

# NEMUS

REVISTA DE L'ATENEU DE NATURA. NÚM. 12. 2022



Corriol menut (*Charadrius dubius*)





**Portada:** *Charadrius dubius* (Scipoli, 1786).

El corriol menut és una espècie limícola de distribució euroasiàtica. A l'hivern es desplaça al S del tròpic, encara que ocasionalment es poden observar alguns exemplars al S de Europa. En la península Ibèrica es troba àmpliament distribuïda encara que de forma discontinua. La seua presència depèn de zones obertes pròximes a l'aigua com a ribes de rius, graveres o saladars, normalment evita la costa. S'alimenta d'insectes i d'altres invertebrats que captura patrullant les seues zones d'alimentació, pot córrer a gran velocitat, molt vocal. Nidifica en el sòl en una zona escassament arreglada, en solitari o en xicotets grups oberts, monògam. Es mostra molt agressiu amb altres congèneres que s'acosten a la seua zona de cria o amb possibles depredadors. Les seues poblacions semblen estar en bon estat de conservació.

Foto: Miguel Tirado. Prat de Cabanes-Torreblanca, març 2022.

# NEMUS

REVISTA DE L'ATENEU DE NATURA

Publicació anual de l'Ateneu de Natura

Núm. 12. 2022

Data de publicació: agost 2022

Castelló de la Plana

Nemus ISSN: 1697-2694

ISSN versió digital: 2386-3803

# NEMUS

REVISTA DE L'ATENEU DE NATURA

## Director:

Enric Forner i Valls (Ateneu de Natura)

## Consell editorial:

Enric Forner i Valls (Ateneu de Natura)

Miguel Tirado Bernat (Grup Au d'Ornitologia)

Vicent Gual i Ortí (Ateneu de Natura)

Carl Nugent (Ateneu de Natura)

Vicent Bataller Grau (Ateneu de Natura)

## Consell assessor:

Juan Luis Arsuaga Ferreras (Universidad Complutense de Madrid)

José Luis Sanz García (Universidad Autónoma de Madrid)

Rosa Domènech i Arnal (Universitat de Barcelona)

Jordi Martinell i Callicó (Universitat de Barcelona)

Germán López Iborra (Universitat d'Alacant)

Eduardo Barrón López (Instituto Geológico y Minero de España)

Jaume Gallemí i Paulet (Museu de Geologia de Barcelona)

Carles Fabregat Lluca (Ateneu de Natura)

Antoni Aguilera i Palasí (Jardí Botànic de València, Universitat de València)

Telm Bover i Arnal (Universitat de Barcelona)

Llorenç Sáez Goñalons (Universitat Autònoma de Barcelona)

Josep Anton Moreno-Bedmar (Universidad Nacional Autónoma de México).

Jordi Cadevall i Solé (Associació Catalana de Malacologia; MCNB)

Maquetació i disseny: Miguel Tirado Bernat

Disseny portada: Enric Forner i Valls

Corrector lingüístic de català i castellà: Vicent Bataller Grau

Corrector lingüístic d'anglès: Carl Nugent

Corrector lingüístic de llatí: Rubén Josep Montañés Gómez (Universitat Jaume I)

Corrector lingüístic de gallec: Real Academia Galega

Corrector lingüístic d'euskera: Aranzadi Zientzia Elkartea

Correctora lingüística de francès: Marina López Martínez (Universitat Jaume I)

## Editors:

La revista Nemus ha estat editada per les següents associacions científiques:

Ateneu de Natura, Associació Grup Au d'Ornitologia i Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda.



## Objectius

La revista científica Nemus pretén difondre i promoure la investigació en les diverses branques de les Ciències Naturals. Pensada per a tècnics, estudiants i investigadors acollirà treballs d'investigació, de divulgació científica i orientació didàctica de tot arreu encara que també dedica especial atenció als articles científics i treballs de divulgació referits a les comarques de Castelló. En definitiva l'objectiu és acostar el coneixement científic i que siga accessible a la societat.

## Difusió

La revista ha optat pel sistema anomenat "Open Acces" és dir l'accés obert (lliure i gratuït) del seu contingut a internet. És per això que es troba disponible a les següents webs a l'abast de tothom:

Web Ateneu de Natura: <http://ateneudenatura.uji.es/>

Repositori UJI: <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/52340>

RACO (Revistes Catalanes amb Accés Obert): <http://www.raco.cat/index.php/Nemus>

Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=19975>

Latindex: <http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=24480>

### En la publicació del número 12 de Nemus han col·laborat:

**La Conselleria d'Educació, Cultura i Esport.** Generalitat Valenciana, mitjançant Resolució de 25 de febrer de 2022, del conseller d'Educació, Cultura i Esport, per la qual es convoquen subvencions per al foment del valencià per a les institucions, entitats i associacions sense finalitat lucrativa i per a les persones jurídiques públiques i privades que realitzen projectes singulars de foment del multilingüisme en l'àmbit social. (DOGV 9289, 02/03/2022).

**L'Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL),** mitjançant una subvenció emparada en l'acord de 4 de març del 2022 del Ple de l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (DOGV 9302, 21/03/2022), pel qual es convoquen ajudes al foment de l'ús del valencià en les revistes d'investigació.



Distribució i intercanvi a: Nemus. Ateneu de Natura c/ Sant Roc, 125 3r 5a 12004 Castelló de la Plana. correu electrònic: [ateneudenatura@gmail.com](mailto:ateneudenatura@gmail.com) Espai web: <http://ateneudenatura.uji.es>

Copyright 2022 de l'Ateneu de Natura. Tots els drets reservats. La reproducció total o parcial d'aquesta revista està prohibida sense el consentiment explícit per escrit de l'editor.

Nemus ISSN: 1697-2694. ISSN versió digital: 2386-3803

Publicat en agost de 2022

|  |     |
|--|-----|
| Nou registre de blocs de tsunamis a la costa rocosa de Binidalf (S de Menorca, illes Balears) .....  | 16  |
| José Ángel Martín-Prieto, Francesc Xavier Roig-Munar, Antonio Rodríguez-Perea & Bernadí Gelabert   |     |
| Primera cita de presència de blocs associats a esdeveniments extrems en la costa S de la illa Espanyola (República Dominicana) .....   | 24  |
| Francesc Xavier Roig-Munar, Pablo del Toro Piñero, Oliver Olivo Batista, Carla Garcia-Lozano, Juan José Urrang González, Bernadí Gelabert Ferrer & Antonio Rodríguez-Perea                                       |     |
| A paisaxe protexida dos Penedos de Pasarela e Traba (Costa da Morte, Galicia) .....  | 31  |
| Augusto Pérez-Alberti  |     |
| Pèrdua de sediment associada a la retirada de dipòsits de <i>Sargassum</i> spp. en les platges del Caribè .....  | 48  |
| Francesc Xavier Roig-Munar, Oliver Olivo Batista, Pablo del Toro Piñero, Antonio Rodríguez-Perea, Bernadí Gelabert Ferrer & Carla Garcia-Lozano  |     |
| Catàleg actualitzat i claus d'identificació de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (Barcelona) .....   | 64  |
| Àngel Manuel Hernández Cardona   |     |
| Una nova varietat de <i>Juniperus phoenicea</i> (Cupressaceae) per a Castelló i Tarragona .....  | 87  |
| P. Pablo Ferrer-Gallego, Emilio Laguna, Roberto Roselló, Romà Senar & Juan B. Peris  |     |
| <i>Teucrio roselloi-Hypericum ericoides</i> ass. nov. ( <i>Hypericum ericoides</i> ), nova associació setabença saxícola de la serra de les Raboses (Cullera, València, Espanya) .....                           | 99  |
| Albert Guillén, Roberto Roselló, P. Pablo Ferrer-Gallego & Juan B. Peris   |     |
| Una nova associació ruderal-nitròfila, <i>Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti</i> ass. nov. ( <i>Chenopodium muralis</i> ), per a la plana quaternària valenciana (València, Espanya) .....                     | 104 |
| Juan R. Vázquez, Albert Guillén, Roberto Roselló, P. Pablo Ferrer-Gallego & Juan B. Peris  |     |
| Estructura i dinàmica del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i comparació amb savinars de l'illa de Mallorca .....  | 111 |
| Josep Pintó, Francesc X. Roig-Munar, Carla Garcia-Lozano & Diego Varga   |     |
| Note sur des crustacés décapodes du Rupélien de Gaas (Landes, France) avec description d'un nouveau crabe (Brachyura: Leucosiidae) .....   | 122 |
| Alain Cluzaud & Àlex Ossó  |     |
| Descripció de <i>Testacella lidenbrocki</i> sp. nov. (Gastropoda: Testacellidae, grupo scutulium), una nova espècie de distribució gimnèsica .....   | 137 |
| Josep Quintana Cardona   |     |
| Una nova espècie del gènere <i>Corbicula</i> (Bivalvia: Cyrenidae) present en el baix Ebro .....   | 148 |
| Joaquín López-Soriano & Sergio Quiñero-Salgado   |     |
| A new genus and new species of valvatiform Hydrobiidae for the North-East Iberian Peninsula .....  | 160 |
| Joaquín López-Soriano, Sergio Quiñero-Salgado, Álvaro Alonso Suárez, Emilio Rolán & Peter Glöer  |     |
| Nomenclature of Helicidae (Gastropoda: Pulmonata) endemic to the Balearics .....   | 168 |
| Cristian R. Altaba   |     |
| Evidències primerenques del gènere <i>Iberellus</i> Hesse, 1908 (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) al Pliocè inferior de Mallorca, amb descripció d' <i>Iberellus colladoi</i> sp. nov. .... | 187 |
| Josep Juárez-Ruiz & Cristian R. Altaba   |     |
| <i>Catopygus vilari</i> sp. nov. (Echinoidea) de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat .....   | 194 |
| Enric Forner i Valls   |     |
| <i>Acriaster arensis</i> sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloida) del Barremià d'Ares del Maestrat .....  | 208 |
| Enric Forner i Valls, Manuel Saura Vilar, Juli Bayot García & Emili Gombau i Valanzuela  |     |
| Parasitisme en equinoïdeus de l'Albià (Cretaci Inferior) de la serralada Ibèrica .....   | 221 |
| Enric Forner, Rosa Domènech & Jordi Martinell  |     |
| Bioerosió en mol·luscs pleistocens de la plataforma marina catalana .....  | 237 |
| Jordi Martinell & Rosa Domènech  |     |
| Patrons de distribució i diversitat de l'avifauna a la Plana de Castelló (E de la península Ibèrica) .....   | 262 |
| Miguel Tirado  |     |



|   |     |
|---|-----|
| Las Salinas de Jaraguas, una zona de gran interès naturalístic .....  | 278 |
| P. Pablo Ferrer-Gallego, Javier Fabado, Iván Moya & Raúl Ferrer-Gallego   |     |
| Primer registre de <i>Sinotaia quadrata</i> (Benson, 1842) (Gastropoda: Viviparidae) al País Valencià .....                 | 281 |
| Sergio Quiñonero-Salgado, Jesús Hernández Núñez de Arenas & Joaquín López-Soriano   |     |
| Primera troballa del caragol aquàtic <i>Pomacea diffusa</i> Blume, 1957 (Gastropoda: Ampullariidae) al País Valencià .....  | 284 |
| Jesús Hernández Núñez de Arenas, Jesús Villaplana, Sergio Quiñonero-Salgado & Joaquín López-Soriano                         |     |
| Primer registre de <i>Cerithium scabridum</i> Philippi, 1848 (Gastropoda) a Vinaròs (el Baix Maestrat).....                 | 288 |
| Enric Forner i Valls & Emma Forner-Vallès i Forner  |     |
| <i>Maestratina royo</i> (Echinoidea) en el Aptiense inferior de la cuenca Vasco-Cantàbrica.....                             | 292 |
| Carlos García González  |     |
| <i>Washitaster delgadoi</i> (Echinoidea) a l'Albià de Cabanes de l'Arc (subconca de la Salzedella).....                     | 299 |
| Dori Navarro, Javier Segura, Ximo Segura & Enric Forner   |     |
| Nuevo registro de <i>Leptosalenia barredai</i> (Echinoidea), del Albiense de Comillas (cuenca Vasco-Cantàbrica) .....       | 306 |
| Carlos Hoyal Pedrajo  |     |
| Paleontologia de proximitat: <i>Leptosalenia barredai</i> (Echinoidea: Saleniidae) a l'Albià de la ciutat de Tarragona..... | 310 |
| Àlex Ossó, David Albalat & Enric Forner   |     |
| Documentació d'un peix del Miocè inferior d'Esporles (Mallorca, illes Balears, Mediterrània occidental) .....               | 318 |
| Rafel Matamales-Andreu  |     |
| Primera cita de <i>Latibulus orientalis</i> Horstmann 1987 en Europa continental (Hymenoptera: Ichneumonidae) .....         | 322 |
| Jorge Herrero Hernán, Joan Díaz-Calafat, Leopoldo Castro & Carlos del Pico Pons   |     |
| Ressenyes bibliogràfiques .....   | 326 |
| Normes de publicació .....  | 336 |

## Lo pi de Formentor

Mon cor estima un arbre! Més vell que l'olivera,  
més poderós que el roure, més verd que el taronger,  
conserva de ses fulles l'eterna primavera,  
i lluita amb les ventades que assalten la ribera,  
com un gegant guerrer.

No guaita per ses fulles la flor enamorada,  
no va la fontanella ses ombres a besar;  
mes Déu unguí d'aroma sa testa consagrada  
i li donà per terra l'esquerpa serralada,  
per font la immensa mar.

Quan lluny, damunt les ones, renaix la llum divina,  
no canta per ses branques l'ocell que encativam;  
el crit sublim escolta de l'àguila marina,  
o del voltor que puja sent l'ala gegantina  
remoure son fullam.

Del llim d'aquesta terra sa vida no sustenta;  
revincla per les roques sa poderosa rel;  
té pluges i rosades i vents i llum ardenta;  
i, com un vell profeta, rep vida i s'alimenta  
de les amors del cel.

Arbre sublim! Del geni n'és ell la viva imatge:  
domina les muntanyes i aguaita l'infinít;  
per ell la terra és dura, mes besa son ramatge  
el cel que l'enamora, i té el llamp i l'oratge  
per glòria i per delit.

Oh, sí, que quan a lloure bramulen les ventades  
i sembla entre l'escuma que tombi el seu penyal,  
llavors ell riu i canta més fort que les onades  
i, vencedor, espolsa damunt les nuvolades  
sa cabellera real.

