i Taviani, M. 1994. A quaternary deep-sea mollusca assemblage from East Sardinia (Western Tyrrhenian Sea). *Bollettino Malacologico, Milano*, 30 (5-9): 141-157.
- Bonnin, J. i Rodríguez-Babio, C. 1990. Catálogo provisional de los moluscos bivalvos marinos de la plataforma continental de las costas mediterráneas de la península Ibérica y de las islas Baleares. *Iberus*, 9(1-2): 97-110.
- Bosch, M. i Moreno, I. 1986. Contribución al conocimiento del género *Patella* Linné 1758, en la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 127-135.
- Bouchet, Ph. i Taviani, M. 1989. Atlantic deep sea gastropods in the Mediterranean: new findings. *Boll. Malacologico*, 25(5-8): 137-148.
- Bouchet Ph. i Warén, A. 1979. The abyssal molluscan fauna of the Norwegian sea and its relation to other faunas. *Sarsia*, 64: 211-243.
- Bover, P. i Alcover, J.A. 1999. The evolution and ontogeny of the dentition of *Myotragus balearicus* Bate, 1909 (Artiodactyla, Caprinae): evidence from new fossil data. *Biol. J. Linnean Society*, 68: 401-428.
- Bover, P. i Alcover, J.A. 2000. La identitat taxonòmica de *Myotragus binigausensis* Moyà-Solà i Pons.Moyà, 1980. *Endins*, 23: 83-88.
- Bover, P. i Alcover, J.A. en premsa. A taxonomic approach to the insular Caprines from Gymnesic Islands (Western Mediterranean sea). *Quaternaire*.
- Butzer, K.W. 1975. Pleistocene littoral-sedimentary cycles of the Mediterranean basin: a Mallorquin view. In: Butzer, K.W. i Isaad, G.L. (eds). *After the Australopithecines: stratigraphy, ecology and culture change in the Middle Pleistocene*. 25-71. Chicago.
- Butzer, K.W. 1985. La estratigrafia del nivel marino de Mallorca en una perspectiva mundial. In: *El Pleistoceno. Geomorfología litoral*: 17-33. Universitat de València.
- Butzer, W.K. i Cuerda, J. 1960. Nota preliminar sobre la estratigrafia y la paleontologia del Cuaternario marino del Sur y S.E. de la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6: 9-29.
- Butzer, K.W. i Cuerda, J. 1962. Coastal stratigraphy of Southern Mallorca and its implications for the Pleistocene chronology of the Mediterranean Sea. *Journal of Geol.*, 70(4): 398-416.
- Calvet, F., Pomar, L. i Esteban, M. 1975. Las rizocreciones del Pleistoceno de Mallorca. *Inst. Inv. Geol. Universidad de Barcelona*, 30: 35-60.
- Comborieu-Nebout, N. 1993. Vegetation response to Upper Pliocene glacial interglacial ciclicity in the central Mediterranean. *Quaternary Research*, 40: 228-236.
- Cuerda, J. 1957. Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 3: 3-76.
- Cuerda, J. 1959. Tritónidos fósiles del Cuaternario de Mallorca. *Estudios Geológicos*, 15: 119-130.

- Cuerda, J. 1968. Nuevos yacimientos marinos en el término de Palma de Mallorca y su paleogeografía. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 14: 145-170.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Institut d'Estudis Balearics. 304 pp. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1979. *Formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma*. Guía a la excursión nº 4 del VI Coloquio de Geografía. Palma.
- Cuerda, J. 1981. Dos especies de interés paleontológico halladas en el Eutyrrheniense de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 169-174.
- Cuerda, J. 1984. A contribution to the Knowledge of Pleistocene coastal Profiles in the Pityusic Islands. In: Kubier, H., Alcover, J.A., i Guerau d'Arellano, C. (eds.). *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*. Monographiae Biologicae nº 52. La Hague.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J., Antich, S. i Soler, A. 1984. El Pleistoceno del Torrente de Son Granada (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 28: 67-80.
- Cuerda, J., Antich, S. i Soler, A. 1982. La secuència pleistocènica dunar de Son Moson (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 13-35.
- Cuerda, J., Antich, S. i Soler, A. 1985. Las formaciones cuaternarias del Torrente de Cala Blava en la Bahía de Palma (Baleares). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 29: 75-86.
