

# Estructures de macrobioerosió en *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) del Pleistocè superior de Mallorca (illes Balears, Mediterrània Occidental)

Rafel Matamales-Andreu<sup>1,2</sup>, Josep Juárez<sup>2,3</sup> i Jordi Martinell<sup>4</sup>

1. Carrer Trafalgar 1, 1r. 07500, Manacor (illes Balears, Espanya). Correu electrònic rafelmatamales@hotmail.com (autor de correspondència).
2. Museu Balear de Ciències Naturals. Carretera Palma-Port de Sóller Km. 30. 07100, Sóller (illes Balears, Espanya).
3. Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margalida Xirgu 16, baixos. 07011, Palma (illes Balears, Espanya).
4. Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Facultat de Ciències de la Terra. Universitat de Barcelona.

S'estudien un total de 557 conquilles de *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) provinents de diferents jaciments del Pleistocè superior litoral de l'illa de Mallorca (Illes Balears). S'hi reconeixen sis icnogèneres relacionats amb l'activitat bioerosiva: *Entobia*, generada per esponges clionàides; *Gastrochaenolites*, produïda per bivalves litòfags; *Caulostrepsis* i *Maeandropolydora*, perforacions de poliquets espioníds; *Renichnus*, causats per la fixació de gasteròpodes vermètids i de poliquets serpulíds; i cicatrius de duròfags. Aquest conjunt s'ha identificat com pertanyent a la icnofàcies d'*Entobia*, pròpia de fons marins somers des del Mesozoic. D'altra banda, l'anàlisi de les proporcions de cada icnogènere en els respectius jaciments ha permès extreure informació paleoambiental relativa a la nitidesa de les aigües.

*Paraules clau:* Pleistocè superior, Mallorca, *Persististrombus latus*, OISS-5e, Bioerosió.

## Macrobioerosion structures on *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) from the late Pleistocene from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean).

A total of 557 shells of the gastropod species *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) from several late Pleistocene deposits in the island of Mallorca (Balearic Islands), are studied. Six ichnogenera related to bioerosion have been recognised: *Entobia*, generated by clionaid sponges; *Gastrochaenolites*, produced by lithophagous bivalves; *Caulostrepsis* and *Maeandropolydora*, borings of spionid polychaetes; *Renichnus*, caused by the fixation of vermetid gastropods and serpulid polychaetes; and durophagous scars. This assemblage has been identified to belong to the *Entobia* ichnofacies, typical of shallow marine bottoms since the Mesozoic. Moreover, the analysis of the proportions of each ichnogenus in the respective deposits has allowed to extract palaeoenvironmental information related to the water clearness.

*Key words:* late Pleistocene, Mallorca, *Persististrombus latus*, OISS-5e, Bioerosion.

## Introducció i objectius

*Persististrombus latus* (Gmelin, 1791) (Làmina 1, A-G) és un gasteròpode de la família Strombidae de mida mitjana-gran, encara que molt variable: aproximadament entre 5 i 15 cm de longitud total en exemplars adults. Presenta una conquilla sòlida i gruixuda, de forma ovoide i més o menys cònica a excepció de la darrera volta, que és molt més oberta. L'espira és més o menys elevada, i ocupa aproximadament un terç de la longitud total de la

conquilla. Aquesta està ornamentada per una filera superior de nòduls que progressivament esdevenen tubercles prominents (entre 5 i 10 a la darrera volta, aproximadament) i dues d'inferiors, més discretes. La situada a la zona sifonal freqüentment presenta els tubercles units en forma d'escotadura. Les sutures són superficials i ondulades cobrint parcialment els tubercles apicals de la volta anterior. Aquests guanyen prominència a mesura que s'augmenta en mida, essent més grans sempre els

de la cara dorsal. A més, alguns exemplars adults poden presentar estries de creixement molt fines i paral·leles al peristoma. Tots aquests caràcters són altament variables.

El seu hàbitat típic comprèn aigües somes i poc profundes de sediment fi (llims o arenes), amb predilecció per les aigües salabroses de desembocadures de rius i albuferes, que proporcionen grans quantitats de matèria orgànica, de la qual s'alimenta (e.g., Meco, 1977; Cuerda, 1987). Es desplacen reptant semienterrats en el sediment. Els únics depredadors coneguts de *P. latus* són les tortugues marines (González-Lorenzo *et al.*, 2010). Actualment es poden trobar poblacions de l'espècie des del Senegal fins al Congo (e.g., Meco, 1977), però durant el Pleistocè superior l'espècie va colonitzar des del sud-oest d'Angola (Sessa *et al.*, 2013) fins al mar Mediterrani, incloses les illes Canàries (e.g., Cuerda, 1975, 1987; Meco, 1977). La presència de *P. latus* en el Quaternari marí del litoral peninsular mediterrani ha estat registrada des de fa anys en moltes publicacions: Gaibar-Puertas & Cuerda (1969) per al litoral d'Alacant, Marquina & Martinell (1980) i Porta & Martinell (1981) per al litoral de Catalunya, Lario *et al.* (1993) per al litoral de Màlaga, i Torres *et al.* (2006, 2010) al litoral d'Almeria, entre d'altres. A més, en aquest article se citen les nombroses publicacions que en mencionen la presència en el Pleistocè mallorquí.

