

Els bogamarins fòssils de dues coves del miocè superior del llevant i migjorn de Mallorca

Josep QUINTANA ¹, Francesc GRÀCIA ^{2,3} i Joan J. FORNÓS ^{2,3}

¹ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona. Email: picoguevo@gmail.com

² Grup de Recerca Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Palma, Mallorca.

³ Societat Espeleològica Balear. Palma, Mallorca.

Abstract

Four species of echinoidea: *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni* Desor in Agassiz et Desor, 1847, *Echinolampas (Echinolampas) algirus* Pomel, 1887, *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (Lamarck, 1816) and *Clypeaster aichinoi* Checchia -Rispoli, 1925, are described and figured. Of all these species, the finding of *E. (E.) hoffmanni* and *E. (E.) algirus*, were considered, until now, as two Pliocene species (*E. [E.] hoffmanni* also has been recorded in the Middle-Upper Pleistocene of Sicily). The finding of these two taxa in the rocks of the submerged caves from the Upper Miocene of Mallorca is, therefore, the first record in the Miocene of the Mediterranean basin, while *C. aichinoi* is the first citation in the Upper Miocene of the Balearic Islands. All specimens come from Cova dels Ases (Felanitx), except *Echinolampas (Echinolampas) algirus* which was found in Cova des Serral (Manacor). They have been located in detached rocks associated with submerged collapse halls or galleries, using underwater speleology techniques. The fossils protrude from the rock due to differential erosion, by the chemical aggressiveness of the waters.

Resum

En el present treball es descriuen i figuren quatre espècies d'equinoïdeus: *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni* Desor in Agassiz et Desor, 1847, *Echinolampas (Echinolampas) algirus* Pomel, 1887, *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (Lamarck, 1816) i *Clypeaster aichinoi* Checchia-Rispoli, 1925. De totes aquestes espècies, resulta especialment interessant la troballa de *E. (E.) hoffmanni* i *E. (E.) algirus*, considerades, fins ara, com dues espècies pliocèniques (*E. [E.] hoffmanni* també s'ha registrat en el plistocè mitjà-superior de Sicília). La troballa d'aquests dos tàxons a les roques de coves subaquàtiques del miocè superior de Mallorca suposa, per tant, el primer registre en el miocè de la conca Mediterrània, mentre que *C. aichinoi* suposa la primera citació en el miocè superior de les illes Balears. Tots els exemplars procedeixen de la cova dels Ases (Felanitx), excepte *Echinolampas (Echinolampas) algirus*, que es va trobar a la cova des Serral (Manacor), i foren localitzats en roques despreses associades a sales o galeries d'esfondrament sotaiguades, mitjançant tècniques d'espeleologia subaquàtica. Els fòssils sobresurten de la roca per corrosió diferencial, a causa de l'agressivitat química de les aigües.

Quintana, J.; Gràcia, F. & Fornós, J. J. (2024): Els bogamarins fòssils de dues coves del miocè superior del llevant i migjorn de Mallorca. Papers Soc. Espeleo. Balear, 7: 125-134. ISSN-e 2605-3144. © Societat Espeleològica Balear. Rebut: 11 setembre 2024; Revisat: 2 octubre 2024; Acceptat: 14 octubre 2024. Publicat online: 29 octubre 2024.

Introducció

Les referències als equinoïdeus del miocè superior de Mallorca i Menorca es remunten, com a mínim, al segle XIX (HERMITE, 1879; BARBER, 1996), època durant la qual va existir un interès notable pels fòssils i la paleontologia. En aquesta època, i tal com es dedueix dels comentaris inclosos en les excursions del canonge maonès Francesc Cardona i Orfila realitzades entre 1878 i 1881 (BARBER, 1996), molts de fòssils (inclosos els bogamarins) es recollien fàcilment a la superfície de les terres de conreu, on els exemplars encara eren abundants.

De llavors ençà, molts dels jaciments paleontològics "clàssics" de les Balears estan pràcticament esgotats. Al ser més inaccessibles, els jaciments situats a l'interior de coves han conservat, més o menys inalterada, la seva riquesa paleontològica. Per les seves especials característiques, les coves inundades encara conserven els fòssils en un estat prísti. En aquest sentit, és possible trobar-hi exemplars molt interessants que, degut a l'acció erosiva o antròpica, s'han perdut de forma irremediable en altres jaciments.

A les coves de Mallorca s'han citat alguns bogamarins fòssils en galeries i sales actualment en condicions vadoses. A la cova des Pas de Vallgornera s'ha citat el gènere *Clypeaster* Lamarck, 1801, on fins i tot es parla d'un sector i galeria dels Clypeasters a causa de la seva abundància (MERINO et al., 2007). En aquesta cavitat, a més d'aquest gènere, també s'han documentat altres bogamarins (MERINO, 2023). A la cova de sa Balma des Quartó, BERMEJO et al. (2014) fan referència a l'abundància del gènere *Clypeaster* i altres bogamarins fòssils indeterminats. En altres coves només es fa menció, d'una forma molt genèrica als fòssils de bogamarins, únicament indicant que són abundants, com és el cas de la cova Genovesa (GRÀCIA, 2015), en aquest cas, en galeries sotaiguades. Les coves del Drac (GRÀCIA, 2015) també presenten algunes zones amb equinoderms.

Aquest treball és el primer, dins jaciments càrstics del miocè superior, on es profunditza en l'estudi d'aquests invertebrats fòssils.