Arbre, mon cor t'enveja. Sobre la terra impura,  
com a penyora santa duré jo el teu record.  
Lluitar constant i vèncer, regnar sobre l'altura  
i alimentar-se i viure de cel i de llum pura ...  
O vida, o noble sort!

Amunt, ànima forta! Traspassa la boirada  
i arrela dins l'altura com l'arbre dels penyals.  
Veuràs caure a tes plantes la mar del món irada,  
i tes cançons tranquil·les aniran per la ventada  
com l'au dels temporals.

### Poema de Miquel Costa i Llobera. 1875

Popularitzat per la cantant Maria del Mar Bonet

Miquel Costa i Llobera (1854-1922) va ser poeta, traductor, orador i prosista. A mig camí entre el segle XIX i XX, és considerat una de les figures més destacades de l'Escola Mallorquina. També constitueix una figura fonamental en l'evolució de la poesia catalana moderna.



El pi de Badum és un pi blanc (*Pinus halepensis*) que s'aboca als penya-segats de la serra d'Irta (Peníscola, el Baix Maestrat), com el del poema de Miquel Costa i Llobera, però de dimensions modestes. La pineda creix, costera amunt, fins la torre guaita. Foto: Lluís Rodríguez.

Pág. següent.

El pi del Salpasser és un pi negre (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) de Pena-roja (el Matarranya). La fotografia és de l'artista Lluís Ibàñez Melià i forma part de l'exposició "Quan dormen els arbres", sobre exemplars monumentals amb nom propi, en vistes nocturnes, del patrimoni natural autòcton, que Ateneu de Natura ha exhibit per diferents museus i jardins botànics.





## Els pins mediterranis ibèrics i balears

Carles Fabregat Lluca. *Ateneu de Natura*

El gènere *Pinus*, al qual pertanyen les espècies de pins, és el major i més estès gènere de coníferes en l'hemisferi nord, i el segon en nombre d'espècies a nivell mundial, després de *Podocarpus*, propi de l'hemisferi sud. Es coneixen al voltant d'un centenar d'espècies de pins, que presenten en conjunt un amplíssim gradient ecològic, que s'estenen des de boscos boreals i matollars alpins fins a sabanes tropicals, i des de riberes entollades fins a deserts àrids. Es considera potser el gènere ecològicament més divers, no sols entre les coníferes, sinó també en el conjunt de les plantes llenyoses. A penes es troben regions en l'hemisferi boreal que no presenten alguna espècie de pi.

Però sobre aquesta diversitat ecològica destaquen alguns elements comuns, com són l'alt requeriment de llum i el fet que la majoria de les espècies ocupen àrees sotmeses a incendis més o menys periòdics, en l'escala temporal pròpia de la successió vegetal. Els pins són típicament espècies arbòries pioneres, amb necessitat d'espais oberts per al seu desenvolupament, i la pertorbació ambiental que amb més freqüència genera aquests espais oberts en els seus ecòtops és el foc. Una vegada establerts, els pins poden viure centenars d'anys i formar boscos madurs densos, però poden ser llavors desplaçats seguint la successió vegetal per formacions forestals climàtiques, com els boscos de planifolis (alzines, roures, fajos, etc.). Únicament en aquelles àrees on les limitacions climàtiques o edàfiques impedisquen el desenvolupament de boscos planifolis es desenvolupen pinedes permanents, que poden constituir la clímax vegetal en aquestes àrees. El caràcter pioner dels pins els permet créixer i desenvolupar-se sobre sòls poc evolucionats i pobres en nutrients, com els sòls arenosos i rocosos, i en aquestes condicions troben les pinedes ambients lliures de competència.

A més de la importància de les pinedes com a formació forestal pionera, els pins tenen el major interès econòmic entre les coníferes, pel seu generalitzat aprofitament per a fusta, resines i fruits (pinyons). El valor estètic i paisatgístic dels pins és també elevat, pel seu fullatge persistent i la seua variada gamma de talles, ports i colorit de les acícules. Això ha donat lloc a la seua utilització com a arbres ornamentals en parcs i jardins des de l'antiguitat.

Al conjunt de la península Ibèrica i les illes Balears es troben espontàniament 6 espècies de pins. D'aquestes, dos són d'àrea principalment eurosiberiana (*Pinus sylvestris* i *P. uncinata*), propies de l'Europa central o septentrional, encara que compten amb presència localitzada en l'alta muntanya mediterrània i s'han introduït per a aprofitament forestal en diverses zones d'aquesta regió bioclimàtica. La resta poden ser considerats pins pròpiament mediterranis i a ells ens referirem a continuació. Tots els pins espontanis ibèrics i balears presenten les fulles (acícules) agrupades en general en fascicles de dos, i per això no es farà al·lusió a aquest caràcter en les descripcions.

### Pi blanc, pi bord (*Pinus halepensis*)

Arbre de port mitjà, que pot assolir els 20 m en les millors condicions. Escorça cendrosa o platejada en el tronc jove i les branques, que s'enfosqueix a color marró en la base del tronc i en els arbres vells. Capçada globosa o piramidal, amb branques des de la base, molt clara per l'escassa persistència del fullatge, que permet veure bé les branques i el tronc, de creixement generalment sinuós. Acícules de 6-12 cm de llarg per 0,5-0,8 mm de gruix, agusades però no punxants; són les més blanques i primes són dels pins iberobalears. Pinyes ovado-còniques, allargades, de 6-12 cm, sobre un peduncle llenyós de 1-2 cm, reflexes, amb escudets de les esquames quasi plans.

S'estén espontàniament per bona part dels països riberencs del Mediterrani, des de l'est de la península Ibèrica fins a Anatòlia, i des del sud d'Europa fins a les muntanyes del Magreb. És un pi termòfil i xeròfil, que creix òptimament sobre sòls calcaris i margosos, fins i tot amb presència d'algeps, i també en sòls arenosos, per la qual cosa colonitza sovint dunes litorals establitzades. Altitudinalment es distribueix des del nivell de la mar fins als 1000 m d'altitud, amb una cota màxima òptima fins als 800 m, però pot ascendir més ocasionalment en solanes. És un dels pins més típicament mediterrani, i presenta una gran resistència a la sequera.

Es el pi més comú al nostre territori, i s'estén de nord a sud per les planes litorals i les serralades de mitjana altitud, amb destacades formacions a les dunes litorals de la Devesa de l'Albufera i Guardamar del Segura, on es va plantar per fixar les dunes que amenaçaven la població. Al costat de la varietat típica (var. *halepensis*), a les illes Balears es troba també una raça particular

(var. *ceciliae*), diferent pel seu port fastigiat i els escudets de les pinyes lleugerament més prominents, representada per pocs individus.

**Pi ver, pi pinyer** (*Pinus pinea*)

Arbre habitualment de talla mitjana, fins a 25 o 30 m d'alçada. Port robust i regular, amb tronc recte i cilíndric. Escorça d'un bru rogenç, gruixuda, que pot fer-se grisa fosc en exemplars longeus. Capçada inicialment esfèrica, que es torna el·lipsoidal ampla y mes o menys plana a la part superior en els exemplars adults. Acícules de 10 a 20 cm de llargues i 1,5 a 2 mm de gruix, una mica rígides i punxegudes. Pinya madura gruixuda, globosa, de 8-14 per 7-10 cm, de color bru llustrós, amb escudets piramidals i asimètrics. Les llavors (pinyons) són gruixudes i amb coberta molt dura.

Es distribueix actualment pel nord i est del mediterrani, des de la península Ibèrica fins a les costes de Síria, i s'endinsa per la mar Negra fins a Crimea i el sud del Caucas. Cultivat pels seus pinyons des de la remota antiguitat, resulta molt difícil actualment discernir on és autòcton i on va ser introduït des d'antic i s'ha naturalitzat. Se'l considera originari de les costes de Creta i Anatòlia, des d'on es va estendre cap a l'oest principalment en l'època de les colònies mercantils de grecs i fenicis i durant l'Imperi Romà.

És un pi xeròfil i relativament termòfil, amb preferència per sòls arenosos solts i profunds, que es desenvolupa òptimament sobre dipòsits quaternaris de planes, pujols i vessants baixos en muntanya. Viu bé igualment sobre dunes litorals o interiors, i encara que és compatible amb substrats calcaris, en general es desenvolupa millor sobre substrats silícis. La seua cota altitudinal màxima es troba a l'entorn dels 1000 m d'altitud, que molt rarament sobrepassa.

Es un pi freqüent al nostre territori i a les illes Balears. Al País Valencià fa rodals més o menys amples majoritàriament sobre sòls arenosos i dunes litorals, amb formacions destacables a l'Arenal de Petrer i les dunes de Guardamar, on es va introduir per fixar les dunes.

**Pinastre** (*Pinus pinaster*)

Arbre de talla mitjana que no sol sobrepassar els 20 m d'altura. Port regular en la joventut, i variable segons localitzacions i usos en l'etapa adulta, perquè l'extracció de resina modifica la silueta dels pins. Tronc dret o flexuós, amb escorça gruixuda i molt fissurada,

negrosa des de la joventut. Capçada no gens densa, piramidal al principi, que es fa després arrodonida o lobulada. Acícules rígides, gruixudes i llargues, les majors dels nostres pins, de 15-25 cm per 2-2,5 mm. Pinyes sèssils o subsèssils, rogenques i brillants, una mica asimètriques, cònic-allargades, de 8-20 cm de llargues, amb escudets romboidal-piramidals.

Espècie pròpia del mediterrani occidental, que s'estén, també, per les costes atlàntiques de la península Ibèrica i el sud de França. Es desenvolupa principalment sobre substrats silícis (gresos, quarzites), encara que presenta una certa tolerància amb la calç en àrees més o menys plujoses. Encara que és resistent a la sequera, necessita precipitacions anuals mitjanes superiors als 350 mm. El seu rang altitudinal abasta des del nivell de la mar fins aproximadament els 1500 m d'altitud.

El seu aprofitament tradicional, a més de la fusta, va ser l'extracció de resina, i a aquest efecte es van establir grans masses, a vegades en detriment de planifolis com alzines o roures. És relativament freqüent en el nostre entorn, però absent a les illes Balears. Al País Valencià abunda més en el centre i sud del territori, amb presència destacada en els afloraments silícis triàsics del Desert de les Palmes, de la serra d'Espadà i de la serra Calderona.

**Pinassa, pi negral** (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*)

Arbre elevat, que pot assolir fins a 30 o 40 m d'altura. Port amplemunt cònic en la joventut, amb branques quasi des del sòl. En l'edat adulta la capçada es redueix i queda per damunt de la meitat del tronc, on es fa irregular, lobulada. Tronc recte, d'escorça grisenc. Acícules relativament grans, de 8-15 cm de llargues i 1-1,5 mm de gruix. Pinyes solitàries o en grups de 2 o 3, sèssils, en disposició horitzontal, ovado-còniques, de 5-8 cm de llarg i uns 3 cm d'ample, d'un bru clar, llustroses, amb escudets en forma de piràmide baixa i obtusa.

L'espècie en sentit ampli (*P. nigra*) inclou un complex de subespècies i varietats que s'estén pel centre i sud d'Europa, Anatòlia i nord del Marroc. El grup de formes que s'inclouen en la subespècie *salzmannii* es distribueix naturalment pel centre i meitat oriental de la península Ibèrica i el sud-est de França, i està absent a les illes Balears. És un pi mediterrani de muntanya, exigent en humitat (per damunt dels 500 mm a l'any) i amb preferència pels substrats calcaris. Es desenvolupa

òptimament entre els 600 i els 1800 m d'altitud, encara que pot créixer en cotes superiors.

Al País Valencià es troba a l'interior central i septentrional, des dels Serrans fins a l'interior dels Ports i el Maestrat. Formacions destacades es poden assenyalar al Racó d'Ademús, al massís de Penyagolosa, a la Palomita de Vilafranca i a la Tinença de Benifassà.

## Bibliografia

- Bolòs, O. de & Vigo, J.. 1984.** Flora dels Països Catalans. Volum I. Ed. Barcino. Barcelona.
- Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J.. 1979.** Árboles y arbustos de la España peninsular. ETS de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Eckenwalder, J.E. 2013.** Conifers of the World. The complete reference. Timber Press. Portland-London.
- Franco, J. do Amaral. 1986.** *Pinus* L. in Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, P., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L. (eds.). Flora iberica 1: 168-174. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.





# Nou registre de blocs de tsunamis a la costa rocosa de Binidali (S de Menorca, illes Balears)

José Ángel Martín-Prieto<sup>1</sup>, Francesc Xavier Roig-Munar<sup>1,3</sup>, Antonio Rodríguez-Perea<sup>2</sup> & Bernadí Gelabert<sup>3</sup>

1. Investigador independent, C/ Carrivaret 18- apt. 6, es Migjorn Gran, Menorca, 07749, illes Balears.

2. Departament de Geografia. Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa, km 7,5, Palma de Mallorca.

3. Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa, km 7,5, Palma de Mallorca.

Les costes S i SE de Menorca són espais susceptibles de rebre l'impacte dels tsunamis generats al N d'Àfrica. Els efectes es manifesten amb la presència de blocs sobre els seus penya-segats. En aquest treball es descriuen i analitzen blocs de tsunami a les costes rocoses del S de Menorca, a Binidali. Es tracta de 17 blocs que es troben a una altitud mitjana de 11,9 m s. n. m., a una distància de 55 m de la cornisa del penya-segat, i amb un pes mitjà de 3,8 T. A partir de les seves dimensions, disposició i de l'aplicació d'equacions hidrodinàmiques es calculen els valors necessaris pel seu desplaçament, atribuïts als efectes de sobre-elevació (*run-up*) de grans fluxos de tsunami sobre el penya-segat. El treball és una nova aportació a la presència de blocs a la Mediterrània occidental.

*Paraules clau:* Menorca, costa rocosa, penya-segats, blocs de tsunami.

## New record of tsunami boulders on the rocky coast of Binidali (Menorca, Balearic Islands)

The S and SE coasts of Menorca are areas that can be affected by the impact of tsunamis generated in North Africa. Their effects are manifested by the presence of boulders on the top of the cliffs. This paper describes and analyses a new location of tsunami boulders on the rocky southern coasts of Menorca at Binidali. A total of 17 boulders that are located at an average height of 11.9 m a. s. l., an average distance of 55 m from the edge of the cliff, and an average weight of 3.8 T. Based on their dimensions, disposition and the application of hydrodynamic equations, the necessary values for the displacement of these boulders are calculated and attributed to the run-up effect of large tsunami flowing onto the cliff. This paper is a new contribution to the presence of boulders in the western Mediterranean.