*P. latus* és potser el representant més icònic de l'anomenada fauna "senegalesa": grup d'espècies de mol·luscs de caràcter marcadament termòfil que avui en dia viuen a les costes de l'Oest africà, però que durant els interglacials del Pleistocè superior arribaren al Mediterrani. No obstant això, tot i la gran abundància de mostres de l'espècie, mai no s'ha fet un estudi detallat sobre aquesta espècie al Pleistocè superior de Mallorca. El present treball, juntament amb futurs estudis, pretén actualitzar el coneixement del gasteròpode a l'illa. En aquest article es tractaran alguns aspectes tafonòmics i icnològics (macrobioerosió) presents als fòssils de l'espècie esmentada. Existeixen diversos estudis relatius a la morfologia i a la taxonomia de *P. latus* (Meco, 1977; Torres *et al.*, 2010), però encara resta un aspecte inèdit, com és la del paper de les seves conquilles com a substrat dur susceptible de ser perforat per

endoesqueletozous, molts dels quals corresponen a grups amb un registre fòssil escadusser. Per tant, l'estudi d'aquestes traces presenta un doble interès: per una banda permet evidenciar el paper de les conquilles de *P. latus* com a illes ecològiques, i en segon lloc aporta informació paleobiològica sobre la biodiversitat marina en el Pleistocè.

El terme tafonomia fou encunyat per Efremov (1940) per a definir la ciència que estudia els processos de transferència d'informació o matèria de la biosfera a la litosfera. La tafonomia comprèn diferents disciplines; la biostratinomia és aquella que s'ocupa dels processos que succeeixen entre la mort de l'organisme i el seu enterrament definitiu. Un dels factors més destacables en aquesta fase és la bioerosió (Neumann, 1966), és a dir, les alteracions generades pels organismes sobre substrats variats, tant esquelètics com inorgànics, amb preferència pels de naturalesa carbonatada (Martinell, 1989). Existeixen nombrosos treballs sobre la parataxonomia emprada en aquesta matèria, però potser els més rellevants són les revisions de Bromley & D'Allessandro (1983, 1984), Kelly & Bromley (1984) i Mayoral (1987), entre d'altres.

La classificació de les estructures icnològiques és complexa i s'han utilitzat criteris diversos des de les primeres propostes (Häntzschel, 1975) fins a les revisions més recents (Buatois *et al.*, 2017). Així, l'etologia, la morfologia, els possibles productors, etc., s'han usat alternativament com a criteris preferents. Actualment, la classificació de les traces de bioerosió atén tant criteris etològics (e.g., Ekdale *et al.*, 1984, revisada en Gibert *et al.*, 2004) com morfològics (Buatois *et al.*, 2017), o com a compendi de diferents visions (Knaust, 2012). En el present treball s'utilitzarà la classificació etològica, segons la qual es diferencien les traces d'habitació (*Domichnia*), les de fixació superficial (*Fixichnia*), les de pastura (*Pascichnia*), les de depredació (*Praedichnia*) i les d'equilibri i reajustament (*Equilibrichnia*) pel que fa a la bioerosió.

## Antecedents

El primer autor a registrar fòssils de *P. latus* a Mallorca fou Haime (1855) de "l'Est de Palma", sota el nom de *Strombus mediterraneus* Duclos, 1844, actualment considerat com a sinònim menor de

l'espècie tractada. Des de llavors i especialment a partir de la segona meitat del segle XX, els treballs que el citaren provinent de platges fòssils del Quaternari mallorquí es multiplicaren enormement (e.g., Hermite, 1879; Gignoux, 1913; Fallot, 1922; Muntaner, 1957; Cuerda, 1957, 1975, 1987, entre molts altres). En total, s'ha documentat provinent de 45 jaciments diferents (Vicens, 2015), sigui en forma de fragments o d'exemplars complets, generalment sota el també sinònim menor *Strombus bubonius* Lamarck, 1822. No és fins a la tesi de Vicens (2015) que a Mallorca s'anomena l'espècie pel nom actualment vigent segons Bouchet (2015): *Persististrombus latus*.

Crida l'atenció que, tot i la gran extensió documental sobre el Pleistocè marí de Mallorca, aquesta manqui per complet d'estudis tafonòmics, malgrat les recurrents interpretacions que s'han fet dels jaciments. Existeixen mencions tangencials de forma puntual a alguns aspectes tafonòmics, com per exemple la reelaboració d'exemplars precisament de *P. latus* als jaciments de portals Vells, cala Gamba, es Carnatge (Cuerda, 1975, 1987) i son Real (Vicens, 2008, 2010, 2015) així com cites diverses "d'exemplars rodats" o "exemplars fragmentats" (e.g., Vicens 2015). Aquesta mancança prèviament esmentada també és pràcticament total pel que fa a la documentació d'icnofòssils. Malgrat això, sí que apareixen mencions implícites de *Gastrochaenolites* isp. en esmentar "perforacions de litòfags" en diversos jaciments mallorquins (e.g., Cuerda, 1975, 1987; Vicens, 2015). Aquest icnogènere és registrat explícitament i considerat per a interpretacions paleoecològiques a partir de materials del Pliocè (Mas, 2015). En la mateixa tesi (Mas, 2015), l'autor esmenta també al Pliocè altres traces de bioerosió que igualment es troben en el Pleistocè superior, com *Entobia* isp. o *Caulostrepsis taeniola*.

## Context geològic

Gairebé tots els jaciments mallorquins on s'ha recol·lectat *P. latus* representen fàcies de platja (*foreshore*). Uns bons exemples d'aquest tipus de jaciments són Peguera, cala Pudent, son Grauet, punta Negra I, etc. (e.g., Vicens, 2015). Malgrat això, també s'han reconegut altres tipus d'ambients: torre de s'Estalèlla i cap Orenol, entre d'altres, són interpretats com a dipòsits formats als penya-segats

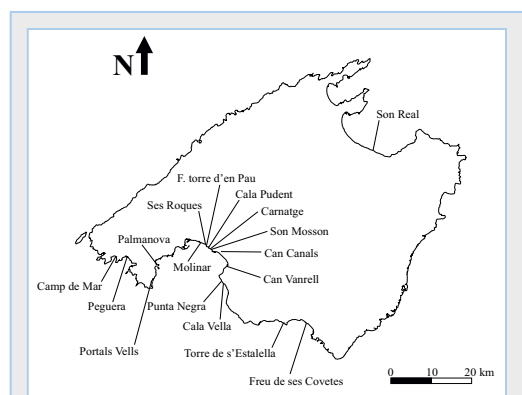
en episodis d'elevada energia (tempestes), doncs els fòssils que hi dominen són majoritàriament fragmentaris i sense senyals de rodament perllongat. Recentment el jaciment de torrent de son Real s'ha reinterpretat com un fons infralitoral (Juárez & Matamales-Andreu, en premsa). La Fig. 1 mostra la localització de tots els jaciments d'on provenen mostres examinades en aquest estudi.