Descripció geològica

La cova dels Ases (Felanitx) i la cova des Serral (Manacor) estan situades a la marina de Llevant, caracteritzada des d'un punt de vista geomorfològic, per conformar una plataforma tabular post-orogènica formada per roques carbonàtiques del miocè superior i que, a la línia de costa, es caracteritzen per formar penya-segats força verticalitzats. Aquestes s'adossen als relleus estructurats formats, principalment, per les roques mesozoiques que conformen els relleus de les serres de Llevant i que són considerats com el basament pre-miocè. Aquesta plataforma tabular post-orogènica està constituïda per una seqüència que va del tortoní al messinià i està formada, en la seva majoria per calcarenites, calcàries oolítiques i estromatolítiques així com calcàries esculloses representades per diversos subambients. La seva naturalesa calcària la fa susceptible dels processos de carstificació. Cal afegir, en aquest cas, la seva localització litoral, la qual cosa implica tota una sèrie de processos relacionats amb la mescla d'aigües marines i meteòriques i una evolució condicionada per l'oscil·lació del nivell marí. Això fa que, a part dels processos de dissolució, hi intervenen tota una sèrie de reajustaments mecànics, relacionats amb els períodes en que les galeries romanen en condicions vadoses. Les davallades del nivell freàtic al llarg dels períodes freds, faciliten els processos de col·lapse de les voltes en perdre aquestes part de la sustentació.

La roca predominant on s'han localitzat els fòssils correspon, en línies generals, a calcisiltites ben cimentades amb presència de grans gruixats o molt gruixats (puntualment graves) amb una textura *packstone* (puntualment *floatstone/rudstone*). La composició és totalment bioclàstica formada en la seva major part per fragments de mol·luscs, principalment bivalves difícils de reconèixer pel grau de trencament de les valves, excepte algun ostreïd, plaques i pues d'equinoderms, abundants foraminífers (especialment textularíds), fragments d'algues vermelles i exemplars de diferents espècies d'equinoderms.

Aquestes calcisiltites s'haurien sedimentat en un medi d'aigües someres, de fàcies de lagoon, o ja en plataforma més oberta, un poc més profunda, relacionada amb un talús escullós distal. En qualsevol cas, el membre del gènere *Echinolampas* Gray, 1825 (gènere en el qual s'inclouen la majoria d'espècies descrites en aquest treball) es poden considerar bogamarins d'arena, en viure normalment enterrats en la sorra, en comptes de en substrats durs rocosos.

Corrosió diferencial dels fòssils

La corrosió causada per l'aigua, actual o pretèrita, especialment a la zona de mescla entre l'aigua dolça i l'aigua salada, pot produir la dissolució diferencial de la roca i els fòssils (Figura 1), arran de la qual els fòssils es fan més visibles o es desprenen,



Figura 1: Exemplars d'*Echinolampas* sp. dipositats en posició de vida, a blocs caiguts del sostre i basculats a la sala dels Bogamarins.

Els fòssils són visibles per l'acció de la corrosió diferencial.

La longitud dels exemplars és d'uns 10 cm (Foto: F. Gràcia).

Figure 1: Specimens of *Echinolampas* sp. in life position, located on blocks fallen from the ceiling and tipped in the Sala dels Bogamarins. The fossils protrude from the rock due to differential corrosion. The length of the specimens is about 10 cm (Photo: F. Gràcia).

incorporant-se al sediment del trespol (GRÀCIA, 2015). L'exploració realitzada en les tres darreres dècades de cavitats subaquàtiques de la plataforma miocènica del llevant i migjorn de Mallorca ha permès el descobriment de jaciments de vertebrats i invertebrats pre-messinians (del miocè superior), tals com la cova de Cala Varques B (GRÀCIA et al., 2000), la cova des Coll (GRÀCIA et al., 2005), el sistema Pirata-Pont-Piqueta (GRÀCIA et al., 2006, 2019) i les coves del Drac (GRÀCIA et al., 2018). La corrosió diferencial en aquestes coves a tret a la llum restes de tortugues terrestres de gran mida (*Geochelone/Cheirogaster* sp.), així com restes de tortugues d'aigües salabroses (*Trionyx* sp.). També s'han localitzat grans ossos de cetacis. Les dents i vèrtebres de peixos són també relativament freqüents (GRÀCIA, 2015).

Els invertebrats marins (equinoderms, gasteròpodes i bivalves) són molt abundants i sobresurten en gran quantitat a la roca mare de moltes de les cavitats. A la cova des Pas de Vallgornera també s'han documentat, a més a més de la presència d'abundant fauna invertebrada i vertebrada, espectaculars bioturbacions de decàpodes (MERINO, 2023). A la roca matriu del pliocè i plistocè d'es Dolç també s'ha descrit abundant fauna invertebrada (GRÀCIA et al., 2014). Realment, la majoria de les coves subaquàtiques s'han de considerar jaciments paleontològics per l'elevada presència de restes fòssils.

Localització dels fòssils a les cavitats

Els exemplars fòssils es van trobar a galeries i sales sotaiguades de la cova dets Ases i un d'ells a la cova des Serral. S'han localitzat entre 20 i 30 m per davall la superfície exterior i a uns 2 a 8 m de fondària sota el nivell de la mar, fent servir les tècniques i equipament d'espeleologia subaquàtica (Figura 2). Les coves estan situades al llevant i migjorn de Mallorca, dins zona ANEI (àrea natural d'especial interès) i la cova dets Ases també posseeix la figura ZEC (zona d'especial conservació). La cova des Serral encara està en fase d'exploració i no hi ha una topografia per poder situar la zona on es va trobar l'exemplar.

Les cavitats corresponen a la tipologia de coves de la zona de mescla costanera i s'han generat a causa de l'agressivitat que es deriva de la mescla entre aigües continentals dolces i aigües marines, dins d'un context hidrogeològic d'elevada permeabilitat per mor d'una important porositat primària (GINÉS & GINÉS, 1992, 2007; GINÉS, 2000b). Aquestes coves litorals consten de dues tipologies molt diferents. Per una banda, galeries poc evolucionades, amb abundants morfologies de corrosió, generades en condicions freàtiques les quals es troben, en general, sota el nivell de la mar. Per altra banda, sales i galeries on predominen els blocs caiguts de sostres i parets, les quals, en ocasions, sobresurten de l'aigua

a causa de l'ascensió del sostre en produir-se els esfondraments zenitals. Són les anomenades sales d'esfondrament (GINÉS, 2000a). Les entrades terrestres s'obrenen a conseqüència d'aquests processos clàstics, en arribar a esfondrar-se la volta de les sales i connectar amb la superfície del terreny. La cova dets Ases presenta també una entrada submarina, la qual permet incloure la cavitat dins les captures càrstico-marines de la plataforma miocènica (GINÉS & GINÉS, 2009, 2011). Algunes de les grans acumulacions de blocs caiguts es troben cimentats per recobriments litoquímics formant colades estalagmítiques i altres espeleotemes, però en ocasions aquests recobriments també es veuen afectats per la corrosió de les aigües, arribant a dissoldre's total o parcialment, deixant veure la roca matriu.