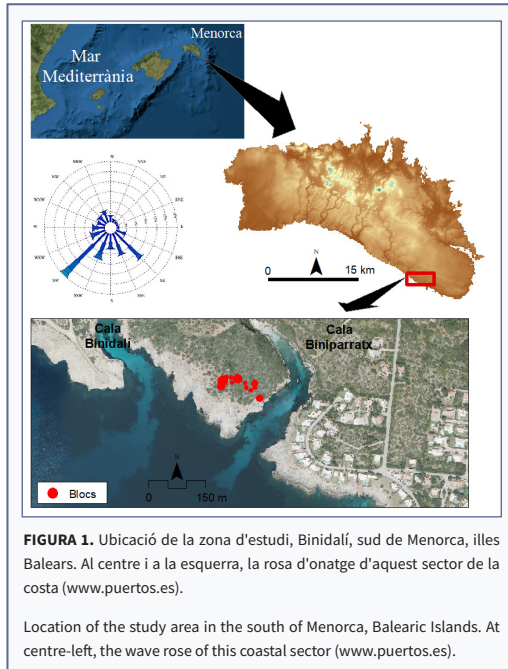
*Keywords:* Menorca, rocky coastline, boulders, tsunami.

Els blocs d'origen tsunamític han estat estudiats i descrits en el conjunt de la conca mediterrània per Mastronucci (2007) i Furlani et al. (2014). En el cas de la Mediterrània occidental els treballs previs sobre morfometria de blocs han estat realitzats en Algèria (Maouche et al., 2009), Mallorca (Roig-Munar et al., 2019), Eivissa i Formentera (Roig-Munar et al., 2017), la costa de Castelló (Roig-Munar et al., 2018a) i el S de França (Shah-Hosseini et al., 2013). A Menorca, Roig-Munar. (2016) va analitzar la presència de blocs en les costes rocoses aplicant l'equació de Scheffers & Kellat (2003), coneguda com *Transport Figure*. Roig-Munar et al. (2018b) van analitzar morfomètricament els blocs

de la costa rocosa de l'illa, basant-se en les modelitzacions de Roger & Hébert (2008) i d'Álvarez-Gómez et al. (2011). Per determinar l'origen tsunamític i/o de tempesta de cada bloc, a les dades de la equació d'Engel & May (2012), s'hi afegeix l'alçada dels blocs per calcular la sobre-elevació del seu *run-up* sobre l'àrea analitzada.

### Àrea d'estudi

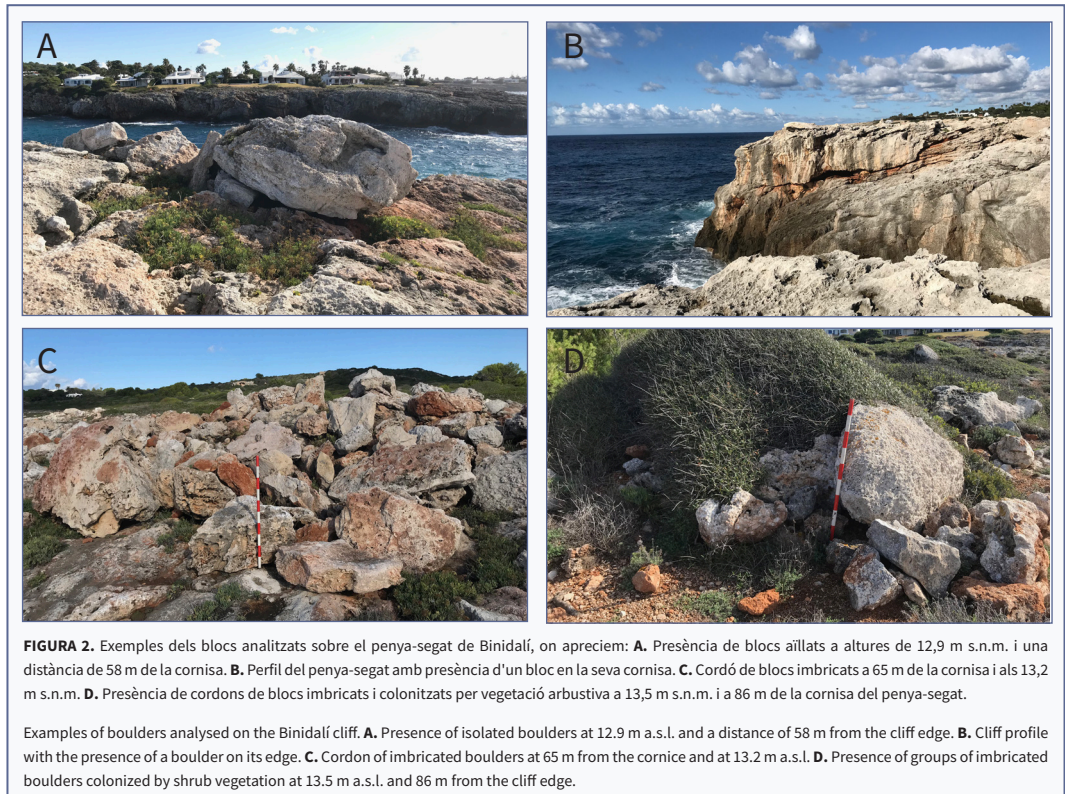
La zona d'estudi se situa al SE de l'illa de Menorca, entre els barrancs de la cala de Binidali i de la cala de Biniparratx (Fig. 1). Es tracta d'una zona de penya-segats calcaris del Miocè superior, amb una altitud mitjana superior als 10 m s. n. m., formant una extensa



plataforma tabular litoral (Bourrouilh, 1983). Aquesta plataforma, on es dipositen els blocs analitzats (Fig. 2), presenta una estratificació subhoritzontal que correspon a l'acreció d'un talús arrecifal que s'inclina suaument cap al mar (Rosell & Llompart, 2002; Gelabert, 2003). A sobre d'aquests materials se troben camps de blocs distribuïts en forma de cordons i agrupacions imbricades. A l'O de la cala de Binidali, també hi ha presència de blocs aïllats, que van ser usats en el passat com a matèria primera per a construcció (Roig-Munar et al., 2016), i en queden alguns de testimonials, que alteren les característiques sedimentològiques de l'emplaçament.

### Clima marítim

L'alçada d'ona significant ( $H_s$ ) és un paràmetre important per a l'estudi de la costa, també la distribució i la direcció de les ones i el seu període (Cañelles, 2010). Les dades utilitzades per a l'anàlisi del clima marítim d'aquest sector de costa han estat obtingudes a partir del punt SIMAR 2134118, amb un registre des de 1958



(www.puertos.es).

La línia de costa de la zona d'estudi s'orienta de ONO a ESE i està afectada per l'onatge procedent del S, d'on el 86,9% té una alçada igual o inferior a 1 m, i tan sols el 0,22% supera els 4 m. L'onatge de més energia té una procedència del SO, amb un 18% d'incidència (Fig. 1). L'onada màxima registrada en aquest punt, en la sèrie dels darrers 60 anys, es va registrar el 29 de novembre de 2008 amb una alçada de 5,51 m, i amb un període de 9,97 s, la procedència era del SO. Pel que fa a el període, el 73,48% és inferior als 6 s. Finalment, pel que fa a la franja mareal, es considera de baixa amplitud (0,3 m), pràcticament menyspreable per a aquest tipus de treballs, ja que no altera el resultat de les equacions aplicades sobre els blocs i el penya-segat.

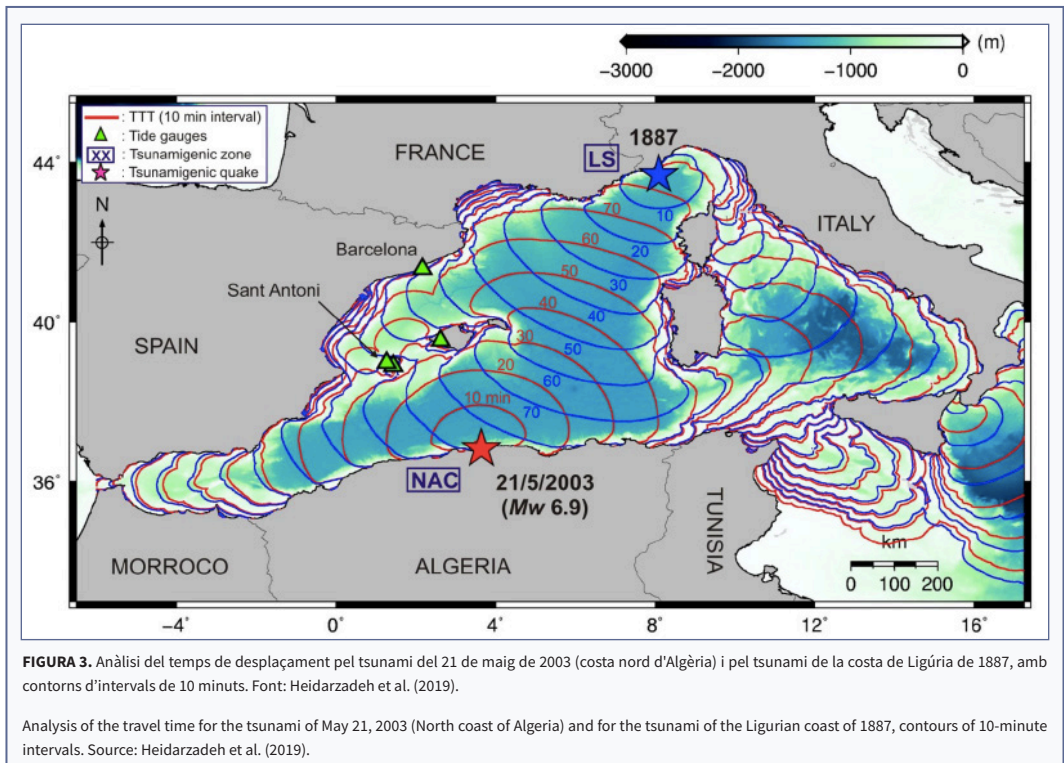
### Modelitzacions dels tsunamis en la mediterrània occidental

A partir del terratrèmol de Boumerdès-Zemmouri (Algèria), el 21 de maig de 2003, que va afectar la costa de les illes Balears, s'han suggerit diversos mecanismes de generació i propagació de tsunamis al N d'Algèria

amb direcció cap a l'arxipèlag balear (Alasset et al., 2006; Roger i Hébert, 2008; Sahal et al., 2009; Vela et al., 2010; Heidarzadeh et al., 2019). Álvarez-Gómez et al. (2010, 2011) modelitzaren els tsunamis generats en fonts pròximes a la península Ibèrica i a les illes Balears, amb l'objectiu d'identificar les àrees de risc i les zones d'impacte de tsunamis, establint Sahal et al. (2009) i Heidarzadeh et al. (2019) els temps de viatge d'aquests tsunamis, on un tsunami generat en una de les fonts directes que afecten Menorca arribaria a l'illa en aproximadament 30 minuts. (Fig. 3). Álvarez-Gómez et al. (2011) defineixen nou fonts de tsunami procedents del N d'Algèria, que són les que afecten principalment a les costes de les Balears, amb valors màxims d'alçada d'onada de més de 2 m. Set d'aquestes fonts afecten l'illa de Menorca.

### Metodologia

S'analitzen morfològicament 17 blocs situats sobre el penya-segat de la zona d'estudi (Fig. 1 i 2), cinc dels quals es troben dins de la zona boscosa i a una distància superior als 80 m de la cornisa del penya-segat. Es



mesuren les dimensions dels blocs, l'eix llarg (A), l'eix mitjà (B) i l'eix curt (C), la seva altitud en relació al nivell del mar, la distància a la cornisa del penya-segat, així com l'orientació. Per poder estimar el pes de cada bloc es determina primer, el volum, corregint el producte dels tres eixos en un 62%, seguint la metodologia de Roig-Munar et al. (2015), i després la densitat dels blocs.

A cada bloc s'han aplicat les següents equacions:

1. *Transport Figure* (Shefers & Kelletat, 2003): es tracta d'una equació simple que consisteix en la multiplicació del pes del bloc (P), la distància on es troba en relació amb la cornisa del penya-segat (D), i la altitud del bloc sobre el nivell de la mar (H).  $TF = P \cdot D \cdot H$

L'equació planteja una aproximació de l'energia necessària per al transport de blocs. Segons Shefers & Kelletat (2003) els valors superiors a 250 de *Transport Figure* (TF) es consideren blocs desplaçats per tsunami. En aquest estudi, seguint els criteris de Roig-Munar (2016) aplicats a les illes Balears, només prenen en consideració aquells blocs superiors a la valor de TF 1000.

2. A cada bloc també se li han aplicat les equacions matemàtiques d'Engel & May (2012), per tal de calcular els valors hidrodinàmics necessaris per a l'arrabassament, desplaçament i deposició dels blocs sota diferents supòsits: bloc subaeri i bloc delimitat per fractures. Les

equacions d'Engel & May (2012) en relació a les equacions de Nott (2003) i Barbano et al. (2010), consideren també el pendent de la plataforma damunt del penya-segat, però no la seva altura. Per això, als resultats de les equacions anteriors se'ls han afegit els valors de l'altura del blocs s.n.m. per calcular la sobre-elevació o *Run-up* necessari de flux de tsunami (Ht) o de tempesta (Hs) (Roig-Munar et al., 2017; Zhao et al., 2017). D'aquesta manera s'obté una estimació de la columna d'aigua necessària per a l'arrabassament i/o desplaçament dels blocs fins a la seva posició actual, establint els diferents escenaris d'onatge i/o de tsunamis que han donat lloc a la creació d'aquests dipòsits.