- Cuerda, J. i Galiana, R. 1976. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la costa Norte de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 21: 115-124.
- Cuerda, J., Gràcia, F. i Vicens, D. 1989-90a. Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno superior marino en Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 49-66.
- Cuerda, J., Gràcia, F. i Vicens, D. 1989-90b. Nuevas citas malacológicas (Bivalvia y Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 67-79.
- Cuerda, J. i Muntaner, A. 1960. Nota sobre diversos niveles tirrenienses localizados en las cercanías de Cap Orenol (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6: 37-46.
- Cuerda, J. i Osmaston H.A. 1978. Shoreline Stratigraphy at El Arenal and the South-East coast of Mallorca. In: Rose, J. (Ed.) *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association-Field Meeting Guide: 73-87.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1970. Formaciones marinas correspondientes al límite pliocuaternario y al Pleistoceno inferior de la costa de Lluchmayor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 16: 105-134.
- Cuerda, J., Vicens, D. i Gràcia, F. 1991. Malacofauna y estratigrafía de Pleistoceno superior marino de Son Real (Santa Margalida, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 99-108.
- Cuerda, J., Vicens, D. i Gràcia, F. 1993. Mollusca (Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. Nuevas citas. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 31-40.
- Delibrias, G. i Taviani, M. 1985. Dating the death of Mediterranean deep-sea Scleractinian corals. *Marine Geology*, 62: 175-180.
- Emiliani, C. 1992. *Planet Earth. Cosmology, geology, and the evolution of life and environment*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Encinas, J.A. i Alcover, J.A. 1997. El jaciment fòssilífer de la cova Estreta (Pollença). *Endins*, 21: 83-92.
- Filella, E., Gässer, Z., Garcia-Porta, J. i Ferrer, J.A. 1996. Sobre el hallazgo en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, Archipiélago balear) de una puesta fósil de tortuga terrestre. Datos preliminares. Herpetologia, IV Congreso Luso Espanhol, pàg. 89. Porto.
- Filella, E., Gässer, Z., Garcia-Porta, J. i Ferrer, J.A. 1999. Una puesta fósil de tortuga terrestre en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, archipiélago Balear). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 8: 67-84.
- Fornós, J.J. i Pons Moyà, J. 1982. Icnitas de *Myotragus* del yacimiento de Ses Piquetes de Santanyí (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 135-144.
- Fornós, J.J., Barón, A. i Pons, G.X. 1996. Evolució neògena de la zona de s'Albufera d'Alcúdia (Mallorca, Illes Balears). I. Descripció de la sèrie estratigràfica (sondatge 1) i facies sedimentàries. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 139-154.
- Fornós, J.J., Bromley, R.G., Clemmensen, L.B. i Rodríguez-Perea, A. en premsa. Tracks and trackways of *Myotragus balearicus* Bate (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*.
- García Gómez, J.C. 1983. Estudio comparado de las tanatocenosis y biocenosis malacológicas del estrecho de Gibraltar y áreas próximas. *Iberus*, 3: 75-90.
- Gässer, Z. 1998. Nota paleontològica sobre el jaciment quaternari marí d'Es Copinar (Formente-

- ra, Illes Pitiüses, Mediterrània occidental. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 153-157.
- Gàsser, Z. i Ferrer, J. A. 1997. Nous jaciments paleontològics del Miocè i Quaternari de Formentera (Illes Pitiüses, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 91-101.
- Ginés, J. 2000. *El karts litoral en el levante de Mallorca: una aproximació al coneixement de su morfogènesis y cronologia*. Tesi doctoral. Inèdit. Universitat de les Illes Balears. 595 pp.
- Gómez-Pujol, L. 1999. Sedimentologia i evolució geomorfològica quaternària del ventall al·luvial des Caló (Betlem, Artà, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 107-124.
- Grandfils, R. 1982. Contribució al coneixement de *Patella ferruginea* (Gmelin, 1789). *Iberus*, 2:57-69.
- Grandfils, R. i Vega, R. 1982. Il genere *Patella* lungo la costa di Malaga (Spagna). *La Conchiglia*, 14 (158-159): 6-9.