Figura 2: Progressió amb material i tècniques d'espeleologia subaquàtica per la cova dets Ases. S'han localitzat els fòssils entre uns 20 m i 28 m per davall de la superfície exterior i entre 2 m i 8 m de fondària sota el nivell freàtic (Foto: M. A. Perelló).

Figure 2: Progression with equipment and techniques of underwater speleology through Cova dets Ases. The fossils have been located between 20 m and 28 m from surface and between 2 m and 8 m below the water table (Photo: M. A. Perelló).

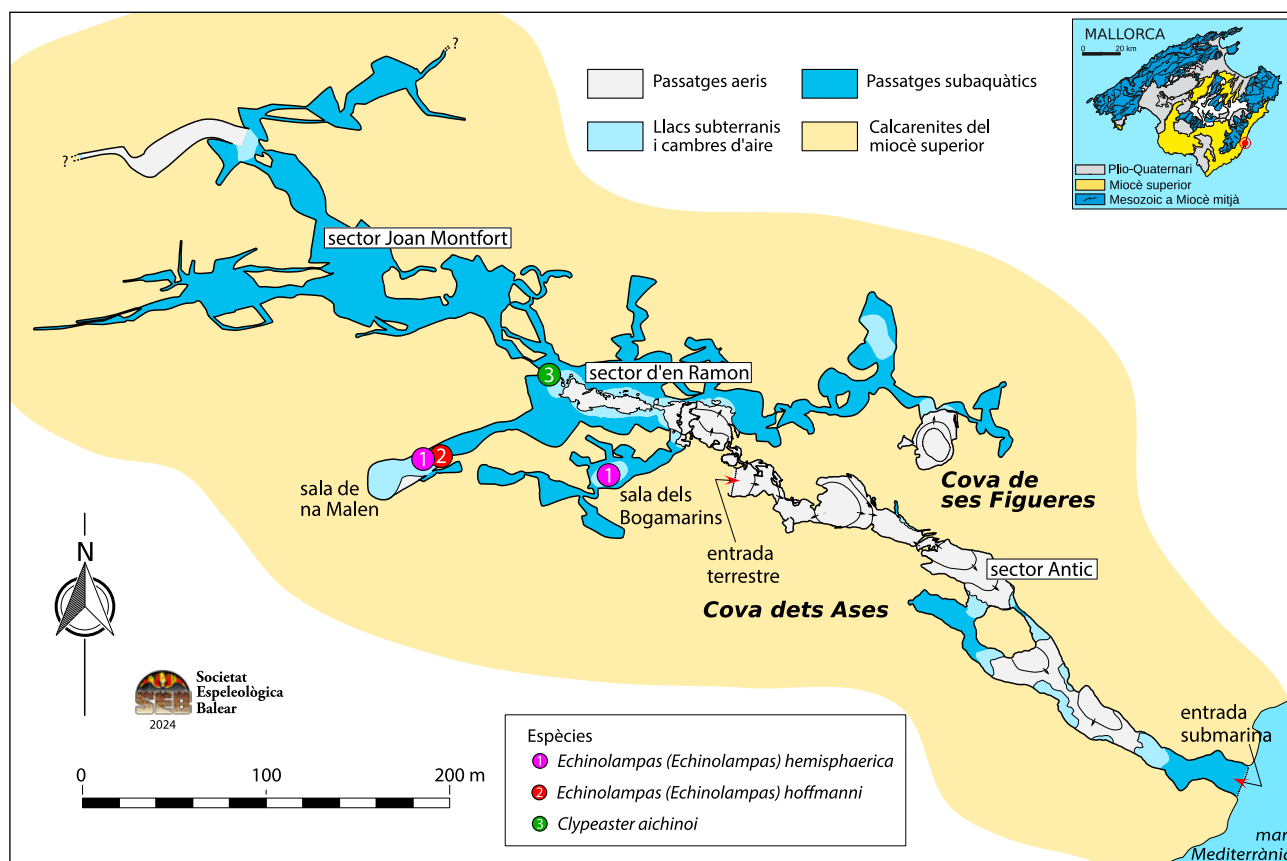


Figura 3: Localització de les espècies descrites a la cova dets Ases. 1) *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica*; 2) *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni*; 3) *Clypeaster aichinoi*.
 Figure 3: Location of the species described in Cova dets Ases. 1) *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica*; 2) *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni*; 3) *Clypeaster aichinoi*.

Tots els fòssils estudiats en aquest treball s'han trobat a zones sotaiguades, parcialment inclosos en la roca matriu o solts a zones d'esfondrament, entre blocs i roques despreses. Alguns exemplars no s'han intentat extreure a causa de la seva fragilitat. La sala dels Bogamarins (Figura 3) porta aquest nom degut a l'abundància d'aquest tipus de fòssils.

Metodologia de treball

A l'hora de retirar la roca matriu dels fòssils s'han utilitzat mètodes exclusivament mecànics (martell, escarpres i freses giratòries). Abans de retirar la roca matriu dels exemplars més fràgils, s'han consolidat, utilitzant una solució de Paraloid B-72 en acetona en una concentració del 10%, aplicat amb pinzell o xeringa.