**Blocs desplaçats**

$$H_t = 0,5 \cdot \mu \cdot V \cdot pb / CD \cdot (a \cdot c \cdot q) \cdot pw$$

$$H_s = 2 \cdot \mu \cdot V \cdot pb / CD \cdot (a \cdot c \cdot q) \cdot pw$$

**Blocs arrabassats**

$$H_t = (pb - pw) \cdot V \cdot (\cos \theta + \mu \sin \theta) / 2 \cdot pw Cl \cdot a \cdot b \cdot q$$

$$H_s = (pb - pw) \cdot V \cdot (\cos \theta + \mu \sin \theta) / 0,5 pw Cl \cdot a \cdot b \cdot q$$

On:

**Ht:** alçada del flux de tsunami; **Hs:** alçada del flux de tempesta; **μ:** densitat del bloc; **pw:** densitat de l'aigua de la mar; **V:** volum (a · b · c) del bloc; **A:** eix llarg del bloc; **B:** eix mig del bloc; **C:** eix curt del bloc; **g:** força de la gravetat; **q:** coeficient de l'àrea del bloc; **CD:** coeficient d'arrossegament; **Cl:** coeficient de flotabilitat; **Cm:**

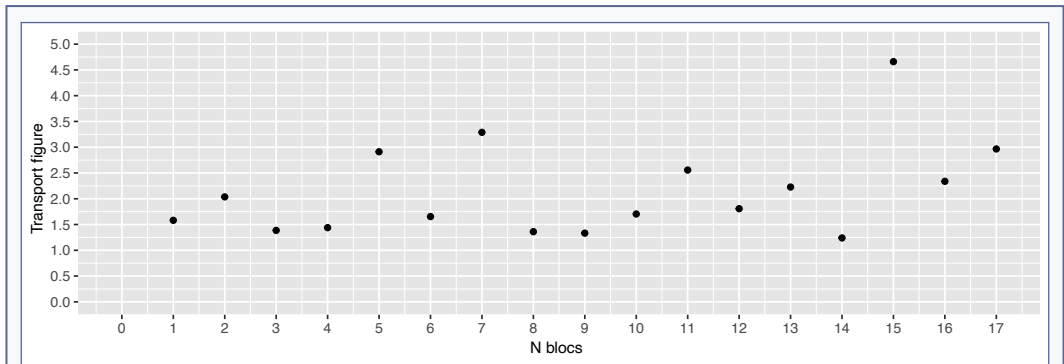


FIGURA 4. Valors del Transport Figure (Scheffers & Kelletat, 2003).

Transport Figure values (Scheffers & Kelletat, 2003).

| Eix A (m) | Eix B (m) | Eix C (m) | Alçada (m) | Distància (m) | Direcció (°) | Pes (T) | TF    |
|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|--------------|---------|-------|
| 2         | 1,6       | 0,8       | 11,9       | 55            | 178          | 3,8     | 2.146 |

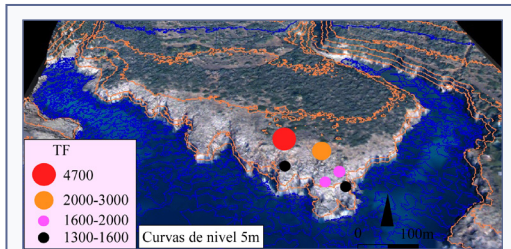
TAULA 1. Valors mitjans dels 17 blocs analitzats a la zona d'estudi.

Average data of the 17 analyzed boulders in the study area.

coeficient de massa;  $\mu$ : coeficient de fricció i  $\theta$ : pendent de la plataforma.

## Resultats

Les dades mitjanes dels blocs analitzats es poden observar a la Taula 1, on els eixos A, B i C presenten valors mitjans de 2, 1,6 i 0,8m respectivament. El seu pes mitjà és de 3,8T i es troben a una altitud mitjana de 11.9 m s. n. m., i a distància mitjana de 55 m de la cornisa del penya-segat. La orientació mitjana dels blocs és de 178°, que concorda amb les direccions predominants de les modelitzacions d'Álvarez-Gómez et al. (2010)



**FIGURA 5.** Ubicació dels blocs de la zona d'estudi sobre un model en 3-D (LIDAR PNOA 2014, [www.cnig.es](http://www.cnig.es)) i representació dels valors màxims de Transport Figure.

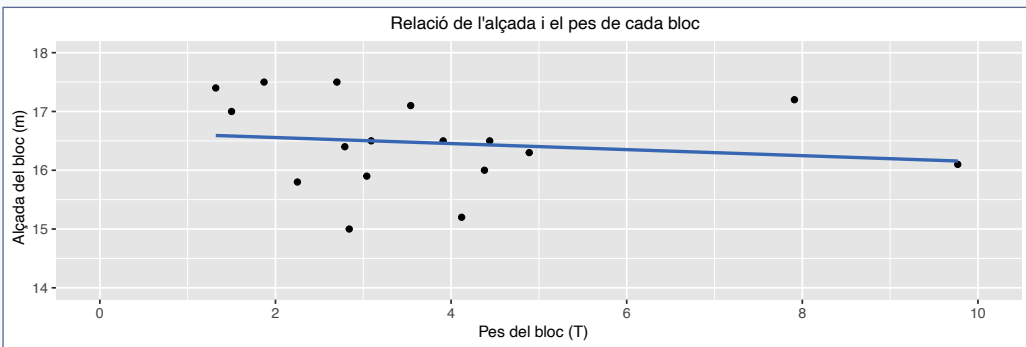
Location of the boulders of the study area on a 3-D model (LIDAR PNOA 2014, [www.cnig.es](http://www.cnig.es)) and representation of the maximum values of Transport Figure.

procedents del N d'Àfrica que afecten la costa S de Menorca (Fig. 3).

L'aplicació de l'equació del *Transport Figure* ens dona un valor mitjà de 2.146 (Taula 1, Fig. 4), amb un màxim de 4.660 i un mínim de 1.333, valors que segons Scheffers & Kelletat (2003) i Roig-Munar (2016) són atribuïbles a blocs de tsunami. A la Fig. 5 es mostra la distribució dels valors del TF que defineix la ubicació dels blocs analitzats.

La Fig. 6 presenta la distribució dels blocs en funció del pes i alçada sobre el nivell de la mar. S'observa una agrupació de blocs a alçades de 13 m amb un pes d'entre 1,3 i 5 T. A la Fig. 7 s'observa la distribució dels blocs en funció del seu pes i la distància a la cornisa del penya-segat. Observem una agrupació ben definida, entre els 40 i 50 m de distància i un pes entre 2 i 4,5 T, amb tres casos de blocs a distàncies superiors a 95 m, i ja ubicats dins de la massa boscosa (Fig. 2). Aquesta distribució (Fig. 6 i 7) fa necessari considerar les característiques de l'onatge i la seva influència sobre aquesta distribució, ja que les direccions dels onatges dominants no coincideixen amb l'orientació dels blocs analitzats i, tampoc, les alçades a on arriben les tempestes a la zona de Binidali.

L'aplicació de les equacions d'Engel & May (2012) permeten obtenir l'alçada mínima del flux d'aigua



**FIGURA 6.** Relació entre l'alçada dels blocs sobre el nivell de la mar en metres i el seu pes en tones.

Relationship between the height of the boulders in meters and their weight in metric Tons.

| Blocs Arrabassats (Rp) |      |     | Blocs Arrossegats (Rd) |     |    |     |      |
|------------------------|------|-----|------------------------|-----|----|-----|------|
| Rpt                    | 17,9 | Rps | 24,8                   | Rdt | 16 | Rds | 17,1 |

**TABLA 2.** Valors de sobrelevació o *run-up* necessaris sota els supòsits de blocs arrabassats i blocs arrossegats i tant per tempestes com per tsunamis.

Required run-up values under the assumptions of plucked or dragged boulders for storm and for tsunami waves.

necessari per desplaçar cada bloc per mitjà de l'onatge (Hs) i del flux de tsunami (Ht) a sobre dels penya-segats analitzats (Fig. 2 i 5; Taula 2). A ells cal afegir l'altura del bloc s. n. m. per obtenir la sobreelevació o *Run-up*, és a dir la columna d'aigua que ha donat lloc a l'arrabassament (Rp) o arrossegament (Rd) fins a la seva posició actual, i sota dos supòsits: blocs arrabassats i blocs arrossegats; es descarten en aquest treball els blocs submergits degut a la tipologia del perfil de penya-segat. Els càlculs s'han fet tant per tempestes com per tsunamis i per tant donen lloc a quatre categories.

En el cas dels blocs arrabassats o delimitats per juntes, els resultats mostren que per la seva arrencada i desplaçament es requereixen alçades d'elevació del flux de *run-up* de 17,9 m per tsunamis (Rpt), amb

una columna d'aigua superior als 1,39 m sobre el bloc i 24,8 m per tempestes (Rps), amb una columna d'aigua superior als 8,27 m sobre el bloc.

Per als blocs arrossegats els valors són inferiors a causa del factor de flotabilitat dels blocs que no estan delimitats per juntes i associats al flux, i s'obtenen valors de Rdt de 16 m i Rds de 17,1 m, amb una columna d'aigua superior als 0,62 m sobre el bloc.

Aquestes dades ens mostren uns valors de la columna d'aigua per al supòsit de tempestes molt elevats, especialment pels blocs arrabassats (Rps=24,8 m) impossibles d'assolir pels temporals. Això descarta la seva relació amb aquests fluxos i és prova, mitjançant les equacions, de l'origen tsunamític dels blocs analitzats i ubicats a Binidali.

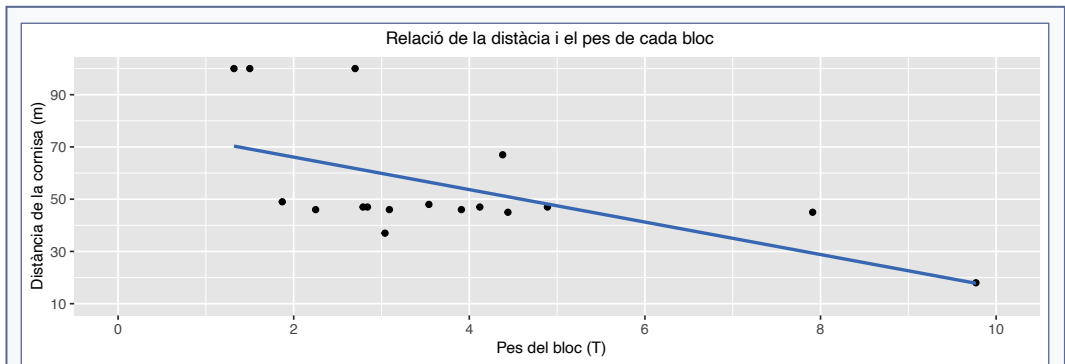


FIGURA 7. Relació entre la distància dels blocs al penya-segat en metres i el seu pes en tones.

Relationship between the distance to the cliff of the boulders in meters and their weight in metric Tons.

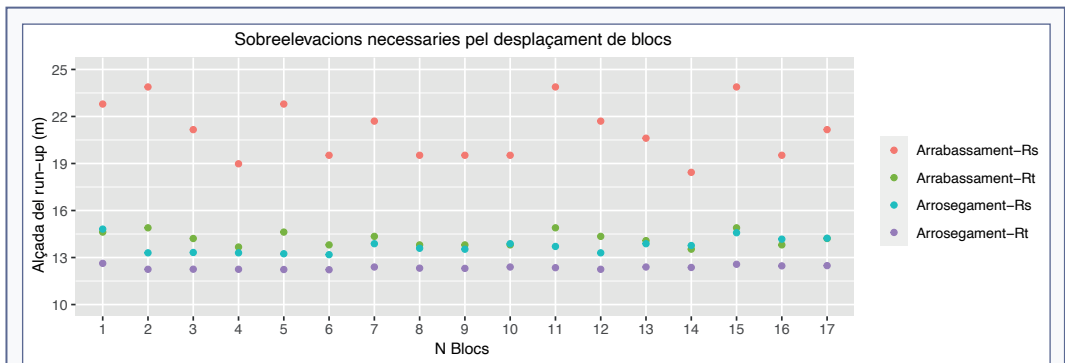


FIGURA 8. Representació gràfica de les columnes d'aigua o sobreelevacions necessàries (Run-up) per al desplaçament de blocs sota diferents escenaris: Rpt: arrabassament amb tsunamis, Rps: arrabassament amb temporals, Rdt: arrossegament amb tsunamis i Rds: arrossegament amb temporal.

Graphical representation of the water columns or necessary lifts (Run-up) for the movement of blocks under different scenarios: Rpt: plugging with tsunamis, Rps: plugging with storms, Rdt: dragging with tsunamis i Rds: dragging with storms.

## Conclusions

La tipologia dels blocs, el seu elevat *Transport Figure*, superior al valor de 1000, la seva morfometria i la seva relació amb àrees de denudació de penya-segat, la seva imbricació, el seu pes, així com les distàncies a què es troben, fan descartar la influència de l'onatge sobre el seu emplaçament, per la qual cosa considerem que aquest dipòsit té un origen tsunamític. No tant sols pels resultats de les equacions aplicades, sinó també per les diferències entre les sobrelevacions (*run-ups*) i les series de l'onatge incident sobre el penya-segat.

El dipòsit de Binidali presenta blocs amb orientacions cap al S (178°), congruent amb les trajectòries tsunamítiques definides per Álvarez-Gómez et al. (2010) i Heidarzadeh et al. (2019). La posició dels blocs, la seva alçada mitjana (11,9 m), la seva distància sobre la cornisa del penya-segat (55 m) i la seva distribució, formant cordons i/o agrupacions de blocs, freqüentment imbricats, donen validesa dels resultats de les equacions hidrodinàmiques aplicades (Fig. 8).

Els blocs estan dipositats en una zona més enllà de la capacitat de transport de l'onatge de tempesta. La sobrelevació calculada del seu *run-up*, obtinguda pel sumatori de l'altura de el bloc i els resultats de la formulació d'Engel & May (2012), ens permet confirmar que el transport dels blocs es va produir per l'acció d'un tsunami. Aquesta distribució de cordons paral·lels i imbricats pot explicar-se per l'impacte de diferents seqüències de tsunamis sobre aquesta costa, seguint el model proposat per Roig-Munar (2016).

La situació d'aquests blocs, situats sobre la divisòria de dues cales (Fig. 1), obre de nou la porta a la recerca de sediments tsunamítics de fons de cala, ja que els resultats presentats en aquest treball posen de manifest que cal obrir línies de recerca per localitzar i analitzar sediments fins associats a tsunamis, erigint-se les cales de Binidali i Biniparratx, juntament amb les d'Escorxada i Fustam on trobem blocs a Punta Miloca-Corral Fals (Martí-Prieto et al. 2019), com espais no intervinguts per la mà de l'home, i excel·lents punts per cercar tsunamites de fons de cala mitjançant sondejos.

Els blocs de Binidali suposen l'àrea on es presenten a major alçada a la costa S de Menorca. Amb altures superiors als descrits per Martí-Prieto et al. (2019), i permeten ampliar els indrets amb presència de blocs de tsunami a les costes rocoses de les illes Balears i de la Mediterrània occidental (Roig-Munar et al., 2020).