## Material i mètodes

S'han analitzat detalladament 212 exemplars de les col·leccions Josep Juárez i Rafel Matamales Andreu (dipositats al Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller, MBCN). Sobre aquests espècimens s'ha aplicat una preparació consistent en l'eliminació de la matriu calcarenítica adherida a la conquilla amb micropercutor elèctric, seguida d'una aplicació d'àcid clorhídric diluït durant breus instants i finalment aigua abundant.

També s'han examinat tots els exemplars de la Societat d'Història Natural de Balears (SHNB), amb un total de 329 exemplars entre les col·leccions Cuerda, Muntaner, Vicens, Gràcia-Vicens, Fornés i Pons. Finalment, s'han tingut en compte els 16 exemplars dipositats en el MBCN de les col·leccions Bauzá, Cuerda i Morey, sumant, en total, 557 conquilles fòssils de *P. latus*.

Per tal de treballar amb mostres representatives,



**FIGURA 1.** Mapa de l'illa de Mallorca amb la localització dels jaciments d'on provenen els exemplars estudiats.

**FIGURE 1.** Map of the island of Mallorca with the location of the fossiliferous deposits that delivered the studied specimens.

s'han agrupat com a provinents del mateix jaciment aquells exemplars trobats en diferents dipòsits però pertanyents al mateix episodi sedimentari. Aquests són: camp de Mar i illeta de camp de Mar (=Camp de Mar); can Canals i es Serralt (=can Canals); can Grauet, es Fornàs, can Vanrell, cova de s'Anegat i punta Tinent (=can Vanrell); es Carnatge unitat I (=Carnatge); es Carnatge unitat II i son Mosson (=son Mosson); coll d'en Rabassa i fortí de la torre d'en Pau (=Fortí torre d'en Pau); Molinar, Molinar-Rotlet, Molinar-sa Caleta, Molinar-torrent Gros i torrent Gros (=Molinar); torrent de son Real i ses Escorxes (=son Real); torre de s'Estatella +4,5 m i torre de s'Estatella +10,5 m (=torre de s'Estatella).

Les gràfiques bivariants s'han elaborat mitjançant Microsoft Office Excel 2016, mentre que l'anàlisi de components principals (PCA) s'ha confeccionat mitjançant el software estadístic PAST (Hammer *et al.*, 2001), estandaritzant les variables.

## Resultats

### Activitat bioerosiva d'endoesqueletozous

ICNOGÈNERE *Entobia* Bronn, 1838

ICNOESPÈCIE TIPUS: *Entobia cretacea* Portlock, 1843  
(Làmina 1, D)

*Domichnion* consistint en perforacions a l'interior de la closca, en forma de cambres arrodonides interconnectades per fines galeries cilíndriques que es comuniquen amb la superfície amb habituals canals aperturals. Les galeries poden desenvolupar estructures tridimensionals més o menys complexes; són la base per a la seva determinació a nivell d'icnoespècie. A causa de la dificultat per a la realització de motlles en les mostres estudiades, només s'ha identificat a nivell d'icnogènere. S'interpreten com a perforacions d'esponges clionàides (Porífera: Clionidae) (Bromley & D'Allessandro, 1984). Els mateixos autors esmenten que a causa dels simbiotes algals que presenten en el seu teixit papil·lar, aquestes esponges es desenvolupen preferentment sobre substrats ben il·luminats. En closques semienterrades, *Cliona* deixa abruptament de perforar per sota la línia del sediment, doncs no hi arriba llum i no té disponible per a filtrar aigua que circuli lliurement. Aquest fet és constatable en moltes conques de *P. latus* considerades en

aquest estudi, on *Entobia* es troba principalment en la zona apical i dorsal, que són les menys pesants i solen quedar orientades cap a la columna d'aigua. Tot i això, esporàdicament s'han observat també exemplars afectats per *Entobia* de forma uniforme (Làmina 1, D), el que denota eventuals canvis de posició de l'individu durant la fase biostratigràfica.

ICNOGÈNERE *Caulostrepsis* Clarke, 1908

ICNOESPÈCIE TIPUS: *Caulostrepsis taeniola* Clarke, 1908  
(Làmina 1, F)

*Domichnion* a base de galeries en forma de "U" perforades paral·lelament a la superfície de la closca i amb les dues obertures molt properes (en forma de "8"). S'interpreten com a generats per poliquets espioníids (Anèl·lida: Spionidae) (e.g., Domènech *et al.*, 2008). Les mostres considerades en aquest estudi corresponen a la icnoespècie *Caulostrepsis taeniola* Clarke, 1908, caracteritzada per la formació d'un tub replegat sobre si mateix amb les dues branques més o menys juntes que poden estar parcialment fusionades prop de l'extrem apertural (Bromley & D'Allessandro, 1983).

cf. ICNOGÈNERE *Maeandropolydora* Voigt, 1965

ICNOESPÈCIE TIPUS: *Maeandropolydora decipiens* Voigt, 1965  
(Làmina 1, G)

*Domichnion* que consisteix en galeries més o menys sinuoses perforades en paral·lel a la superfície de la closca, de vegades en forma de "U". Se'ls suposa produïdes per poliquets; les dues obertures estan separades entre elles, a diferència de *Caulostrepsis* (Domènech *et al.*, 2008). En el cas de les perforacions reconegudes en les closques de *Persististrombus* estudiades s'opta per la nomenclatura oberta, ja que són de mida molt petita.