Per comptabilitzar el nombre de tubercles, de la superfície dels bogamarins, s'ha utilitzat un marc de paper mil·limetrat de 10 x 10 mm. Dels tubercles situats a l'interior del quadrat, just en el marge del marc de paper, tan sols s'han comptabilitzat aquells en els quals era visible, com a mínim, la meitat de la seva circumferència. La xifra referent a la densitat dels tubercles (nombre de tubercles/cm²) s'ha de considerar orientativa, al mesurar-se en cada cas en posicions no equivalents, en funció de l'estat de conservació de la superfície de cada un dels exemplars. Les mides s'han pres utilitzant un calibrador digital amb un marge d'error de $\pm 0,01$ mm. Les seccions transversals de les closques s'han dibuixat utilitzant un mesurador de perfils o "pinta de siluetes" de 20 cm de llarg. Els exemplars descrits es conserven en les col·leccions de Societat d'Història Natural de les Balears (MNIB-SHNB: acrònim del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears-Societat d'Història Natural de les Balears, Palma de Mallorca) i en la col·lecció paleontològica d'en Josep (Bep) Quintana (Ciutadella de Menorca)(CBQ).

Sistemàtica

Filum	ECHINODERMATA Klein, 1734
Classe	ECHINOIDEA Leske, 1778
Subclasse	EUECHINOIDEA Bronn, 1860
Ordre	ECHINOLAMPOIDA Kroh & Smith, 2010
Família	ECHINOLAMPADIDAE Gray, 1851
Gènere	ECHINOLAMPAS Gray, 1825
Subgènere	ECHINOLAMPAS Gray, 1825

Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni Desor in Agassiz et Desor, 1847

Material

Un exemplar complet, molt ben conservat (CBQ-4304) procedent de la cova dels Ases (Felanitx, Mallorca) (Figura 4A-D).

Localització topogràfica

Sala de na Malen

Descripció

L'exemplar estudiat té una longitud de 94 mm, una amplada de 89,7 mm i una alçada de 40,1 mm. Vista per la cara aboral, la closca mostra un perfil subcircular. El sistema apical és monobasal amb quatre gonòporus i ocupa una posició central. L'exemplar estudiat està tan ben conservat que inclús és possible observar tres dels porus oculars. Pètals lleugerament elevats, molt evidents, amb les columnes dels porus exteriors i interiors amb longituds diferents. Aquesta diferència és petita en els pètals III, I i IV i més evident en els pètals IV i II. Superfície adoral lleugerament enfonsada en les proximitats del peristoma. Aquest té un contorn pentagonal, deprimit en sentit antero-posterior (longitud: 5,7 mm; amplada: 9,3 mm) i lleugerament desplaçat cap al marge anterior. Filodes petaloideus, no gaire desenvolupats, amb un número relativament escàs de porus. Periprocte no elevat, de forma lenticular, lleugerament més gran que el peristoma (longitud: 6,3 mm; amplada: 11,6 mm), situat molt a prop del marge posterior. Tubercles escrobiculats. Els de la superfície aboral són molt petits (diàmetre: 0,5 mm) i densos (202/cm²), mentre que en la superfície adoral són lleugerament més grans (diàmetre: 0,6 mm) i no tan densos (139/cm²). En aquest cas, la mida dels tubercles va augmentant des del marge fins al peristoma, on assoleixen el seu major diàmetre.

Comentaris

Vist des de la cara aboral, *E. (E.) hoffmanni* es diferencia de *E. (E.) hemisphaerica* per un perfil proporcionalment més estret. En termes generals, l'àmbit de la cara aboral de *E. (E.) hoffmanni* és més convexa que la de *E. (E.) hemisphaerica*, mentre que

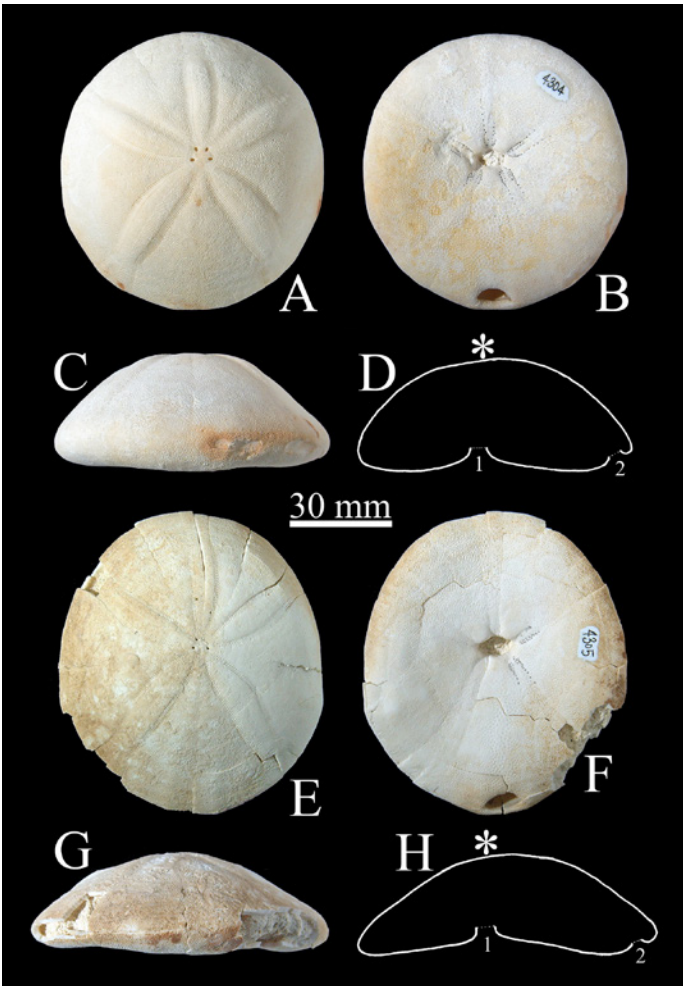


Figura 4: *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni* (A-D) i *Echinolampas (Echinolampas) algirus* (E-H) en vista aboral (A, E), adoral (B, F), lateral (C, G) i en secció transversal antero-posterior (D, H). La posició del sistema apical ve indicada per un asterisc (*), la del peristoma pel número 1 i la del periprocte pel número 2 (Foto: J. Quintana).