- Gracia, F., Clamor, B. i Lavergne, J.J. 2000. Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- Henningens, D., Kelletat, D. i Hagn, H. 1981. Die quartären Äolianite von Ibiza und Formentera (Balearen, Mittelmeer) und ihre Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte der Inseln. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 31: 109-133.
- Hidalgo, J.G. 1917. *Fauna malacològica de España, Portugal y las Baleares*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Serie Zoología, nº 30, 751 p.
- Hillaire-Marcel, Cl., Gariépy, C., Ghaleb, B., Goy, J. L., Zazo, C. i Cuerda, J. 1996. U-Series measurements in tyrrhenian deposits from Mallorca further evidence for two last-Interglacial high sea levels in the Balearic Islands. *Quaternary Sc. Reviews*, 15: 53-62.
- Jaume, C. i Fornós J.J. 1992. Composició i textura dels sediments de platja del litoral mallorquí. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 93-110.
- Julia, R. i Suc, J.P. 1980. Analyse pollinique des depots lacustres du pleistocene inferieur de Banyoles (Banyolas, Site de la Bobila Ordis-Espagne): un element nouveau dans la reconstitution de l'histoire paleoclimatique des regions mediterraneennes d'Europe Occidentale. *Geobios*, 13: 5-19.
- Keigwin Jr, L.D. i Thunell, R.C. 1979. Middle Pliocene climatic change in the Western Mediterranean from faunal and oxygen isotopic trends. *Nature*, 282: 294-296.
- López, N. i Truyols, J. 1994. *Paleontologia. Conceptos y métodos*. Ed. Síntesis. 334 pp. Madrid.
- Luque, A.A. 1986. Contribució al coneixement de los gasterópodos marinos de las costas de Málaga y Granada. II. Prosobranquios. *Iberus*, 6(1): 79-94.
- MacArthur, R.H. i Wilson, E.O. 1967. *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- Marcus, L. 1998. Variation in selected skeletal elements of the fossil remains of *Myotragus balearicus*, a Pleistocene bovid from Mallorca. *Acta Zool. Acad. Scient. Hungaricae*, 44: 113-137.
- Mateu, G. 1985. Nuevos datos micropaleontológicos para interpretar el glaciotelectonoestatismo del Pliopleistoceno de Baleares (Mediterráneo Occidental). In: *Pleistoceno y Geomorfología Litoral*. Universitat de València: 61-76.
- Mercadal, B. 1962. El *Strombus bubonius* y los restos de las terrazas tyrrenienses de Menorca. *Revista de Menorca*, 412-419.
- Mercadal, B. 1966. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario de Menorca. *Revista de Menorca*, III-4: 148-161.
- Mercadal, B. i Petrus, J. L. 1980. Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate 1914 en la Isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 15-21.
- Micali, P. i Villari, A. 1986. Riscoperta di *Calliostoma sayanus* (G. Seguenza, 1873) e considerazioni sul Pleistocene di Archi (RC). *Boll. Malacologico*, 22 (9-12): 267-272.
- Moreno, D. 1992. Presencia de *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 en el Cabo de Gata (Almería, SE España). *Cuadernos de Investigación Biológica, Bilbao*, 17: 71.
- Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1980. Una nueva especie del género *Myotragus* Bate, 1909 (Mammalia, Bovidae) en la isla de Menorca: *Myotragus binigausensis* nov. sp. Implicaciones paleozoogeográficas. *Endins*, 7: 37-47.
- Muntaner, A. 1956. Nota sobre un fémur de *Myotragus balearicus*, hallado en los aluviones de Sancellas. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 115-117.
- Muntaner, A. 1957. Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 3: 77-126.
- Muntaner, A. i Cuerda, J. 1956. Hallazgo de un esqueleto de *Myotragus balearicus* en una duna cuaternaria de Capdepera. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 114.
- Muntaner, A. i Palmer, E. 1956. Nota sobre el hallazgo de *Myotragus balearicus*, Bate en los aluviones de Búger (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 95-98.
- Nickles, M. 1950. *Mollusques testacés marins de*

- la Côte Occidentale d'Afrique. 269 pp. Paris.
- Nordsieck, F. 1969. *Die europäischen Meeresschnecken (Bivalvia)*. Ed. G. Fischer. Stuttgart. 256 pp.