ICNOGÈNERE *Gastrochaenolites* Leymerie, 1842

ICNOESPÈCIE TIPUS: *Gastrochaenolites lapidicus* Kelly i Bromley, 1984  
(Làmina 1, C)

*Domichnion* consistint en caus arrodonits, oblics, paral·lels o perpendiculars en relació a la superfície de la closca. S'interpreten com a perforacions per bivalves litòfags (Kelly & Bromley, 1984). No s'han pogut determinar a nivell d'icnoespècie.

### Activitat bioerosiva d'epiesqueletozous

Iconogènere *Renichnus* Mayoral, 1987 sensu lato  
 Iconoespècie tipus: *Renichnus arcuatus* Mayoral,  
 1987

(Làmina 1, B)

*Fixichnion* consistint en depressions arronyonades en forma de mitja lluna, disposats en fileres tosques o grollerament espiralades (Mayoral, 1987). Aquestes s'interpreten com a marques de fixació de les conquilles de gasteròpodes vermètds (Mollusca: Vermetidae) (Mayoral, 1987). En el material estudiat s'han trobat tres formes ben diferenciades: unes depressions arronyonades, corresponents a l'iconoespècie *Renichnus arcuatus*; unes altres depressions de menor mida, però també en forma de mitja lluna, generades per tubs de serpúlids (Annelida: Serpulidae); i unes depressions enrotllades netament en espiral (làmina 1, B), corresponents tant a tubs de vermètds com de serpúlids. Així doncs, en el present treball s'agruparan sota el nom de *Renichnus* (en sentit ampli) totes les traces de bioerosió que presenten des de forma de depressions superficials en forma de mitja lluna fins a espirals més o menys ben organitzades, generades per la fixació de tubs de serpúlids i vermètds.

### Cicatris de reparació d'atacs de duròfags

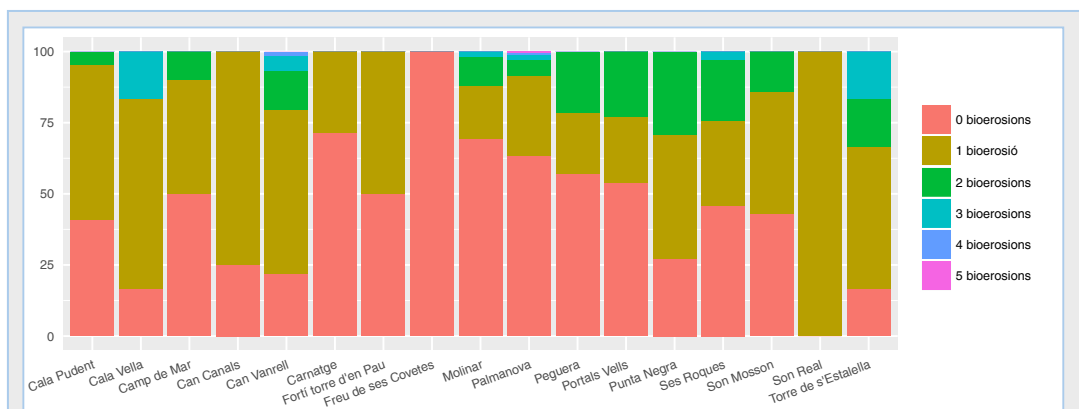
(Làmina 1, E)

A diferència de les estructures anteriors, les cicatrius de reparació es produeixen mentre el

gasteròpode encara està viu (e.g., Martinell *et al.*, 1982). Per tant, no es donen dins la fase biostratigràfica, sinó abans, però s'han inclòs en aquest estudi per constituir un cas particular de bioerosió. Reflecteixen un intent de depredació (*Praedichnia*) fallit per part de crancs, peixos, etc. Malauradament, la diferenciació d'aquestes estructures amb les de trencaments per l'impacte de la closca sobre les roques en temporals és molt complicada.

### Discussió

La icnofàcies dominant en tots els casos és la d'*Entobia*, pròpia de medis somers i d'aigües clares (Gibert *et al.*, 1998), i definida originalment per a superfícies de paleo-penya-segats (Bromley & Asgaard, 1993). La icnofàcies de *Gnaticnus*, pròpia de substrats mòbils (còdols, conquilles) i superfícies dures amb períodes curts d'exposició (Gibert & Martinell, 1998), es descarta en aquest cas per la gran abundància d'*Entobia* i la presència de traces penetratives de tipus *Caulostrepsis*, *Maendropolydora* i *Gastrochaenolites*, característiques de la icnofàcies d'*Entobia* (Gibert & Martinell, 1998). El fet que domini aquesta icnofàcies es deu possiblement al fet que molts dels exemplars que es troben preservats en jaciments amb fàcies de platja o dipòsits de tempesta degueren romandre en el fons marí, sols parcialment enterrats durant un període de temps notable. Les classes etològiques reconegudes



**FIGURA 2.** Gràfic que representa el percentatge relatiu de cada nombre de traces de bioerosió diferents en cadascun dels jaciments estudiats.

**FIGURE 2.** Graphical representation of the relative percentage of the respective number of different bioerosion traces for each of the studied deposits.