Figure 4: *Echinolampas (Echinolampas) hoffmanni* (A-D) and *Echinolampas (Echinolampas) algirus* (E-H) in aboral (A, E), adoral (B, F), lateral (C, G) view and in antero-posterior cross-section (D, H). The position of the apical system is indicated by an asterisk (*), that of the peristome by #1 and that of the periprocte by #2 (Photo: J. Quintana).

la zona al voltant del periprocte mostra un perfil lleugerament més aplanat en *E. (E.) hemisphaerica*. En canvi, la superfície adoral al voltant del peristoma de *E. (E.) hoffmanni* està proporcionalment menys enfonsada.

ROMAN (1965) cita *E. (E.) hoffmanni* en el pliocè de Pianosa (Italia), Oran (Algeria), Tunísia i en el Cap Juby (Marroc), així com en el pliocè i el sicilià (plistocè mitjà-superior) de Sicília. SANTOLAYA & SILLERO (1995) i LÓPEZ & SILLERO (2005) indiquen la presència d'aquesta espècie a la serra de Santa Pola (Alacant). SAURA-VILAR & GARCÍA-VIVES (2014) la citen en el zanclià, pliocè inferior de Carboneras (Almeria) i en el pliocè superior de l'illa de Rodas (Grècia). Segons SANTOLAYA & SILLERO (1995), *E. (E.) hoffmanni* apareix en el pliocè superior, assoleix el seu apogeu durant el sicilià i s'extingeix durant el tirrenià (plistocè superior). Aquesta espècie és, per tant, el darrer representant del gènere *Echinolampas* en la mar Mediterrània. L'exemplar trobat a la cova dels Ases correspon al primer registre d'aquesta espècie en el miocè superior de la conca mediterrània.

Echinolampas (Echinolampas) algerius Pomel, 1887

Material

Un exemplar procedent de la cova des Serral (Manacor, Mallorca), amb número de registre CBQ-4305 (Figura 4E-H).

Descripció

L'exemplar estudiat té un contorn ovalat, amb una longitud de 95,1 mm, una amplada de 82,9 mm i una alçada de 29,6 mm. Els pètals a penes sobresurten en relació a la superfície aboral. Les columnes dels porus exteriors i interiors tenen una longitud semblant en els pètals III, I i V, mentre que en els pètals II i IV la diferència entre les columnes és bastant marcada. Sistema apical monobasal, amb quatre gonòporus. El sistema apical i el peristoma es troben lleugerament desplaçats cap al marge anterior. Tubercles escrobiculats. En la superfície aboral els tubercles són molt petits (diàmetre: 0,4 mm) i molt densos (258/cm²). En la cara adoral tenen un diàmetre similar (diàmetre: 0,36 mm) i una densitat més baixa (159/cm²). Vist lateralment, el perfil de la closca forma un arc de curvatura suau i molt homogènia. La superfície adoral mostra un enfonsament bastant marcat cap el peristoma. Aquest és més ample que llarg (longitud: 6,3 mm; amplada: 10,6 mm). Filodes petaloideus, poc desenvolupats, amb un número relativament escàs de porus (en l'exemplar estudiat només és possible apreciar els porus en dos dels filodes). Periprocte amb una mida semblant a la del peristoma, elevat, més ample que llarg (longitud: 5,1 mm; amplada: 12,3 mm), de forma lenticular i situat molt a prop del marge posterior.

Comentaris

E. (E.) algerius es una especie de mida relativament gran, amb un contorn ovalat allargat, caracteritzat per una closca proporcionalment baixa, més llarga que ampla. ROMAN (1965) indica la presència de *E. (E.) algerius* en el pliocè d'Algèria i Perpinyà (França). El present treball representa la primera indicació d'aquesta espècie en el miocè superior de les Illes Balears i de la conca mediterrània.

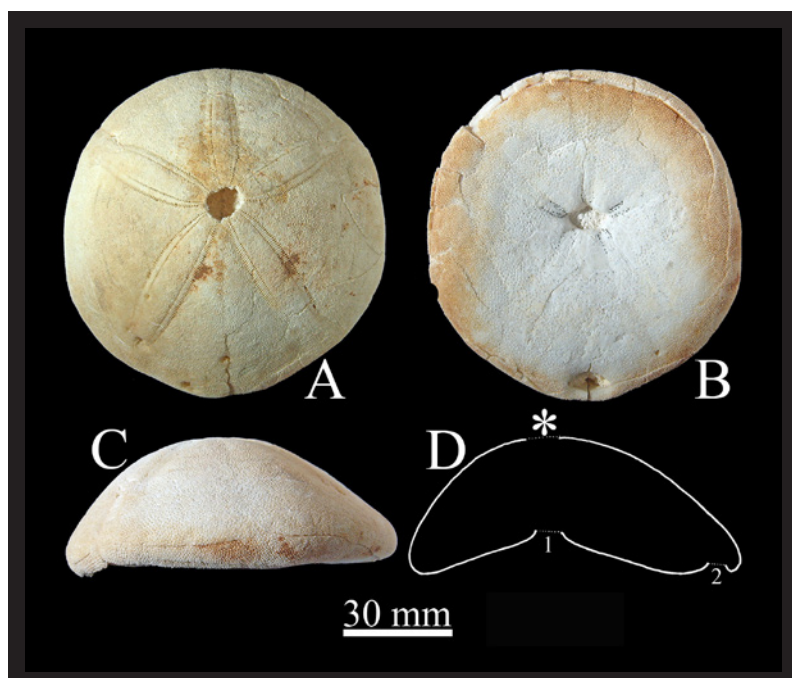


Figura 5: *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (A-D) en vista aboral (A), adoral (B), lateral (C) i en secció transversal antero-posterior (D). La posició del sistema apical ve indicada per un asterisc (*), la del peristoma pel número 1 i la del periprocte pel número 2 (Foto: J. Quintana).

Figure 5: *Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica* (A-D) in aboral (A), adoral (B), lateral (C) and antero-posterior cross-section (D) views. The position of the apical system is indicated by an asterisk (*), that of the peristome by #1 and that of the periprocte by #2 (Photo: J. Quintana).