- Nordsieck, F. 1982. *Die europäischen Meeres-Gehäuseschnecken (Prosobranchia)*. Ed. G. Fischer. Stuttgart - New York. 539 pp.
- Obrador, A. i Mercadal, B. 1969. Presència de dipòsits travertínics lacustres de edat Cuaternària en la isla de Menorca (Balears). *Revista de Menorca*, 7: 3-8.
- Paul, C.R.C. 1982. Pleistocene non-marine molluscs from Cala Salada, Ibiza. *Geol. J.*, 17: 161-184.
- Paul, C.R.C. i Altaba, C.R. 1992. Els mol·luscs terrestres fòssils de les Illes Pitiüses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 141-170.
- Paulus, M. 1950. Note sur la presence de *Cyprina islandica* Linné au large des Balears. *Vie et Milieu*, 1: 302-304.
- Pomar, L. i Cuerda, J. 1979. Los dipòsits marins pleistocènics en Mallorca. *Acta Geol. Hisp.*, 14: 505-514.
- Pons-Moyà, J. i Pons, G.X. 1997. Mol·luscs epibionts de *Charonia lampas* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Gastropoda) de la badia de Palma. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 157-162.
- Pons-Moyà, J. i Pons, G.X. 1999. Noves dades de mol·luscs de profunditat del SW de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 39-46.
- Pons-Moyà, J. i Pons, G.X. 2000. Mol·luscs de profunditat de fons fangosos batials del Coll de Mallorca (SW de Mallorca, Illes Balears, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 105-110.
- Pons-Moyà, J. i Pons, G.X. 2001. *Neptunea contraria* (Linnaeus, 1771) (Mollusca: Gastropoda) nou fòssil per al catàleg de la fauna malacològica del Quaternari de Mallorca. In: Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. 57. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.
- Pons-Moyà, J., Pons, G.X., Collado, M. i Cifre, M. 2001. Els àrcids de les Balears: *Asperarca secreta* La Perna, 1998 (Mollusca: Bivalvia: Arcidae) nou per a la fauna de la Mediterrània occidental. In: Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears. 124-125. Palma de Mallorca.
- Pons-Moyà, J., Pons, G.X., Garcia, Ll. i Grau, A.M. 1998. Mol·luscs i decàpodes presents en el contingut gàstric del rafe, *Trigla lyra* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Triglidae) del SW de Mallorca (Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 87-100.
- Poppe, G.T. i Goto, Y. 1991. *European Seashells I (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Verlag Christa Hemmen Ed. Wiesbaden. 352 pp.
- Poppe, G.T. i Goto, Y. 1993. *European Seashells II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Verlag Christa Hemmen Ed. Wiesbaden. 221 pp.
- Porta, J. 1956. Bibliografia sobre el Cuaternari marino de las costas Mediterràneas de España. *Estudios Geológicos*, 31-32: 301-325.
- Quintana, J. 1993. Descripción de un rastro de *Myotragus* e icnitas de *Hypnomys* del yacimiento cuaternario de Ses Penyes d'es Perico (Ciudadella de Menorca, Balears). *Paleontologia i Evolució*, 26-27: 271-279.
- Quintana, J. 1998a. Presencia de *Trochoidea frater* (Dohrn y Heynemann, 1862) (Gastropoda: Helicidae) en los dipòsits càrstics de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 49-56.
- Quintana, J. 1998b. Aproximación a los yacimientos de vertebrados del Mio-Pleistoceno de la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 101-117.
- Reumer, J.W.F. 1982. Some remarks on the fossil vertebrates from Menorca, Spain. *Proc. Konink. Ned. Akad. Wetenschappen, ser. B*, 85: 77-87.
- Rose, J. (ed.). 1978. *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association-Field Meeting Guide. 113 pp. Bristol.
- Rose, J., Meng, X. i Watson, C. 1999. Paleoclimat i paleoambiental responses in the western Mediterranean over the last 140 ka: evidence from Mallorca, Spain. *Jour. Geol. Soc. London.*, 156: 435-448.
- Seguí, B. 1996. Les avifaunes fòssils dels jaciments càrstics del Pliocè, Plistocè i Holocè de les Gimnèsies. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 25-42.