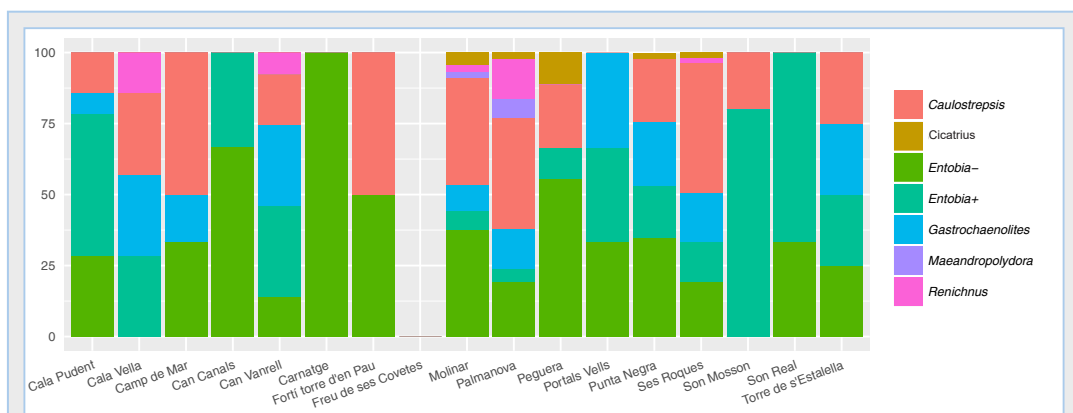
són *Domichnia* o estructures d'habitació (icnogèneres *Entobia*, *Caulostrepsis*, *Maeandropolydora* i *Gastrochaenolites*), *Fixichnia* o estructures de fixació (icnogènere *Renichnus*) i *Praedichina* o estructures de depredació (cicatrius de duròfags). Les Fig. 2 i 3 representen el nombre mitjà de traces de bioerosió diferents per exemplar en cada jaciment i l'abundància mitjana total de cada icnotàxon per jaciment, respectivament. Tal com es pot observar en la Fig. 2, abunden els exemplars amb cap o una traça de bioerosió; essent més aviat poc freqüents els fòssils amb tres o més traces. Aquesta tendència sembla ser general en tots els jaciments estudiats. Pel que fa a la distribució dels diferents tipus, a la Fig. 3 es pot observar que la traça més abundant és *Entobia*, constituint generalment prop del 50% de la icnoassociació. En els casos on són habituals les conquilles intensament perforades per esponges, també hi abunden altres traces com *Gastrochaenolites* i *Caulostrepsis*, reflectint el probable interval en el qual l'exemplar restà sense enterrar-se en el fons marí. Finalment, les traces tipus *Renichnus* apareixen esporàdicament en jaciments que presenten exemplars abundantment bioerosionats, juntament amb cicatrius de duròfags i, molt més rarament, petites *Maeandropolydora*.

En la Fig. 4, per altra banda, es pot observar l'aparent correlació negativa entre l'abundància d'*Entobia* isp. (tant molta com poca) i les altres traces

en la primera component principal, que explica un 32,0% de la variància total. Aquest gràfic possiblement reflecteix el fet que *Cliona* sp. es desenvolupa òptimament en aigües ben clares i il·luminades, mentre que els bivalves, els espioníds, els serpúlids i els vermètds prefereixen aigües tèrboles amb més matèria orgànica en suspensió, que filtren per a alimentar-se'n. Les cicatrius semblen poc afectades per aquesta component. Així, es pot pensar que, en termes generals, les platges representades en els jaciments de Peguera, es Carnatge, fortí de la torre d'en Pau, can Canals, punta Negra, freu de ses Covetes, cala Pudent, torrent de son Real i son Mosson serien d'aigües més aviat clares, mentre que els jaciments del Molinar, Palmanova, camp de Mar, torre de s'Estalella, can Vanrell i cala Vella podrien tenir les aigües més tèrboles. Tanmateix, aquest fet es podria deure també al temps d'exposició dels exemplars abans de l'enterrament final. Aquest és molt complicat d'establir en base als fòssils estudiats, ja que no es pot proposar una causa segura de la distribució dels jaciments sobre el gràfic de components principals. Es desconeix el significat que pot tenir la segona component principal, que explica un 25,5% de la variància total.

### Conclusions

S'estudien per primera vegada les diferents traces de bioerosió en poblacions de *Persististrombus latus*



**FIGURA 3.** Gràfic que representa el percentatge relatiu de cada tipus de traces de bioerosió en cadascun dels jaciments estudiats. "*Entobia-*" es correspon als exemplars amb poc recobriments d'*Entobia*, mentre que "*Entobia+*" representa exemplars intensament perforats.

**FIGURE 3.** Graphical representation of the relative percentage of each kind of bioerosion traces in every studied deposit. "*Entobia-*" corresponds to specimens with poor *Entobia* colonization, whereas "*Entobia+*" is assigned to the intensely bored shells.



del Pleistocè superior litoral de l'illa de Mallorca (Mediterrània Occidental). Es reconeixen els següents icnogèneres: *Entobia*, *Gastrochaenolites*, *Caulostrepsis*, *Maeandropolydora*, *Renichnus* i cicatrius per lesions d'atacs de duròfags. La icnofàcies dominant en tots els jaciments tractats és la d'*Entobia*, típica de fons somers i ben il·luminats. En els dipòsits on les conques estan habitualment perforades intensament per esponges hi abunden també la resta de traces de bioerosió, reflectint un major període d'exposició de l'exemplar abans de ser definitivament enterrat. Tanmateix, sí que sembla haver-hi una certa correlació negativa entre els jaciments en els quals abunda *Entobia* i la resta de traces, potser reflectint parcialment les condicions de terbolesa de les aigües dels respectius fons marins durant el Pleistocè superior de Mallorca.

**Agraïments**

Els autors del present treball agraïm a la Dra. Rosa Domènech, del departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, de la facultat de Ciències de la Terra de la Universitat de Barcelona, pels comentaris sobre el manuscrit i l'ajuda en la discussió d'alguns aspectes. Als Drs. Guillem X. Pons i Damià Vicens, de la Societat d'Història Natural de Balears, el permís d'accés a les col·leccions històriques de la institució. També a Carol Constantino, del Museu Balear de Ciències Naturals, per permetre examinar els exemplars del museu, així com el dipòsit dels de les col·leccions dels autors. Finalment, agraïm a Sebastià Matamalas l'ajuda en les prospeccions i el treball de camp. Aquest article forma part del Projecte d'Investigació CGL2015-66835-P/BTE del Ministerio de Economía y Competitividad.