Echinolampas (Echinolampas) hemisphaerica (Lamarck, 1816)**Material**

Quatre exemplars procedents de la cova dets Ases (Felanitx, Mallorca), amb número de registre MNIB-SHNB-100, MNIB-SHNB-101, MNIB-SHNB-102 i MNIB-SHNB-103 (Figura 5).

Localització topogràfica

Molt abundant, s'ha localitzat a la sala de na Malen i a la sala dels Bogamarins.

Descripció

Vist per la cara aboral mostra un perfil subcircular. El sistema apical és monobasal amb quatre gonòporus i ocupa una posició lleugerament excèntrica al quedar més proper al marge anterior. Lateralment, la closca forma un arc amb una curvatura molt constant des del marge anterior fins al sistema apical, des d'on la curvatura és lleugerament més suau fins a arribar al marge posterior. A la cara aboral, els pètals estan ben desenvolupats, oberts a l'extrem distal, molt lleugerament elevats en relació a la superfície aboral. Les columnes dels porus interiors i exteriors tenen longitud diferent en els ambulacres II-IV i I-V. Les diferències en les longituds són, emperò, petites. En l'ambulacre III les longituds són les mateixes. Tubercles escrobiculats, molt petits i densos en la cara aboral (205-177/cm²; diàmetre: 0,47-0,58 mm) i més grans (diàmetre: 0,50-0,75 mm) i poc densos (108-148/cm²) en la superfície adoral. Peristoma enfonsat, de forma pentagonal, comprimit en sentit antero-posterior (longitud: 7,5 mm; amplada: 12,4 mm), desplaçat cap al marge anterior, situat en l'àrea central, deprimida, de la cara adoral. Filodes no gaire desenvolupats, amb un nombre relativament escàs de porus. Periprocte de forma lenticular, més ample que llarg (longitud: 6,3 mm; amplada: 13,93 mm), situat molt a prop del marge posterior, lleugerament enfonsat. El peristoma i el periprocte tenen mides semblants.

Comentaris

El sistema apical falta en un dels exemplars (MNIBSHNB-101). Les mides de tres dels exemplars (Taula 1) han estat comparades amb les que apareixen en les gràfiques bivariants de PEREIRA (2010). En la gràfica en la qual es representa la relació de l'amplada/longitud enfront de la longitud, la posició d'un dels exemplars (MNIB-SHNB-100) resulta ambigua, al situar-se en la zona de solapament entre *Echinolampas (Echinolampas) barcinensis* Lambert, 1907 i *E. (E.) hemisphaerica*. En canvi, en la gràfica en la qual es compara la relació de l'alçada/longitud enfront de la longitud, aquest exemplar queda situat en la zona definida per *E. (E.) hemisphaerica*, al presentar una relació de l'alçada/longitud major que *E. (E.) barcinensis*.

E. (E.) hemisphaerica està amplament distribuïda en el miocè de tota la conca mediterrània. A les Illes Balears, la presència de *E. (E.) hemisphaerica* ha estat senyalada a Menorca per HERMITE (1879) (Santa Ponça, Ferreries), OBRADOR (1972-1973) (Cala Galdana [Ferreries] i en el Cap d'en Font [Sant Lluís]) i QUINTANA (2022) (port de Ciutadella de Menorca i cala Turqueta [Ciutadella de Menorca]). ROMAN (1965) indica la presència de *E. (E.) hemisphaerica* en el burdigalià (miocè inferior) de Còrcega; en el miocè inferior-mitjà de Portugal, Itàlia continental i Líbia; en el miocè inferior-superior de França continental, Algèria occidental, Viena i Egipte; en el miocè mitjà de Sardenya i oest d'Ucraïna, en el miocè superior d'Hongria i Romania i en el miocè inferior, mitjà i superior de Turquia. És també present a Malta (*Upper limestone*) (WRIGHT & ADAMS, 1864), en el messinià de Melilla (LACHKHEM & ROMAN, 1995), en el miocè mitjà de Bosnia-Herzegovina (MITROVIC-PETROVIC, 1969) i en el miocè mitjà d'Eslovènia (MAJCEN et al., 1997).

Ordre	CLYPEASTEROIDA L. Agassiz, 1835
Família	CLYPEASTERIDAE L. Agassiz, 1835
Gènere	CLYPEASTER Lamarck, 1801

Clypeaster aichinoi Checchia-Rispoli, 1925**Material**

Un exemplar complet i ben conservat, parcialment inclòs en la roca matriu, procedent de la cova dets Ases (Felanitx, Mallorca), amb número de registre MNIB-SHNB-104 (Figura 6).

Localització topogràfica

Al rost sotaiguat del final del sector d'en Ramón, a la zona NW.

Descripció

En l'exemplar estudiat, la longitud màxima antero-posterior (143,4 mm) és major que la longitud màxima transversal (137,9 mm). L'alçada màxima és de 52,6 mm. Vist per la cara aboral, mostra un contorn subpentagonal molt arrodonit i poc sinuós. Els pètals són poc prominents i estan oberts en l'extrem distal. En sentit longitudinal formen un arc molt suau, mentre que en sentit transversal són pràcticament plans. Les zones poríferes es troben lleugerament enfonsades. Vista lateralment, la cara aboral mostra un perfil pràcticament semicircular, amb la zona de l'àpex lleugerament més cònic. El periprocte es troba lleugerament desplaçat cap a la meitat posterior. En l'exemplar només és possible observar una petita zona marginal de la superfície adoral situada a l'alçada de la zona interambulacral 3. Aquí, la superfície adoral és plana i forma, en relació a la superfície aboral, un angle de 55°.