- Seguí, B., Bover, P., Trias, M. i Alcover, J.A. 1998. El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciudadella, Menorca). *Endins*, 22: 81-97.
- Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi doctoral, inèdita. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 904 pàg. + Atlas 138 pàg.
- Servera, J., Mayol, M. i Pons, G.X. 2001. Un nou jaciment d'icnites de *Myotragus* al racó des Matar (Santanyi, Mallorca). In: Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears. 58-59. Palma de Mallorca.
- Shackleton, N.J. i Opdyke N.D. 1973. Oxigen iso-

- tope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V28-238: Oxigen isotope temperatures and ice volumes on a 106 year and 106 year scale. *Quaternary Research*, 3: 39-55.
- Shackleton, N.J. i Opdike, N.D. 1977. Oxygen isotope and paleomagnetic evidence of early Northern Hemisphere glaciation. *Nature*, 270: 216-219.
- Sondaar, P.Y., McMinn, M., Seguí, B. i Alcover, J. A. 1995. Interès paleontològic dels jaciments càrtics de les Gimnèsies i les Pitiüses. *Endins*, 20: 155-170.
- Stearns, Ch.E. 1985. Los Ratios 230 Th. 234 U. de los moluscos mallorquines revisitados. In: *El Cuaternario. Geomorfología litoral*: 189-195. Universitat de València.
- Stearns, Ch.E. i Thurber, D.L. 1965. Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean littorals. *Quaternaria*, 7: 29-42.
- Stearns, Ch.E. i Thurber, D.L. 1967. Th 230-U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals. *Prog. Oceanography*, 4: 293-305.
- Taviani, M. i Colantoni, P. 1979. Thanatocoenoses wurmiennes associées aux coraux blancs. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 25/26: 141-142.
- Thunell, C.R. 1979. Pliocene-Pleistocene paleotemperatures and paleosalinity history of the Mediterranean Sea: results from DSDP Sites 125 and 132. *Marine Micropaleontology*, 4: 173-187.
- Tuccimei, P., Ginés, J., Delitala, C., Pazzelli, L., Taddeucci, A., Clamor, B., Fornós, J.J., Ginés, A. i Gràcia, F. 2000. Dataciones Th/U de espeleotemas freáticos recolectados a cotas inferiores al actual nivel marino, en cuevas costeras de Mallorca (España): aportaciones a la construcción de una curva eustática detallada de los últimos 300 ka para el Mediterráneo occidental. *Endins*, 23: 59-71.
- Via, L. 1966. Abundantes restos de *Ocyropa cursor* (Crustáceo decápodo) en el Cuaternario de Mallorca. *Acta Geológica Hispana*, 1: 22-24.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1988. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la playa de "Sa Font Salada" (Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 32: 33-46.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1998. Aspectes paleontològics i estratigràfics del Plistocè superior de Mallorca. In: Fornós J.J. (ed.). *Aspectes geològics de les Balears*: 191-220. UIB. Palma.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1999. Carcharodon carcharias (Linnaeus, 1758) en el Plistocè superior de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 167-170.
- Vicens, D., Gràcia, F. i Cuerda, J. 1992. El Cuaternari marí del Torrent Fondo (Formentera, Illes Pitiüses). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 61-66.
- Vicens, D., Gràcia, F., McMinn, M. i Cuerda, J. 1998. El Plistocè superior del Frontó des Molar (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 125-137.
- Vicens, D., Gràcia, F., Watkinson, P., Landreth, R., Clamor, B. i Dot, M.A. 2001. La cova de ses Pedreres (Manacor, Mallorca). *Endins*, 24.
- Vicente, J. i Bech, M. 1999. Variabilitat dimensional de *Rumina decollata* L. segons les àrees geogràfiques en el pas del temps. *Bull. Centre d'Est. Natura B-N*, 4(3): 291-298.
- Zazo, C. i Goy, J.L. 2000. Cambios eustáticos y climáticos durante el Cuaternario. Una síntesis sobre su registro en los litorales del Sur y Sureste peninsular, islas Canarias y Baleares. In: Andrés, J.R. i Gracia, F.J. (eds.). *Geomorfología litoral. Procesos activos*. Mon. Soc. Esp. de Geomorfología, 7: 187-206.