## Bibliografia

- Allasset, J. P., Hébert, H., Maouche, S., Calbini, V. & Meghraoui, M., 2006.** The tsunami induced by the 2003 Zemmouri earthquake (Mw p 6.9 Algeria): modelling and results. *Geophysical Journal International*, 166: 213-226
- Álvarez-Gómez, J. A., Aniel-Quiroga, I., González, M. & Otero, L., 2011.** Tsunami hazard at the Western Mediterranean Spanish coast from seismic sources. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11: 227-240.
- Álvarez-Gómez, J. A., Olabarrieta, M., González, M., Otero, L., Carreño, E. & Martínez-Solares, J. M. 2010.** The impact of tsunamis on the Island of Majorca induced by North Algerian seismic sources. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 19: 367-383.
- Barbano, M. S., Pirrota, C. & Gerardi, F. 2010.** Large boulders along the south-eastern Ionian coast of Sicily: Storm or tsunami deposits? *Marine Geology*, 275: 140-154.
- Bourrouilh, R. 1983.** Estratigrafia, sedimentologia y tectónica de la isla de Menorca y del noreste de Mallorca (Balears). La terminación nororiental de las Cordilleras Béticas en el Mediterráneo occidental. *Memorias del IGME 99*. 672 pp. IGME. Madrid.
- Cañelles, B. 2010.** Long-term extreme wave height events in the Balearic Sea: characterization, variability, and prediction. 71 pp. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- Engel, M. & May, S. M. 2012.** Bonaire's boulder fields revisited: Evidence for Holocene tsunami impact on the Lee-ward Antilles. *Quaternary Science Reviews*, 54: 126-141.
- Furlani, S., Pappalaardo, M. Gómez-Pujol, Ll. & Chelli, A. 2014.** The rock coast of the Mediterranean and Black seas. *Geological Society, London, Memoirs*, 40: 89-123.
- Gelabert, B. 2003.** Estructura geològica de Menorca: las zonas de Tramuntana i de Migjorn. En Rosselló, V., Fornós, J. J. y Gómez-Pujol, L. (eds.), *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. Mon. Societat d'Història Natural de les Balears, 10: 39-48. AGE, Universitat de València, Universitat Illes Balears, SHNB. Palma de Mallorca.
- Heidarzadeh, M., Wang, Y., Satake, K. & Mulia, I. E., 2019.** Potential deployment of offshore bottom pressure gauges and adoption of data assimilation for tsunami warning system in the western Mediterranean Sea. *Geoscience Letters*, 6: 19.
- Maouche, S., Morhange, C., & Meghraoui, M. 2009.** Large boulder accumulation on the Algerian coast evidence tsunami events in the western Mediterranean. *Marine Geology*, 262 (1-4), 96-104.
- Martín-Prieto, J. Á., Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A. & Gelabert, B., 2019.** Nova troballa de blocs de tsunami a les costes rocoses de sa Punta de sa Miloca-Corral Fals (Sud de Menorca, illes Balears). *Nemus*. Revista de l'Ateneu de Natura 9, 7-14
- Mastroruzzi, G., Pignatelli, C., Sanso, P. & Selleri, G. 2007.** Boulder



accumulations produced by the 20th February 1743 tsunami along the coast of South Eastern Salento (Apulia region, Italy). *Marine Geology*, 242: 191-205.

**Nott, J., 2003.** Waves, coastal boulder deposits and the importance of the pre-transport setting. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 210: 269–276.

**PNOA** (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea): [www.cnig.es](http://www.cnig.es).

**Puertos del estado.** [www.puertos.es](http://www.puertos.es)

**Roger, J. & Hébert, H. 2008.** The 1856 Djiellí (Algeria) earthquake and tsunami source parameters and implications for tsunami hazard in the Balearic Islands. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 8: 721-731.

**Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á., Vilaplana, J. M., Gelabert, B. 2016.** El uso de bloques de tormenta y tsunami como materia prima en las Islas Baleares. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 29 (2): 79-88.

**Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J. Á., Rodríguez-Perea, A., Gelabert, B., Vilaplana, J. M. & García-Lozano, C. 2020.** Revisión de los depósitos de tsunamis, bloques y tsunamitas, en las costas del Mediterráneo occidental. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 33 (2): 17-30.

**Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Vilaplana, J. M., Martín-Prieto, J. Á., & Gelabert, B. 2019.** Tsunami boulders in Majorca Island (Balearic Islands, Spain). *Geomorphology*, 334, 76-90.

**Roig-Munar, F. X., Forner, E., Martín-Prieto, J. Á., Segura, J., Rodríguez-Perea, A., Gelabert, B., & Vilaplana, J. M. 2018a.** Presència de blocs de tsunamis i tempestes a les costes rocoses de la serra d'Irta (el Baix Maestrat, País Valencià). *Nemus. Revista de l'Ateneu de Natura*, 8: 7-21.

**Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J. Á., Rodríguez-Perea, A., Gelabert-Ferrer, B., & Vilaplana, J. M. 2017.** Análisis morfométrico de bloques de tsunamis en la isla de Formentera, islas Baleares. *Cuaternario y Geomorfología* (3-4): 73-96.

**Roig-Munar, F. X., Vilaplana, J. M., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á., & Gelabert-Ferrer, B. 2016.** Indicadores geomorfológicos de tsunamis históricos en las costas rocosas de Baleares. *Geo-Temas*, 16: 641-644.

**Roig-Munar, F. X. 2016.** Blocs de tempesta i tsunami a les costes rocoses de les Illes Balears. Anàlisi geomorfològica i morfomètrica. Tesis doctoral. Departament de Geodinàmica i Geofísica. Universitat de Barcelona, 410 pp

**Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á., Vilaplana, J. M. & Gelabert, B. 2015.** Morfometría de bloques de tsunami en las costas rocosas del Este de Mallorca (Islas Baleares). *Geo-Temas*, 15: 229-232.

**Roig-Munar, F. X., Vilaplana, J. M., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á., & Gelabert, B. 2018b.** Tsunamis boulders on the rocky shores of Minorca (Balearic Islands). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 18: 1985-1998.

**Rosell, J. & Llompart, C. 2002.** Guia de Geologia Pràctica. El naixement d'una illa, Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Col·lecció Recerca, 21: 280 pp.

**Sahal, A., Roger, J. & Allgeyer, S., 2009.** The tsunami triggered by the 21 May 2003 Boumerdès-Zemmouri (Algeria) earthquake: field investigations on the French Mediterranean coast and tsunami modelling. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9: 1823-1834

**Scheffers, A. & Kelletat, D. 2003.** Sedimentologic and geomorphic tsunami imprints worldwide - a review. *Earth-Science Review*, 63: 83-92.

**Shah-Hosseini, M., Morhange, C., de Marco, A., Wante, J., Anthony, E. J., Sabatier, F., Mastronuzzi, G., Pignatelli, C. & Piscitelli, A. 2013.** Coastal boulders in Martigues, French Mediterranean: evidence for extreme storm waves during the Little Ice Age. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 57, Suppl. 4: 181-199.

**Vela, J., Pérez, B., González, M., Otero, L., Olabarrieta, M., Canals, M. & Casamor, J. L., 2010.** Tsunami resonance in the Palma de Majorca bay and harbour induced by the 2003 Boumerdes-Zemmouri Algerian earthquake (Western Mediterranean). *Proceedings of 32nd International Conference on Coastal Engineering*: 1-12.

**Zhao, X., Chen, Y, Huang, Z &, Gao, Y. 2017.** A numerical study of tsunami wave run-up and impact on coastal cliffs using a CIP-based model. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17: 641-655.

# Primera cita de presencia de bloques asociados a eventos extremos en la costa S de la isla Española (República Dominicana)

Francesc Xavier Roig-Munar<sup>1,4</sup> , Pablo del Toro Piñero<sup>2</sup>, Oliver Olivo Batista<sup>3</sup>, Carla Garcia-Lozano<sup>4</sup>  
Juan José Uranga Gor<sup>5</sup> , Bernardí Gelabert Ferrer<sup>1</sup> & Antonio Rodríguez-Perea<sup>1</sup>

1. Grup de Ciències de la Terra Departament de Biologia Universitat de les Illes Balears Crta. Valldemossa km 7.5 07122 Palma (Mallorca, Illes Balears).

2. Consultor en turisme i medio ambiente en zones del Caribe. C/ Higuericas, 2, 1-A. 30170 Mula, Murcia.

3. Consultor Departamento de Playas, Dirección de Planificación y Proyectos del Ministerio de Turismo. José Tapia Brea 303, Santo Domingo, Rep. Dominicana.

4. Laboratorio de análisis y gestión del Paisaje, Universitat de Girona, Plaça Ferrater Mora, 17003 Girona.

5. Ingeniero técnico agrícola, calle Cuesta, 4, el Rompido, Cartaya, Huelva, 21459.

Se registra por primera vez en la isla caribeña de la Española, República Dominicana, la presencia de bloques de grandes dimensiones ubicados sobre la costa rocosa y relacionados con eventos extremos. Se trata de bloques dispersos, algunos con imbricación, y ubicados en la costa de Sardinilla (San Pedro de Macorí, la Romana), S de República Dominicana. El registro amplía los estudios de bloques en el Caribe y abre la puerta a nuevas investigaciones relacionadas con eventos de ciclones y/o tsunamis en los países de Haití y República Dominicana.

Palabras clave: *Caribe, bloques, costa rocosa, eventos extremos, isla Española, República Dominicana.*

## First record of the presence of blocks associated with extreme events on the southern coast of Hispaniola (Dominican Republic)

The presence of large boulders located on a rocky coast and related to extreme events is registered for the first time on the Caribbean island of Hispaniola. These are scattered boulders, some overlapping, found on the coast of Sardinilla (San Pedro de Macorí la Romana), in the south of the Dominican Republic. The discovery expands boulders studies in the Caribbean and opens the door to new research related to cyclone and/or tsunami events in Haiti and the Dominican Republic.

Keywords: *Caribbean, boulder, rocky coast, extreme events, island Española, Dominican Republic.*

Las islas del Caribe se encuentran en el centro del cinturón de huracanes o ciclones tropicales, con un promedio de una tormenta superior a los 185 km cada 4 años. Eventos como los huracanes David, en 1978, Lenny en 1999 e Iván en 2004, con velocidades del viento superiores a 160 y 230 km/h respectivamente, tuvieron diferentes efectos de transporte y deposición de bloques sobre la costa rocosa (Scheffers, 2004). Mientras Iván movía rocas pequeñas, las rocas más grandes requerían tormentas con olas tres veces más altas, basadas en ecuaciones de altura de olas (Engel et al., 2010). El Caribe también está sujeto al impacto de tsunamis que han jugado un papel importante en la configuración litoral (Harbitz et al. 2012). Esta región, incluida la costa S de los Estados Unidos, es particularmente propensa a los tsunamis a medida que la placa

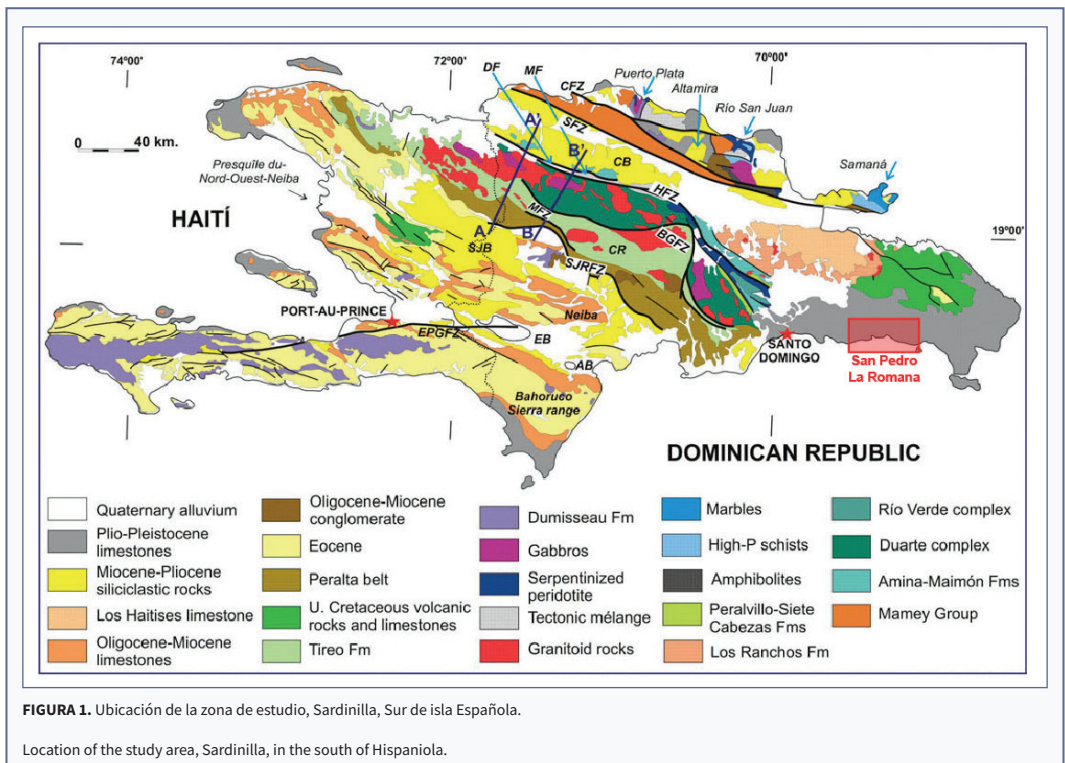
del Caribe se desliza hacia el E en relación con la placa de América del N, con una tasa de 2 cm/año, produciendo una fuerte actividad sísmica en la fosa de Puerto Rico (Scheffer, 2004).

Muchas islas del Caribe exhiben características de depósitos de sedimentos y bloques asociados eventos extremos. Aunque las olas de tsunamis y/o huracanes son hidrodinámicamente diferentes y, en consecuencia, se puede esperar que tengan diferentes impactos y registros sedimentarios y morfológicos. El registro de tsunami es uno de los más largos de América del N. con el primer tsunami reportado en Venezuela en 1498 (Harbitz et al., 2012). Lugo et al. (2000) demostró que existe una variación espacial sustancial en los efectos morfológicos después del impacto de ciclones y de tsunamis.

En las crestas de las playas los huracanes generan una elevada presencia de fragmentos bien redondeados y desgastados debido al movimiento potencial del oleaje a lo largo del tiempo (Scoffin, 1993). Por el contrario, las olas del tsunami afectan a los arrecifes y el evento es de corta duración, sin abrasión (Paris et al., 2008). Cualitativamente un depósito de tsunami y un depósito de huracán se comparan respecto al tamaño del depósito; el grado de abrasión; el espacio de distribución de sedimentos, fragmentos y bloques (Sheffers et al., 2009); y, también, con relación a la propia morfología de la costa (Roig-Munar et al., 2018).