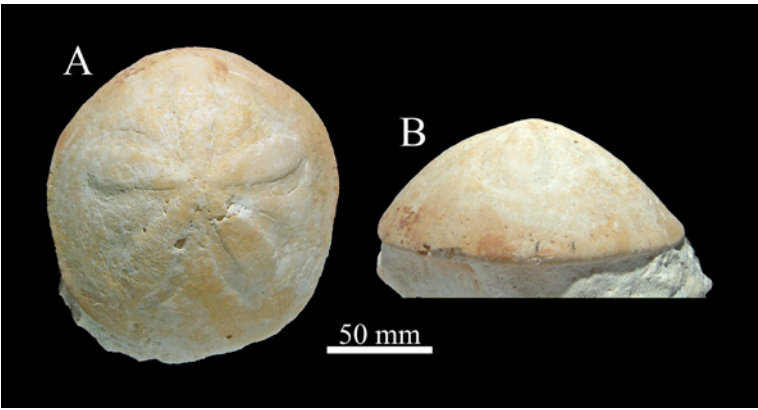


Figura 6: *Clypeaster aichinoi* en vista aboral (A) i lateral (B) (Foto: J. Quintana).
Figure 6: *Clypeaster aichinoi* in aboral (A) and lateral (B) views (Photo: J. Quintana).

Taxon	Font	n	Màx.-mín.	Mitjana	SD
Longitud (mm)					
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Checchia-Rispoli (1907)	11	96-69	84,5	7,6
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Dades pròpies	1	-	94	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Pomel (1887)	1	-	84	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Dades pròpies	1	-	95,1	-
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Pereira (2010)	15	115-58	92	16,7
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Dades pròpies	3	106,2-93,7	101,7	6,9
Amplada (mm)					
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Checchia-Rispoli (1907)	11	91-67	82,6	7,6
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Dades pròpies	1	-	89,7	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Pomel (1887)	1	-	82	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Dades pròpies	1	-	82,9	-
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Pereira (2010)	13	105-55	87,9	16,7
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Dades pròpies	3	102,1-91,3	97,3	5,5
Alçada (mm)					
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Checchia-Rispoli (1907)	11	43-30	37,4	4,2
<i>E. (E.) hoffmanni</i>	Dades pròpies	1	-	40,1	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Pomel (1887)	1	-	30	-
<i>E. (E.) algirus</i>	Dades pròpies	1	-	29,6	-
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Pereira (2010)	12	43,3-27,2	37,8	5,6
<i>E. (E.) hemisphaerica</i>	Dades pròpies	3	47,4-40,1	44,7	4,0

Taula 1: Mides de *Echinolampas* spp. de Mallorca comparades amb les d'altres localitats a partir de diferents fonts bibliogràfiques.
n: número d'individus; SD: desviació estàndard.
Table 1: Sizes of *Echinolampas* spp. of Mallorca compared with those of other localities based on different bibliographic sources.
n: number of individuals; SD: standard deviation.

Comentaris

C. aichinoi es caracteritza per una closca amb forma de barret, amb la base amb un perfil subpentagonal molt arrodonit i molt poc sinuós. En estar parcialment inclòs en la roca matriu no s'han pogut observar les característiques de la superfície adoral, el periprocte i el peristoma. En termes generals, es pot dir que les proporcions de l'exemplar estudiat són coincidents amb els exemplars descrits per CHECCHIA-RISPOLI (1907) i BAJO CAMPOS (2002). *C. aichinoi* va ser originalment descrit en els sediments tortonians de Belcastro (Calàbria, Itàlia), mentre que la citació de BAJO CAMPOS (2002) correspon al tortonià de Sevilla. Aquesta és la primera citació de *C. aichinoi* en el miocè de les Illes Balears.

Conclusions

Per les seves especials característiques, les coves inundades de Mallorca representen un ambient pràcticament inaccessible i per tant, lliure d'influències antròpiques, raó per la qual s'ha mantingut pràcticament inalterada la seva riquesa paleontològica. En aquest context, el principal agent erosiu és la corrosió diferencial, gràcies a la qual s'han pogut recuperar i estudiar quatre espècies de bogamarins irregulars del miocè superior: *E. (E.) hoffmanni*, *E. (E.) algirus*, *E. (E.) hemisphaerica* i *C. aichinoi*. Els fòssils procedeixen de la cova dels Ases (Felanitx), excepte *E. (E.) algirus* que ha estat trobat a la cova des Serral (Manacor). Els exemplars s'han recuperat entre els 20 i els 30 m per davall la superfície exterior i a uns 2 a 8 m de fondària sota el nivell freàtic, entre blocs procedents de parets i sostres.

S'ha de remarcar que el descobriment de *E. (E.) hoffmanni* i *E. (E.) algirus*, constitueix el primer registre en el miocè de la conca Mediterrània, ja que fins ara es consideraven com a dues espècies pliocèniques. L'espècie *C. aichinoi* suposa la primera citació en el miocè superior de les illes Balears.

Agraïments

Dedicam aquest treball al Dr. Àngel Ginés, gran espeleòleg i carstòleg, pilar fonamental de l'espeleologia científica de les Balears.

Els autors volen expressar el més sincer agraïment a les següents persones i institucions, sense les quals no hauria estat possible la realització d'aquest treball. En Guillem X. Pons i Buades (Universitat de les Illes Balears) i el Servei de Documentació i Préstec Interbibliotecari de la UIB, per l'enviament de referències bibliogràfiques relacionades amb els equínids miocens de la conca mediterrània. En Guillem Pons i na Muns Anglada (Museu de Menorca, Maó) van fer arribar alguns dels equínids de Mallorca a un dels autors (JQ).

També volem agrair a Miquel Àngel Perelló per la troballa d'alguns dels exemplars estudiats.

El present treball forma part del projecte finançat per la Agència Estatal de Investigació (AEI), amb el número PID2020-112720GB-I00/.