**Bibliografia**

Buatois, L.A.; Wisshak, M.; Wilson, M.A. & Mángano, M.G. 2017. Categories of architectural designs in trace fossils: A measure of ichnodisparity. *Earth-Science Reviews*, 164: 102-181.

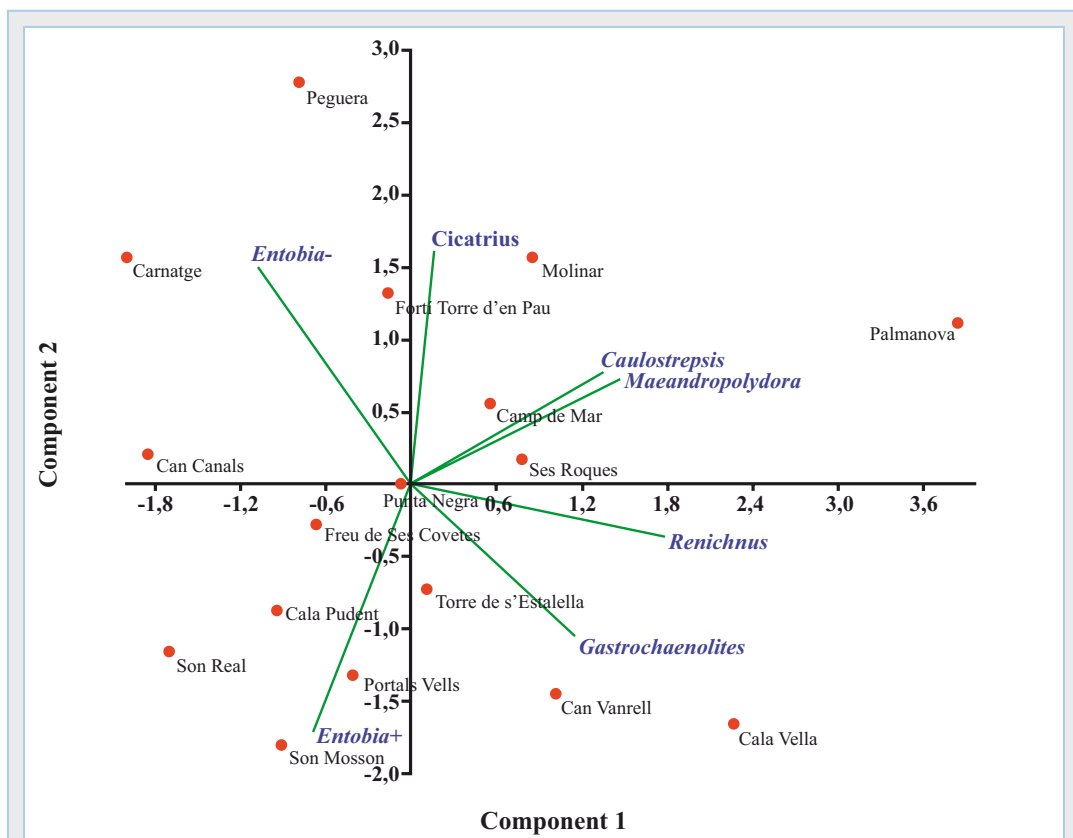


FIGURA 4. Resultat de l'Anàlisi de Components Principals per als jaciments estudiats amb les mateixes dades que el gràfic de la Fig. 3.

FIGURE 4. Result of the Principal Component Analysis for the studied deposits using the same data as Fig. 3.