Los depósitos de eventos extremos se han descrito en las islas de Cuba como huracanolitos y camellones de tormenta, relacionados con eventos de huracanes, tsunamis y de tormentas respectivamente (Iturralde-Vinent, 2017). Rodríguez-Valdés & Acosta-Rodríguez (2017) aplicaron las ecuaciones de *Transporte Figure* (Scheffer & Kelletat, 2003) a huracanolitos que presentaban distribuciones e imbricaciones propias de tsunami, llegando a la conclusión que los datos morfométricos correspondían a eventos de tsunamis.

Otros bloques se han descrito en las islas de Bahamas, Guadalupe, Santa Lucía, Granada, Turks and Caicos, Aruba, Jamaica, Curazao, Bonaire y la costa de Yucatán, con bloques de hasta 25 T de peso, y atribuibles a tsunamis (Scheffers & Kelletat 2004). Según Rodríguez-Vidal et al. (2011) hay varias referencias del impacto del tsunami de Lisboa de 1755 en las costas de las islas caribeñas. Los impactos se describen en Antigua y Barbados, donde se estimó un run-up de 3,7 m, en Dominica con 3,7 m, en Saba con 6,4 m y San Martín con 4,5 m (Lander et al., 2002). También hay referencias del efecto del tsunami en isla Española y Cuba (O'Loughlin & Lander, 2003). Según Shaw & Benson (2015) todos los tsunamis caribeños registrados y verificados se encuentran relacionados con terremotos asociados a la parte central y oriental de la placa caribeña, la cuenca occidental del Caribe, incluido el W de Cuba, Yucatán y el golfo de México, y la placa Estadounidense. En República Dominicana, en las lagunas costeras de Bahía de Ocoa se identifican depósitos de arena gruesa atribuible a un tsunami (Fuentes & Huérfano-Moreno, 2013). En playa Cosón, costa NE, se identificaron sedimentos



marinos poco profundos y foraminíferos de taxones abisales (Scheucher et al., 2011). En Puerto Viejo, SE, se identificaron foraminíferos bentónicos marinos de profundidades abisales, así como una alta cantidad de taxones planctónicos. Estos depósitos fueron relacionados con el tsunami de 18 de octubre de 1751 de Puerto Viejo (Scheucher & Vortisch, 2011) y con el tsunami del 8 de agosto de 1946 en la playa Cosón.

El presente estudio analiza por primera vez bloques de eventos extremos ubicados sobre plataformas litorales en la isla Española. El objetivo del presente trabajo es la descripción y análisis de bloques de grandes dimensiones ubicados en frentes hoteleros. Estos bloques se encuentran asociados a eventos extremos y presentan un potencial riesgo geológico. El trabajo describe y analiza la primera ubicación de bloques asociados a eventos extremos descritos en isla Española, aportando datos sobre geomorfología y morfometría de bloques, así como los run-up necesarios para su desplazamiento asociados al impacto de ciclones y/o tsunamis sobre la costa rocosa, ampliando los trabajos

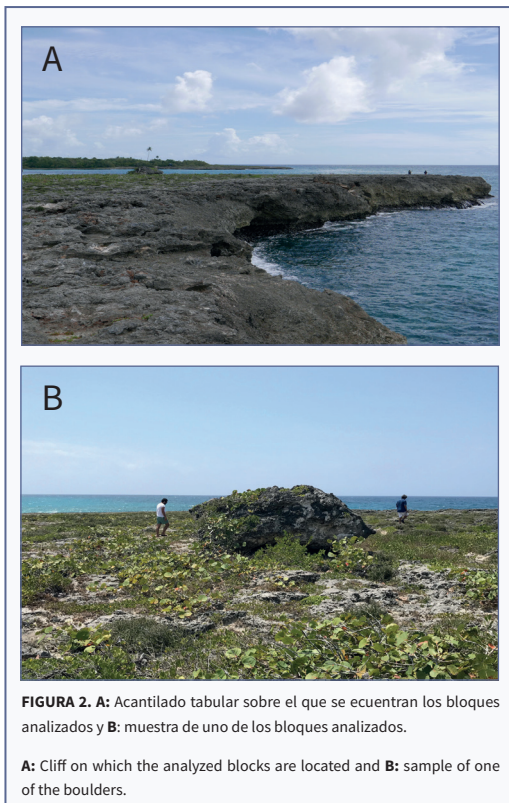
existentes sobre morfometría de bloque en las costas de las islas del Caribe (Scheffers, 2002; Morton et al., 2008; Rowe et al., 2009; Engel et al., 2016) y los trabajos de tsunamis en República Dominicana (Scheucher et al., 2011; Scheucher & Vortisch., 2011).

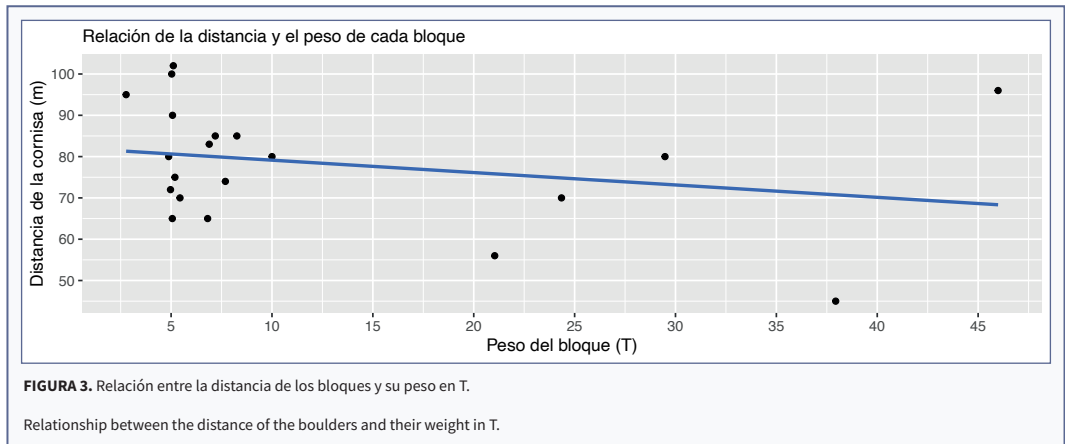
## Área de estudio

Se analizan los bloques ubicados en la costa rocosa de Sardinilla, San Pedro de Macorí la Romana, S de República Dominicana, isla Española (Fig. 1). Estos bloques se encuentran ubicados en la franja litoral formada por construcciones biogénicas de calizas arrecifales, correspondientes al complejo arrecifal-lagoon del Pliocuatrnario, correspondiente a la unidad los Haitises-Yanigua (Ayala et al., 2017). Se trata de formaciones equivalentes a las características geológicas del dominio en el que se incluye la llanura costera del Caribe, elevada a comienzos del Cuaternario, representado sedimentos de origen litoral en el borde meridional de isla Española (Hernaiz et al., 2002). Sobre la morfoestructura heredada de la plataforma Pliocuatrnaria han actuado procesos externos, con mayor o menor intensidad, de meteorización química de tipo kárstico. Se trata de una costa rocosa formada por los niveles de barrera arrecifal más recientes originados por el efecto del levamiento generalizado de la región, formando pequeños acantilados de pocos metros de altura (entre 2 a 6 m s. n. m.), y con morfologías de base tipo *notche*. Su litoral se configura principalmente como una costa baja, pero acantilada de plataformas tabulares de abrasión, denudada de vegetación en los primeros metros, y con presencia de mantos eólicos asociados a la presencia de bloques.

## Metodología

Se analizan morfométricamente 20 bloques (Fig. 2) situados sobre los acantilados de la zona de estudio (Fig. 1). De todos los bloques se miden el eje largo (A), el eje medio (B) y el eje corto (C), su altura en relación al nivel de la mar, la distancia a la cornisa del acantilado y su orientación. Para poder estimar la masa de cada bloque se determina la densidad mediante dos muestras tomadas en los bloques analizados. Se aplica una reducción del volumen ( $A \cdot B \cdot C$ ) siguiendo la metodología de Roig-Munar (2016), para obtener una mayor fiabilidad de los datos finales. A cada bloque se ha aplicado la ecuación hidrodinámica definida por Engel & May (2012), aportando a los resultados de la ecuación





la altura de cada bloque para determinar la sobre-elevación (run-up) necesaria del flujo que ha desplazado cada bloque (Zhao et al., 2017). Estas ecuaciones permiten determinar las alturas de ola de tormenta (Hs) y tsunami (Ht) para transportar los bloques bajo dos supuestos, que hayan sido arrastrados (1) o arrancados (2):

(1): Bloques arrastrados

$$H_t = 0,5 \cdot \mu \cdot V \cdot \rho_s / C_d \cdot (A \cdot C \cdot q) \cdot \rho_w$$

$$H_s = 2 \cdot \mu \cdot V \cdot \rho_b / C_d \cdot (A \cdot C \cdot q) \cdot \rho_w$$

(2): Bloques arrancados

$$H_t = (\rho_b - \rho_w) \cdot V \cdot (\text{cuerpo} \theta + \mu \sin \theta) / 2 \cdot \rho_w C_l \cdot A \cdot B \cdot q$$

$$H_s = (\rho_b - \rho_w) \cdot V \cdot (\text{cuerpo} \theta + \mu \sin \theta) / 0,5 \rho_w C_l \cdot A \cdot B \cdot q$$

Donde:

Ht: es altura del flujo de tsunami; A: es el eje largo del bloque; Cd: es el coeficiente de arrastre; Hs: es la altura del flujo de tormenta; B: es el eje medio del bloque; Cl: es el coeficiente de flotabilidad; ps: corresponde a la densidad del bloque; C: es el eje corto del bloque; Cm: corresponde al coeficiente de masa; pw: es la densidad del agua de mar; g: es la fuerza de la gravedad; μ: corresponde al coeficiente de fricción; V: es el volumen resultado de la multiplicación de A·B·C del bloque; q: corresponde al

coeficiente de área del bloque, y θ: es la pendiente de la plataforma sobre la que se ubican los bloques.

### Resultados

Los datos morfométricos medios de los bloques analizados pueden observarse en la Tabla 1, donde los ejes A, B y C presentan valores medios de 2,85, 2 y 1,3 m respectivamente, aunque encontramos valores superiores del eje A de 6,5 m. El peso medio de los bloques es de 13,53 T y se encuentran a una altura media de 4,6 m s.n.m, y a una distancia media de 78,4 m de la cornisa del acantilado. Destaca la presencia de 5 bloques que presentan pesos comprendidos entre 21,04 T y 45,99 T, ubicados a distancias superiores a los 55 m y alturas de 4,8 m. La orientación media de los bloques es de 203,7°, acordes con las direcciones predominantes de fenómenos extremos de ciclones y de tsunamis que afectan al área de estudio (MMAyRN, 2012).

En la Fig. 3 se observa la distribución de los bloques en función de su peso y de su distancia en relación a la cornisa del acantilado (Fig. 2). Observamos una agrupación bien definida, entre los 65 y 105 m de distancia, con bloques que presentan un peso medio de 6,5 T. Dentro de esta plataforma se observan cinco casos de bloques con pesos superiores a las 20T y ubicados entre 45 y 95 m. Esta distribución hace necesario considerar la posibilidad de varios eventos extremos sobre la misma área, y que han supuesto fases de arranque y transporte no necesariamente coetáneas.

Observamos sobre la plataforma bloques correspondientes a la agrupación de menor tamaño (Fig. 3) presentándose mediante agrupaciones imbricadas (Fig.

| Bloques arrancados |       | Bloques arrastrados |      |
|--------------------|-------|---------------------|------|
| Rt                 | Rs    | Rt                  | Rs   |
| 7,48               | 16,43 | 5,04                | 6,66 |

**TABLA 1.** Valores de los 20 bloques analizados, correspondientes a los ejes del bloque, su altura sobre snm, distancia, dirección y peso.  
Average of the 20 boulders analyzed, corresponding to the axes of the boulders, its height above sea level, distance, direction and weight.

4), indicador de flujo de tsunami. De los 20 bloques analizados destacan dos que corresponden claramente a bloques arrancados, conservando su morfología de *notch*. Así mismo muchos de los bloques se encuentran ubicados dentro de la zona boscosa, destacando que esta masa arbórea se sustenta sobre acúmulos sedimentarios de origen carbonatado de grano medio y grueso, con potencias superiores a los 1,90m (Fig. 4), y que podría representar acumulaciones de tsunamitas ubicadas a más de 150m de la línea de costa. A lo largo de la zona de estudio no se identifican morfometrías ni sedimentos que puedan ser relacionados con ciclones.

La aplicación de las fórmulas de Engel & May (2012) permite obtener la altura mínima del flujo de agua necesario para desplazar cada bloque por medio de oleaje (Hs) o por medio de tsunami (Ht). A ellos se les añade la altura snm de cada bloque para obtener su run-up (Tabla 2, Fig. 5) bajo dos supuestos: bloques arrancados y bloques arrastrados, descartando en este trabajo las ecuaciones de bloques sumergidos, ya que no se han localizado en el trabajo de campo bloques correspondientes a fondo marino.

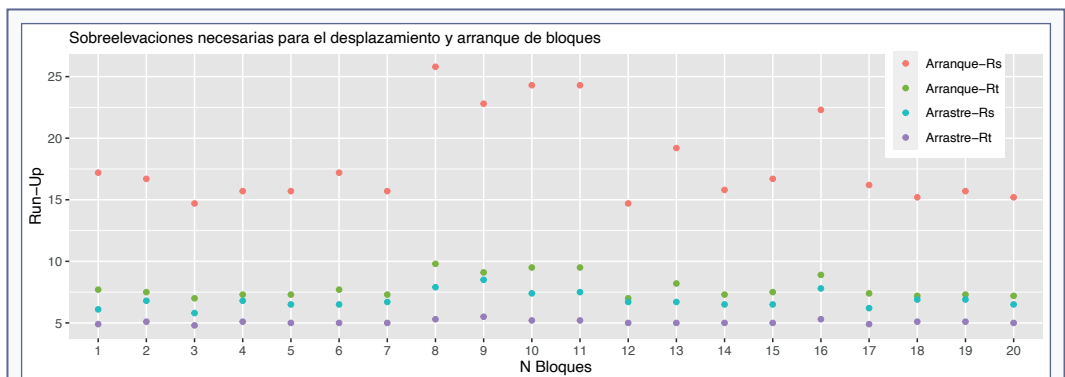
En el caso de los bloques arrancados los resultados muestran que para su arranque y desplazamiento se requiere un run-up de 7,48m para tsunamis (Rt) y de 16,43m para tormentas (Rs). Observamos en la Fig. 5 que los bloques de más peso requieren *run-ups* superiores a los 20m. Por lo que respecta a bloques arrastrados sobre la plataforma, los valores de *run-up* para Rt es de 5,04m y de 6,66 m para Rs. Los valores obtenidos

de la columna de agua para el supuesto de temporales son muy elevados en el caso de arranque, por lo que se descarta su relación con los temporales. Así mismo, el supuesto de arrastre por temporales podría ser una



**FIGURA 4. A:** Presencia de bloques imbricados en el limite de la zona boscosa. **B:** Acumulaciones de sedimento de grano medio y grueso.