Bibliografia

- BAJO CAMPOS, I. (2002): El género Clypeaster (Echinoidea, Clypeasteroidea) en el Mioceno superior de Villanueva del Río y Minas (Sevilla, SO de España). *Revista Española de Paleontología*, 17 (2): 177-188.
- BARBER, M. (1996): *Un mahonés ejemplar del siglo XIX. Biografía del Rdo. D. Francisco Cardona y Orfila, Pbro.* Tomo II: apéndices. Ediciones Nura, Menorca. 201 pp.
- BERMEJO, J.; MATEU, T.; LÓPEZ, B.; MINGUILLÓN, R.; HERRÁEZ, G. & VILLAR, A. (2014): Cova de sa Balma des Quartó (Manacor, Mallorca). *Endins*, 36: 59-64.
- CHECCHIA-RISPOLI, G. (1907): Gli echinidi viventi e fossili della Sicilia. Parte seconda. Gli echinidi del piano siciliano dei dintorni di Palermo. *Palaeontographia Italica*, 13: 200-231.
- GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1992): Las Caves del Drac (Manacor, Mallorca). Apuntes históricos y espeleogenéticos. *Endins*, 17-18: 5-20.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67.
- GINÉS, J. (2000b): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pp + 29 làms. Inèdita.

- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2009): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (2011): Classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. & VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 85-102.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del Llevant i Migjorn de Mallorca*. Tesis Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs. Inèdit.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B. & LAVERGNE, J.J. (2000): Les coves de cala Varques (Manacor, Mallorca). *Endins*, 23: 41-57.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; JAUME, D.; FORNÓS, J.J.; URIZ, M.J.; MARTÍN, D.; GIL, J.; GRÀCIA, P.; FEBRER, M. & PONS, G. (2005): La Cova des Coll (Felanitx, Mallorca): Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins*, 27: 141-186.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; FORNÓS, J.J.; JAUME, D. & FEBRER, M. (2006): El sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): Geomorfologia, espeleogènesi, hidrologia, sedimentologia i fauna. *Endins*, 29: 25-64.
- GRÀCIA, F.; GINARD, A.; VICENS, D. & GINÉS, J. (2009): Recull de les cavitats de major recorregut i major fondària de les Balears. *Endins*, 33: 139-152.
- GRÀCIA, F.; CLAMOR, B.; GAMUNDÍ, P.; CIRER, A.; FERNÁNDEZ, J.F.; FORNÓS, J.J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; URIZ, M. J.; MUNAR, S.; VICENS, D.; GINARD, A.; BETTON, N.; VIVES, M. A.; JAUME, D.; MAS, G.; PERELLÓ, M.A.; CARDONA, F. & TIMAR-GABOR, A. (2014): Es Dolç (Colònia de Sant Jordi, ses Salines, Mallorca): cavitat litoral amb influències hipogèniques a les eolianites quaternàries i materials del Pliocè. *Endins*, 36: 69-96.
- GRÀCIA, F.; MASCARÓ, G.; PÉREZ, J.; FERNÁNDEZ, J.F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; ANSALDI, D.; CLAMOR, B.; PERELLÓ, M. A.; VIVES, M. A.; GAMUNDÍ, P.; GRANELL, A.; BETTON, N.; BORNEMANN, D. & FRANGLEN, N. (2018): El Drac subaquàtic (Coves del Drac, Manacor, Mallorca). *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 117-139.
- GRÀCIA, F.; CIRER, A.; LÁZARO, J.C.; FERNÁNDEZ, J.F.; CLAMOR, B.; MASCARÓ, G.; ENSEÑAT, J.J.; FORNÓS, J.J. & PÉREZ, J. (2019): Sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): estat de la qüestió. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 2: 69-101.
- HERMITE, H. (1879): *Études géologiques sur les îles Baléares. Première partie: Majorque et Minorque*. 362 pp. + 5pls. Paris.
- LACHKHEM, H. & ROMAN, J. (1995): Les échinoïdes irréguliers (Néognathostomes et Spatangoides) du Messinien de Melilla (Maroc septentrional). *Annales de Paléontologie*, 81 (4): 247-278.
- LÓPEZ, J. & SILLERO, C. (2005): *Equínidos fósiles de la provincia de Alicante*. Memorias del Museo Paleontológico de Elche (MUPE). 254 pp.
- MAJCEN, T.; MIKUŽ, V. & POHAR, V. (1997): Okamine v Paleontoloski zbirki Laskoga Muzeja. *Geoloski Zbornik*, 13: 104-118.
- MERINO, A. (2023): *La natura amagada. La Cova des Pas de Vallgornera*. Editat per l'autor - Societat Espeleològica Balear. 160 pàgs. Palma.
- MERINO, A.; MULET, A.; MULET, G.; CROIX, A. & GRÀCIA, F. (2007): La Cova des Pas de Vallgornera: 40 kilòmetres de desenvolupament topografiat (Llucmajor, Mallorca). *Endins*, 31: 101-110.
- MITROVIC-PETROVIC, J. (1969): Les échinides miocènes du Miocène moyen dans la Bosnie septentrionale (La vallée de la Save en Bosnie). *Acta geologica*, 6: 1123-148.
- OBRADOR, A. (1972-1973): *Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca*. Talleres Gráficos Coll (Mahón, Menorca). 183 pp.
- PEREIRA, P. (2010): Echinoidea from the Neogene of Portugal mainland. *Palaeontos*, 18: 1-154.
- QUINTANA, J. (2022): Adiciones a la fauna equinológica del Mioceno superior de Menorca. (Illes Balears, Mediterráneo occidental). Familias Echinolampadidae y Pliolampadidae. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 65: 117-130.
- ROMAN, J. (1965): *Morphologie et évolution des echinolampas (echinides cassiduloïdes)*. Thèses présentées a la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, série A, n°4398. Paris.
- SANTOLAYA, J.M. & SILLERO, C. (1995): Guía ilustrada de los equinioideos fósiles de la provincia de Alicante (III). *Cidaris*, 4: 4-48.
- SAURA-VILLAR, M. & GARCÍA-VIVES, J.A. (2014): *Nomochirus 5. Neognathostomata II, Cassiduloidea, Echinolampadoidea*. Asociación Paleontológica y Mineralógica de Onda. 327 pp.
- WRIGHT, T. & ADAMS, A.L. (1864): On the fossil echinidae of Malta with additional notes on the Miocene beds of the island, and the stratigraphical distribution of the species therein. *Proceedings of the Geological Society. Postponed Papers*: 470-491.