- Bouchet, P. 2015.** *Persististrombus latus* (Gmelin, 1791). In: MolluscaBase, 2015. Accedit a través de: World Register of Marine Species en <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=564732> el dia 04-10-2016.
- Bromley, R.G. & D'Alessandro, A. 1983.** Bioerosion in the Pleistocene of southern Italy: ichnogenera *Caulostrepsis* and *Maeandropolydora*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 89: 283-309.
- Bromley, R.G. & D'Alessandro, A. 1984.** The ichnogenus *Entobia* from the Miocene, Pliocene and Pleistocene of southern Italy. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 90: 227-296.
- Bromley, R.G. & Asgaard, U. 1993.** Two bioerosion ichnofacies produced by early and late burial associated with sea-level change. Geologische Rundschau, 82: 276-280.
- Cuerda, J. 1957.** Fauna marina del Tirreniense de la Bahía de Palma (Mallorca). Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 3-76.
- Cuerda, J. 1975.** Los tiempos cuaternarios en Baleares. Instituto de estudios Balearicos. Palma de Mallorca. 304 pp., 20 lám.
- Cuerda, J. 1987.** Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno balear. Caja de Baleares "Sa Nostra". Palma de Mallorca. 421 pp.
- Domènech, R.; Martinell, J. & Porta, J. de, 2008.** Bioerosión por poliquetos espionidos (Polychaeta, Spionidae) en moluscos marinos del cuaternario caribeño de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc., vol. XXXII, núm. 124: 411-419.
- Efremov, I.A. 1940.** Taphonomy: a new branch of Paleontology. Pan-American Geology, 74: 81-93.
- Ekdale, A.A.; Bromley, R.G. & Pemberton, S.G. (eds.) 1984.** Ichnology: Trace fossils in Sedimentology and Stratigraphy. SEPM Short Course, 15: 317 pp.
- Fallot, P. 1922.** Étude géologique de la Sierra de Majorque. Tesis doctoral. Libr. Polytechnique Ch. Béranger, Paris i Liège, 480 pp.
- Gaibar-Puertas, C. & Cuerda, J. 1969.** Las playas del Cuaternario marino levantadas en el Cabo de Santa Pola (Alicante). Boletín Geológico y Minero, 70(2): 105-123.
- Gibert J.M. de & Martinell J. 1998.** El modelo de Icnofacies, 30 años después. Revista Española de Paleontología, 13(2): 167-174.
- Gibert, J.M. de; Martinell, J. & Domènech, R. 1998.** *Entobia* Ichnofacies in Fossil Rocky Shores, Lower Pliocene, Northwestern Mediterranean. Palaios, 13: 476-487.
- Gibert, J.M. de; Domènech, R. & Martinell, J. 2004.** An ethological framework for animal bioerosion trace fossils upon mineral substrates with proposal of a new classe, fixichnia. Lethaia, 37: 429-437.
- Gignoux, M. 1913.** Les formations marines Pliocenes et Quaternaries de l'Italie du Sud et de la Sicilie. Ann. Universidad de Lyon. vol. 36: 693 pp., 42 figs., 4 pl. i 21 làms.
- González-Lorenzo, G.; Monteiro, C.; Tariche, O. & González, J.A. 2010.** Diagnosi preliminar de la pesqueria de "búzio cabra" (*Strombus latus*) (Gastropoda, Strombidae) en las islas de Cabo Verde. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina: 142. Universidad de Alicante, Alicante, Spain: 6-10.
- Haime, J. 1855.** Notice sur la geologie de l'île de Majorque. Bull. Soc. Geol. de France, 12: 734-752.
- Hammer, Ø.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001.** PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4: A4.
- Häntzschel, W. 1975.** Trace fossils and problematica. In: Moore, R.C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology, part W, Miscellaneous. Geological Society of America/University of Kansas Press. 267 pp.
- Hermite, H. 1879.** Études géologiques sur les Îles Balears. Première partie; Majorque et Minorque. Paris. 362 pp.
- Juárez, J. & Matamales-Andreu, R. (en premsa).** Tàxons inèdits o poc coneguts per al Pleistocè superior litoral de Mallorca (Illes Balears, Mediterrani occidental) i consideracions sobre alguns jaciments. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Kelly, S.R.A. & Bromley, R.G. 1984.** Ichnological nomenclature of clavate borings. Palaeontology, 27: 793-807.
- Knaust, D. 2012.** Trace-Fossil Systematics. Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. In: Knaust, D. & Bromley, R.G. (eds.). Developments in Sedimentology, 64: 79-101. Elsevier Ed.
- Lario, J.; Zazo, C.; Somoza, L.; Goy, J.L.; Hoyos, M.; Silva, P.G. & Hernandez-Molina, F.J. 1993.** Los episodios cuaternarios de la costa de Málaga (España). Rev. Soc. Geol. España 6(3-4): 41-46.
- Mas, G. 2015.** El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la mediterrània. Tesis doctoral. Universitat de les Illes Balears. Inèdit. 534pp.
- Marquina, M.J. & Martinell, J. 1980.** Aportaciones al cuaternario marino de Vilassar de Mar, Barcelona. Comunicaciones del Primer Congreso Nacional de Malacología: 25-29.
- Martinell, J. 1989.** Interacción organismos/sustrato duro: la bioerosión y sus aplicaciones. In: Aguirre, E. (ed.). Nuevas Tendencias, 10: Paleontología: 205-222. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Martinell, J.; Marquina, M.J. & Domènech, R. 1982.** Moluscos y crustáceos: una relación traumática. Evidencias en el Plioceno catalán. Acta Geológica Hispánica, 17(1-2): 11-19.
- Mayoral, E. 1987.** Acción bioerosiva de Mollusca (Gastropoda, Bivalvia) en el Plioceno inferior de la Cuenca del Bajo Guadalquivir. Revista Española de Paleontología, 2: 49-58.
- Meco, J. 1977.** Los *Strombus* neógenos y cuaternarios del Atlántico euroafricano. Taxonomía, biostratigrafía y paleoecología. Paleontología de Canarias. Ediciones Cabildo de Gran Canaria. 207pp.
- Muntaner, A. 1957.** Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 77-126.
- Neumann, A.C. 1966.** Observations on coastal erosion in Bermuda and measurements of the boring rate of the sponge, *Cliona lampa*. Limnology and Oceanography, 11: 92-108.



**Porta, J. de & Martinell, J. 1981.** El Tyrrheniense catalán. Síntesis y nuevas aportaciones. Departament de Paleontologia. 27 pp.

**Sessa, A.J.; Callapez, M.P.; Dinis, P.A. & Hendy, A.J.H. 2013.** Paleoenvironmental and paleobiogeographical implications of a Middle Pleistocene mollusc assemblage from the marine terraces of Bahía da Pipas, Southwest Angola. *Journal of Paleontology*, 87(6): 1016-1040.

**Torres, T.; Ortiz, J.E.; Puche, O.; Vega, R. de la & Arribas, I. 2006.** Biometría de *Strombus bubonius* Lamark 1791 del yacimiento de Cerro Largo (Roquetas de Mar, Almería). *Geogaceta*, 40: 167-170.