**A:** Presence of imbricated boulders at the edge of the wooded area. **B:** Accumulations of medium and coarse-grained sediment.



**FIGURA 5.** Representación gráfica de las columnas de agua necesarias (*run-up*) para el desplazamiento de bloques mediante arrastre o arranque: Rt: tsunamis, Rs: temporales.

Graphical representation of the water columns or necessary lifts (*run-up*) for the movement of blocks under different scenarios by start and drag: Rt: tsunamis, Rs: storm.

| Eje A (m) | Eje B (m) | Eje C (m) | Altura (m) | Distancia (m) | Dirección (°) | Peso (T) |
|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|---------------|----------|
| 2,85      | 2         | 1,3       | 4,6        | 78,4          | 203,7         | 13,53    |

**TABLA 2.** Valores de sobreelevación o run-up necesarias bajo supósitos de bloques arrancados y bloques desplazados.

Required run-up values under the assumptions of plucked or dragged boulders.

opción válida, aunque la distancia de estos de la línea de costa y la presencia de vegetación, invalida su relación con temporales. Por ende, los resultados prueban su origen extraordinario (Fig. 5).

### Conclusiones y discusión

Los resultados preliminares de este trabajo apuntan que los bloques se encuentran asociados a una dirección dominante de eventos extraordinarios como tsunamis, representando un potencial riesgo geológico para las instalaciones del frente hotelero litoral ubicadas en la zona.

La posición de los bloques, sus alturas, sus distancias sobre la cornisa del acantilado, su disposición y distribución, la formación de cordones y agrupaciones, algunos de ellos imbricados, así como la presencia de campos sedimentarios de grano medio y grueso, dan validez a los resultados de las ecuaciones hidrodinámicas aplicadas en este trabajo para asociar estos bloques a tsunamis. Aún así hay que considerar la posibilidad de que los bloques hayan sido emplazados en dos fases, en base a la representación de la Figura 3: una primera fase de arranque que podría estar relacionada con un evento de tsunami y una segunda fase de traslación, claramente de tsunami y que trasladaría los bloques de mayores dimensiones a la vez que retomaría los de menores dimensiones arrastrándolos a mayor distancia.

Se descarta la afectación de ciclones sobre el área por el tipo de patrones de sedimentación observados, permitiendo los resultados de la formulación de Engel & May (2012) confirmar que el transporte se produjo por un tsunami y/o por las secuencias de varios tsunamis sobre la misma área.

Los bloques analizados en Sardinilla son los primeros bloques descritos en isla Española, y amplían los estudios de bloques asociados a tsunamis en la zona del Caribe, aportando un nuevo dato a los estudios referentes a presencia de sedimento grueso y de origen abisal en República Dominicana, y reforzando las

postulaciones de afectación de tsunamis en la costa S de la isla Española. Es aconsejable que los sedimentos de origen tsunamítico descritos en Sardinilla sean analizados para determinar los hábitats de profundidad de sus foraminíferos y confirmar que se trata de sedimentos asociados a grandes flujos de tsunamis. Así mismo, es necesario realizar campañas para la identificación de nuevos emplazamientos de bloques o sedimentos gruesos en las costas rocosas de la isla.

### Agradecimientos

Los resultados del presente estudio se enmarcan dentro de los proyectos de consultoría ambiental sobre riesgos geológicos asociados a espacios turísticos y recreativos del litoral de República Dominicana. Dentro del marco de los proyectos: A.- Ordenación y gestión litoral de complejos hoteleros del Grupo Hotelero Piñero. B.- Planes de ordenación y gestión litoral del Departamento de Planificación y Proyectos (DPP) del Ministerio de Turismo de República Dominicana. C.- Proyectos de Cooperación litoral en República Dominicana asociados a las ayudas del Banco de Desarrollo Internacional (BID). Agradecemos a Pedro Jiménez y Tolo Planisi que nos facilitaran el desplazamiento a Sardinilla, y a Santiago Carrascón la realización de un vuelo drone. Así mismo los autores agradecen a los revisores anónimos sus sugerencias y aportaciones.

### Bibliografía

- Ayala, C., García-Lobón, J. L., Escuder-Viruete, J., Rey-Moral C., Pérez-Estaún, A. & Padín-Deben, A. 2017.** High resolution magnetic, regional gravity and petrophysical characterization of the Dominican Republic tectonic domains with special focus on the Central Cordillera. *Boletín Geológico y Minero*, 128 (3): 611-631.
- Engel, M. & May, S. M. 2012.** Bonaire's boulder fields revisited: Evidence for Holocene tsunami impact on the Lee-ward Antilles. *Quaternary Science Reviews*, 54: 126-141.
- Engel, M., Brückner, H., Wennrich, V., Scheffers, A., Kelletat, D., Vött, A., Schäbitz, F., Daut, G., Willershäuser, T. & May S. M. 2010.** Coastal stratigraphies of eastern Bonaire (Netherlands Antilles): New insights into the palaeo-tsunami history of the southern Caribbean. *Sedimentary Geology*, Volume 231 (1-2): 14-13
- Engel, M., Oetjen, J., May, S. M., & Brückner, H. 2016.** Tsunami

deposits of the Caribbean – Towards an improved coastal hazard assessment. *Earth Science Reviews*, 163: 260-296.

- Fuentes, Z. & Huérffano-Moreno, V. 2013.** Earthquake potential of the Muertos Trough: onshore sleuthing for tsunami deposits. *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 45(2): 63.
- Harbitz, C. B., Glimsdal, S., Bazin, S., Zamora, N., Løvholt, F., Bungum, H., Smebye, H., Gauer, P. & Kjekstad O. 2012.** Tsunami hazard in the Caribbean: Regional exposure derived from credible worst case scenarios. *Continental Shelf Research*, 38: 1-23.
- Hernaiz Huerta, P. P. & Pérez-Estaún, A. 2002.** Estructura del cinturón de pliegues y cabalgamientos de Peralta, República Dominicana. *Acta Geológica Hispánica*, 37: 183-205.
- Iturralde-Vinent, M. 2017.** Huracanolitos, eventos de oleaje extremo y protección de las obras costeras. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 7 (2): 1-7.
- Lander, J. F., Whiteside, L. S. & Lockridge, P. A. 2002.** Brief history of Tsunamis in the Caribbean Sea. *Science of Tsunami Hazards*, 20 (2): 57-94.
- Lugo, A. E., Rogers, C. S. & Nixon, S. W. 2000.** Hurricanes, coral reefs and rainforests: resistance, ruin and recovery in the Caribbean. *Ambio*, 29: 106-114.
- MMAyRN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012.** Atlas de Biodiversidad y Recursos Naturales de la República Dominicana. 122 pp. Gobierno de República Dominicana, Santo Domingo, República Dominicana.
- Morton, R., Richmond, B., Jaffe, B. & Gelfenbaum, G. 2008.** Coarse-clast ridge complexes of the Caribbean: A preliminary basis for distinguishing tsunami and storm-wave origins. *Journal Sediment Research*, 78: 624-637.
- O'Loughlin, K. F. & Lander, J. F. 2003.** Caribbean tsunamis; a 500-year history from 1498–1998. 199 pp. Kluwer Academic. Dordrecht.
- Paris, R., Wassmer, P., Sartohadi, J., Lavigne, F., Barthomeuf, B., Desgages, E., Grancher, D., Baumert, Ph., Vaultier, F., Brunstein, D. & Gomez, C. 2008.** Tsunamis as geomorphic crisis: lessons from the December 26, 2004 tsunami in Lhok Nga, west Banda Aceh (Sumatra, Indonesia). *Geomorphology*, 104 (1-2): 59-72.
- Rodríguez-Valdés, A. R. & Acosta-Rodríguez, E. 2017.** Megabloques en Trinidad: Generalidades de su Morfometría, *Serie Oceanológica*, 16: 1-7.
- Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L. M., Abad, M., Ruiz, F., González-Regalado, M. L., Finlayson, C., Finlayson, G. D., Rodríguez-Llanes, J. M. & Bailey, G. 2011.** The recorded evidence of AD 1755 Atlantic tsunami on the Gibraltar coast. *Journal of Iberian Geology*, 37 (2): 177-193.
- Roig-Munar, F. X., 2016.** Blocs de tempesta i tsunamis a les costes rocoses de les Illes Balears. Anàlisi geomorfològica i morfomètrica. 410 pp. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- Roig-Munar, F. X., Vilaplana, J. M., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á. & Gelabert, B. 2018.** Tsunamis boulders on the rocky shores of Minorca (Balearic Islands). *Nat. Hazards Earth Systems Science*, 18: 1985-1998.
- Rowe, D. A. C., Khan, S. A. & Robinson, E. 2009.** Hurricanes or tsunami? Comparative analysis of extensive boulder arrays along the southwest and north coasts of Jamaica: lessons for coastal management. In: MacGregor, M., Dodman, D. & Barker, D. (Eds.): *Global Change and Caribbean Vulnerability: Environment, Economy and Society at Risk?* Press, Kingston, Jamaica: 49-73.
- Scheffers, A. 2002.** Paleotsunami in the Caribbean: Field evidences and datings from Aruba, Curaçao and Bonaire. *Essener Geography Arbeiten* 33: 185 pp.
- Scheffers, A., 2004.** Tsunami imprints on the Leeward Netherlands Antilles (Aruba, Curacao and Bonaire) and their relation to other coastal problems. *Quaternary International*, 120: 163-172.
- Scheffers, A. & Kelletat, D. 2003.** Sedimentologic and geomorphic tsunami imprints worldwide - a review. *Earth-Science Review*, 63: 83-92.
- Scheffers, A. & Kelletat, D. 2004.** Bimodal tsunami deposits: a neglected feature in paleo-tsunami research. Vol. 1, Eds by G. Schernewski, T. Dolch, *Geographie der Meere und Küsten. Coastline Reports.* Elsevier, pp. 67-75
- Scheffers, S. R., Haviser, J., Browne, T. & Scheffers, A. 2009.** Tsunamis, hurricanes, the demise of coral reefs and shifts in prehistoric human populations in the Caribbean. *Quaternary International*, 195: 69-87.
- Scheucher, L. E. A., Piller, W. E. & Vortisch, W. 2011.** Foraminiferal analysis of tsunami deposits: two examples from the northeastern and southwestern coast of the Dominican Republic, in: Bornemann, A., Brachert, T.C., Ehrmann, W. (Eds.), *SEDIMENT 2011 – Sediments: Archives of the Earth System*, Leipzig, June 23–26, 2011, Abstracts, pp. 86-87.
- Scheucher, L. E. A. & Vortisch, W. 2011.** Field survey and hydrodynamics of storm-deposited boulders in the Southwestern Dominican Republic: Playa Azul, Provincia De Barahona, in: Bornemann, A., Brachert, T.C., Ehrmann, W. (Eds.), *SEDIMENT 2011 – Sediments: Archives of the Earth System*, Leipzig, June 23–26, 2011, Abstracts: 88-89.
- Scoffin, T. P. 1993.** The geological effects of hurricanes on coral reefs and the interpretation of storm deposits. *Coral Reefs*, 12: 203-221.
- Shaw, C.E. & Benson, L. 2015.** Possible tsunami deposits on the Caribbean coast of the Yucatán peninsula. *Journal of Coastal Research*, 31(6): 1306-1316.
- Zhao, X., Chen, Y., Huang, Z. & Gao, Y. 2017.** A numerical study of tsunami wave run-up and impact on coastal cliffs using a CIPbased model. *Natural Hazards Earth Systems Science*, 17: 641-655.



# A paisaxe protexida dos Penedos de Pasarela e Traba (Costa da Morte, Galicia)

Augusto Pérez-Alberti

Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola. Universidade de Santiago de Compostela. Facultade de Bioloxía. Campus Universitario Sur. 15782 Santiago de Compostela. augustoperezalberti@gmail.com.

O macizo granítico de Pasarela e Traba atópase na Costa da Morte (Galicia, NO de España) e presenta unha disposición Norte-Sur. Na zona predomina a granodiorita biotítica de idade hercínica tardía, cuxo mineral principal é o feldespato rico en potasio. Trátase dun material granítico de grande uniformidade e grao grosso, que o distingue dos granitos de dúas micas que aparecen máis cara o leste. O lugar oficialmente chamado Penedos de Pasarela e Traba foi declarado o 12 de xaneiro de 2009 como paisaxe protexida pola Xunta de Galicia.

Para a presente investigación creouse un modelo dixital de elevacións (MDE) de 2 metros de resolución. A partir deste e con ortofotografías cunha resolución espacial de 15 cm construíronse mapas de pendentes e debuxáronse 7.038 polígonos con límites moi variados e 1.785 liñas de fractura. Obtívose a superficie das primeiras e coas segundas elaborouse un mapa de densidade de fracturación. Todo iso, xunto co traballo de campo, permitiu identificar e xeolocalizar 92 xeofomas singulares con deseños xeométricos, antropomórficos ou zoomórficos que fan dos Penedos un lugar de importancia internacional.

Palabras chave: Galicia, Península Ibérica, xeomorfoloxía granítica, Penedos de Pasarela.

## The protected landscape of Penedos de Pasarela and Traba (Costa da Morte, Galicia)

The granite massif of Pasarela and Traba is located in Costa da Morte (Galicia, NW Spain) and their orientation is North-South. This area is dominated by biotite granodiorite, of late hercynic age, whose main mineral is the feldspar rich in potassium. This is a granite material with a great uniformity and coarse grain, which distinguishes it from two mica granites that appear further east. The officially called Penedos de Pasarela e Traba was declared as protected landscape on January 12, 2009, by the autonomous government of Galicia.

For the present investigation, a 2-meter resolution Digital Elevation Model has been created. From this data and with the 15 cm of spatial resolution orthophotographs, slope maps have been constructed and 7,038 polygons with very varied limits and 1,785 fracture lines have been drawn. The surface area of the first ones has been obtained and with the second ones a fracture density map has been elaborated. All of this and the fieldwork surveys, has made it possible to identify and geolocate 92 singular geofoms with geometric, anthropomorphic or zoomorphic designs that make the Penedos a place of international importance.