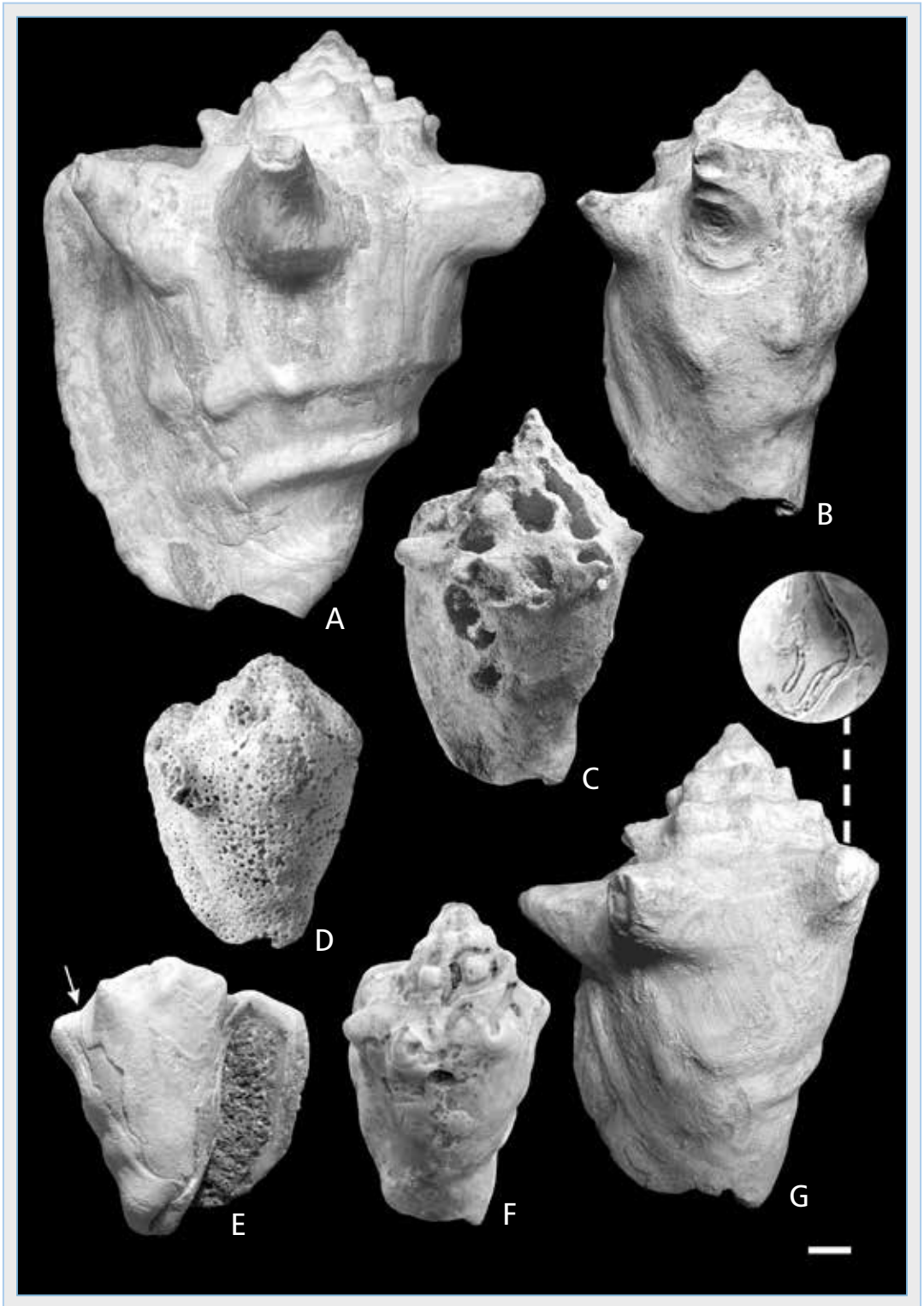
**Torres, T.; Ortiz, J.E.; Arribas, I.; Delgado, A.; Juliá, R. & Martín-Rubí, J.A. 2010.** Geochemistry of *Persististrombus latus* Gmelin from the Pleistocene Iberian Mediterranean realm. *Lethaia*, 43: 149-163.

**Vicens, D. 2008.** Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 71-102.

**Vicens, D. 2010.** El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a la zona Nord-oriental de Mallorca (badia de Pollença i badia d'Alcúdia). Memòria d'investigació. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 337 pp.

**Vicens, D. 2015.** El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'illa de Mallorca (Illes Balears, mediterrània occidental). Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Inèdit. 986 pp.

Rebut el 15 d'abril de 2017. Acceptat el 3 de juliol de 2017.



**LÀMINA 1.** Exemples de traces de bioerosió en conquilles de *Persististrombus latus* del Pleistocè superior de Mallorca. **A:** exemplar de la Capsa "Vitrina" de la col·lecció Cuerda-SHNB del jaciment del Molinar, sense cap traça de bioerosió; **B:** exemplar de la Capsa 11(2/2) de la col·lecció Cuerda-SHNB del jaciment de Palmanova, amb *Renichnus* isp.; **C:** exemplar de la Capsa "Vitrina" de la col·lecció Cuerda-SHNB del jaciment de Can Vanrell, amb *Gastrochaenolites* isp.; **D:** exemplar SCT003 de la col·lecció Juárez-MBCN del jaciment de Cala Pudent, amb molta *Entobia* isp.; **E:** exemplar ML 06 de la col·lecció Matamales-Andreu-MBCN del jaciment del Molinar, amb una cicatriu d'atac de duròfag (marcat amb una fletxa blanca); **F:** exemplar SPN003 de la col·lecció Juárez-MBCN del jaciment de Punta Negra, amb *Caulostrepsis* isp.; **G:** exemplar de la Capsa 1(1/2) de la col·lecció Cuerda-SHNB del jaciment de Palmanova, amb *Maeandropolydora* isp. Escala: 10 mm.

**PLATE 1.** Examples of bioerosion traces on shells of *Persististrombus latus* from the late Pleistocene of Mallorca. **A:** specimen in the box "Vitrina" from the Cuerda-SHNB collection, from the Molinar deposit, without any bioerosion trace; **B:** specimen in the box 11(2/2) from the Cuerda-SHNB collection, from the Palmanova deposit, with *Renichnus* isp.; **C:** specimen in the box "Vitrina" from the Cuerda-SHNB collection, from the Can Vanrell deposit, with *Gastrochaenolites* isp.; **D:** specimen SCT003 from the Juárez-MBCN collection, from the Cala Pudent deposit, with many *Entobia* isp.; **E:** specimen ML 06 from the Matamales-Andreu-MBCN collection, from the Molinar deposit, with a durophagous scar (indicated by a white arrow); **F:** specimen SPN003 from the Juárez-MBCN collection, from the Punta Negra deposit, with *Caulostrepsis* isp.; **G:** specimen in the box 1(1/2) from the Cuerda-SHNB collection, from the Palmanova deposit, with *Maeandropolydora* isp. Scale: 10 mm.