Keywords: Galicia, Iberian Peninsula, granitic geomorphology, Penedos de Pasarela.

Os Penedos de Pasarela e Traba están situados na Costa da Morte dentro da provincia da Coruña (Fig. 1) a cabalo entre os concellos de Laxe, ao norte, e Vimianzo, ao sur. Pola súa singularidade e valor foron declarados Paisaxe Protexida pola Xunta de Galicia o 12 de xaneiro de 2009, tal como aparece reflectido no decreto do Diario Oficial de Galicia do 11 de decembro. O espazo que abrangue unha superficie 212 ha debuxa un espazo alongado que se estira uns 2,5 km de norte a sur

e uns 900 m de leste a oeste. A súa elevación máxima acadada os 274 m na Torre da Moa.

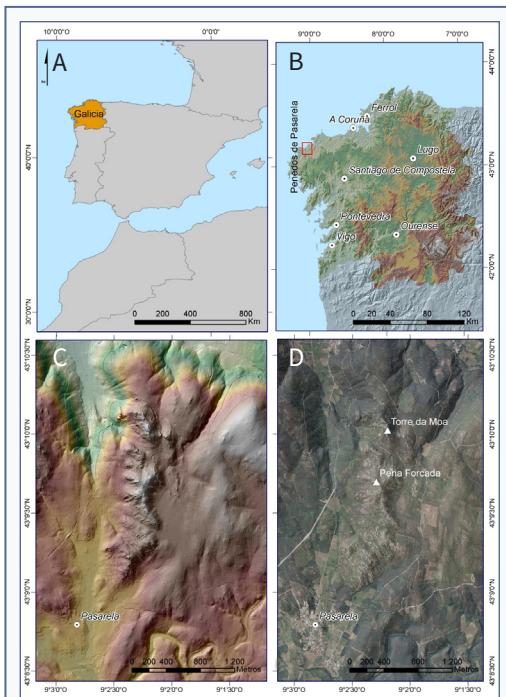
Litolóxicamente (Fig. 2) no sector (IGME, 1979) dominan as granodioritas que cara o leste entran en contacto cos granitos de dúas micas. Trátase dunha granodiorita biotítica de idade tardihercínica pertencente ao nomeado como Macizo de Traba, que presenta unha grande uniformidade, cunha estrutura granuda tendente á porfídica, e na que o mineral dominante é

o feldepató potásico que presenta unha cor rosada ou branca, segundo os sectores, e na que son abundosas as veas de plaxioclasa. A súa idade, segundo Priem et al. (1965), é de  $274 \pm 11$  millóns de anos.

Climáticamente a área (Martínez Cortizas e Pérez Alberti, 1999) está dentro do dominio ombrotérmico quente e húmido, caracterizado por valores que superan os  $14^{\circ}\text{C}$  de temperatura media anual e entre os 1200mm-1400mm de precipitacións. A cuberta vexetal está moi transformada por mor das plantacións de coníferas e polos incendios reiterados ao longo do tempo. Entre as especies arbóreas autóctonas visibles é de destacar o carballo, *Quercus robur*, mentres que no mato domina a *Erica ciliaris* e o toxo, *Ulex europaeus*. Pola súa parte, en pequenas depresións alveolares nas que se concentra unha maior humidade, é abundante a *Erica tetralix*.

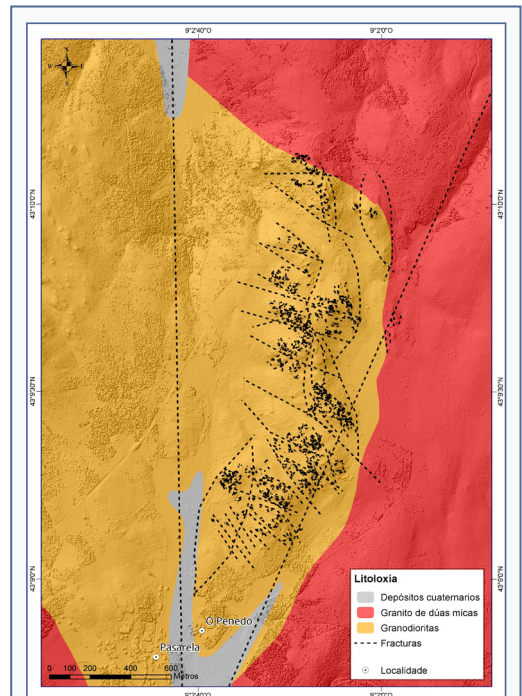
As paisaxes rochosas, as que denominamos

litopaisaxes no seu intre no caso de Galicia (Pérez Alberti et al., 2014) son das máis espectaculares que se poden admirar en calquera lugar do mundo. Entre elas destacan as modeladas sobre rochas graníticas que foron obxecto de numerosos estudos por autores diversos. Pódense citar, por vía de exemplo, as publicacións que versan a nivel xeral (Vidal Romaní e Twidale, 1998; Twidale, 2012; Migoñ, 2021), ou as que se centran en lugares concretos, caso de Australia (Centeno e Twidale, 1988; Campbell, 1997; Withers, 2000); USA (Bezy, 1998); Escocia (Hall e Phillips, 2006); Namibia (Migoñ e Goudie, 2003); Singapur (Migoñ e Prokop, 2013); Francia (Fort e Andre, 2013); Brasil (Maia et al., 2015; Maia e Nascimento, 2018); Austria (Michniewicz et al., 2015); Suecia (Johansson et al., 2001) ou Portugal (Vieira e Cunha, 2002; Vieira, 2007, 2008, 2010; Migoñ e Vieira, 2014; Pereira et al., 2007; Pereira e Pereira, 2020). No caso español destacan as que describen as formas graníticas do Sistema Central (Pedraza Gilsanz, 1989; Pedraza Gilsanz et al., 1989); as de Extremadura (Amelia, 1984) ou as de Catalunya (Vilaplana,



**FIGURA 1.** Situación da área de estudo. **A:** localización de Galicia no contexto peninsular; **B:** a zona analizada no contexto galego; **C:** mapa hipsométrico da zona de estudo; e **D:** ortofotografía aérea do ano 2010 do sector de Pasarela (IGN, 2010).

Study area location. **A:** Galicia location in the Iberian Peninsula context; **B:** analyzed sector in the galician context; **C:** hypsometric map of study area; and **D:** orthophotography of Pasarela sector in 2010 (IGN, 2010)



**FIGURA 2.** Mapa litolóxico. Modificado a partir dos datos do Instituto Geolóxico y Minero de España (IGME, 1979).

Lithological map. Modified from Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 1979).

1987; Buxó, e Pau, 1994; Roqué e Pallí, 1996; Pallí e Buxó, 1996). En Galicia hai que citar especialmente os traballos de Vidal Romani, 1985, 1989; Vidal Romani e Twidale, 1998; Vidal Romani e Yepes, 2004; de Uña, 1997, 1988; de Uña et al., 2012; Pérez Alberti, 1990 ou Pérez Alberti e Guitián Rivera, 1992.

### Materiais e metodoloxía

Os resultados que se expoñen a continuación son froito, por unha banda, dun intenso estudo de campo e doutro de gabinete. Neste caso a investigación centrouse na análise de MDEs e ortofotografías empregando diferentes ferramentas do programa ArcGis 10.8.1 (licenza USC) co obxectivo de entendelas razóns da xénese e distribución das xeofomas graníticas. O resumo dos materiais empregados e dos procesos levados a cabo recóllese na Táboa 1.

O traballo de campo permitiu identificar as xeofomas máis singulares polo seu aspecto antropomorfo, zoomorfo ou multiforme. Leváronse a cabo distintas campañas desde unha primeira feita en 2009 (Pérez Alberti e López Bedoya, 2009) ata a máis máis recente de 2022. Neste último caso empregouse un GPS Stonex S7-S de precisión submétrica para poder situar as xeofomas máis singulares. Hai que sinalar que o traballo viuse favorecido pola catalogación levada cabo por Lema e Mouzo (2012) que ademais foron quen de pórllles nome as formas. A este respecto hai que indicar

que as denominacións propostas varían nalgúns casos para unha mesma figura do mesmo xeito que a percepción de moitas delas muda en función da perspectiva desde a que se observen.

### O papel da tectónica e dos procesos de meteorización na xénese das xeofomas

A análises do MDE permitiu debuxar con precisión todo os sistemas de fracturas visibles ata a escala xa citada de 1:100. En total foron trazadas 1786 liñas que permitiron vela a súa distribución e configuración (Fig. 3A) e elaborar de xeito preciso unha rosa de orientacións dominantes, na que destacan as máis longas (Fig. 3B) e outra na que están incluídas tan só as fracturas de menos de 10 m de lonxitude, que nos permite coñecer dun xeito máis exacto tanto o modelado de detalle (Fig. 3C), así como o mapa de densidades de fracturación. Na primeira, Fig. 2, vese, por unha banda, como se alonga cunha dirección N-S unha gran fractura que xera o corredor que delimita os Penedos polo oeste. Polo leste no modelo dixital óllase outra que leva a dirección NNE-SSO. As dúas conflúen no sector de O Penedo-Pasarela. Ao ampliar a escala nótase como entre as dúas grandes discontinuidades aparece un conxunto de formas sigmoides ben delimitadas que, a súa vez, fragmentáanse en numerosos anacos marcados por multitude de fracturas de menor tamaño que, vistas en detalle reproducen de xeito fractal esa fragmentación

| Material                      | Fonte                  | Proceso   | Escala de deseño | Resultado   | Formato                    |
|-------------------------------|------------------------|---|------------------|---|----------------------------|
| Arquivos LAS (2010, 2015)     | Xunta de Galicia e IGN | Construción de modelos dixitais de elevación e de superficie. | 1:100            | Deseño do mapa de fracturas. Elaboración do mapa de pendentes | Raster                     |
| Ortofotografías (2010 e 2020) | IGN                    | Delimitación da rede de fracturas.                            | 1:100            | Mapa de fracturas.  | Vectorial (1785 liñas)     |
|                               |                        | Delimitación de xeofomas                                      |                  | Mapa de densidade de fracturación.                            | Raster                     |
|                               |                        | Situación de xeofomas singulares                              | 1:100            | Mapa de xeofomas  | Vectorial (7038 polígonos) |
|                               |                        |   |                  | Mapa de superficie da xeofomas                                |                            |
|                               |                        |   |                  | Mapa de xeofomas singulares.                                  | Vectorial (92 puntos)      |

**TÁBOA 1.** Materiais, procesos e resultados levados a cabo na investigación.

Used information, processes and results obtained in this research.

sigmoidal. A este sistema de fracturación, que podemos denominar vertical e que é posible observar desde unha perspectiva cenital, hai que engadirlle outro conxunto de fracturas e diaclasas horizontais ou sub-horizontais paralelas a superficie do terreo, xeralmente de perfil curvo, que están asociadas a procesos relacionados en parte coa xénese do plutón granítico e a súa posterior exhumación aínda que exista discusión en canto a como se formaron e cal é o seu rol (Twidale, 1973; Twidale eSved, 1978; Vidal Romani e Twidale, 2000; Johansson et al., 2001).

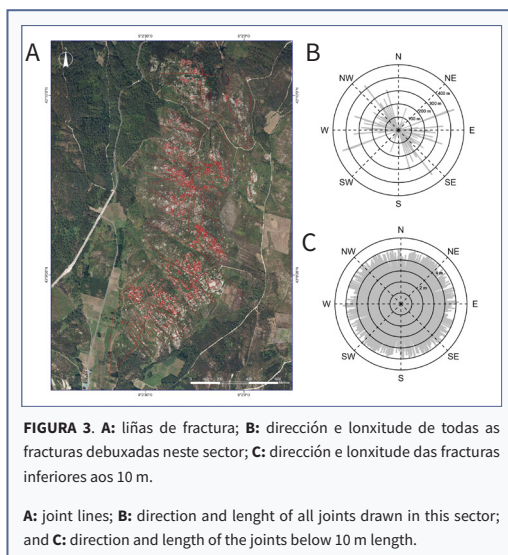
Esta combinación de fracturas con direccións e curvaturas diferentes, que tivo sen dúbida un papel esencial na delimitación das xeofomas graníticas, foi o resultado da longa evolución xeotectónica de Galicia na que entraron en xogo tres feitos a destacar: as oroxenias Varisca (ou Herciniana) e a Alpina, desenvolvidas por mor de procesos de converxencia de placas tectónicas e dos conseguintes movementos intraplacas, e a apertura do Atlántico, por mor dunha fase de diverxencia. Durante a primeira, que se produciu ao final do Paleozoico, entre finais do Devónico e mediados del Pérmico e que foi estudiaada por diferentes autores, dun xeito especial por Matte (1968), Parga (1969), Capdevilla e Floor (1970) ou Boillot et al. (1974), a fase máis importante, desde o punto de vista xeomorfolóxico, semella ter sido a final. Neses intres o territorio galego fragmentouse en numerosas parcelas limitadas por unha serie de fracturas conxugadas NE-SO, con

direccións que oscilan arredor dos 50°N cun desprazamento horizontal do bloque suroeste cara o nordeste (Parga Peinador, 1969).

A apertura do Atlántico, máis tamén do Cantábrico, hai que vencellala coa existencia de dous *rifts* (zonas da codia terrestre nas que se está a producir unha diverxencia de dúas placas tectónicas), un situado no actual Golfo de Vizcaya e outro separando a Península de América do Norte, que marcaron o inicio da etapa fundamental da xénese do Atlántico. Segundo os estudos realizados por Vanney et al. (1979), a inicios do Mesozoico comezou unha fase de *rifting*, é dicir de separación dos continentes que, como xa ten dito Pannekoek (1966) deu lugar a toda unha intensa rede de fracturación con dirección N-S visible, por vía de exemplo, na chamada depresión meridiana que se alonga preto da costa entre os lugares de Baldaio ao norte e Tui ao sur, máis tamén noutras paralelas a ela.

Durante a oroxénese Alpina (De Vicente e Vegas, 2009) a converxencia das placas Eurasia-Africa seguiu unha dirección compresiva de norte a sur, que se produciu ao longo da fronteira cantábrico-pirenaica durante el Eoceno-Mioceno inferior, reactiváronse dúas cinturas de desligamento lateral esquerdo con direccións NNE-SSO (Martín-González, 2009) que afectaron aos sectores intraplacas xerando non só liñas de debilidade senón tamén favorecendo a xénese de formas sigmoides que marcan o deseño de moitos sectores do terreo a modo de cascos de barcos, e que se repiten de xeito reiterativo a diferentes escalas espaciais.

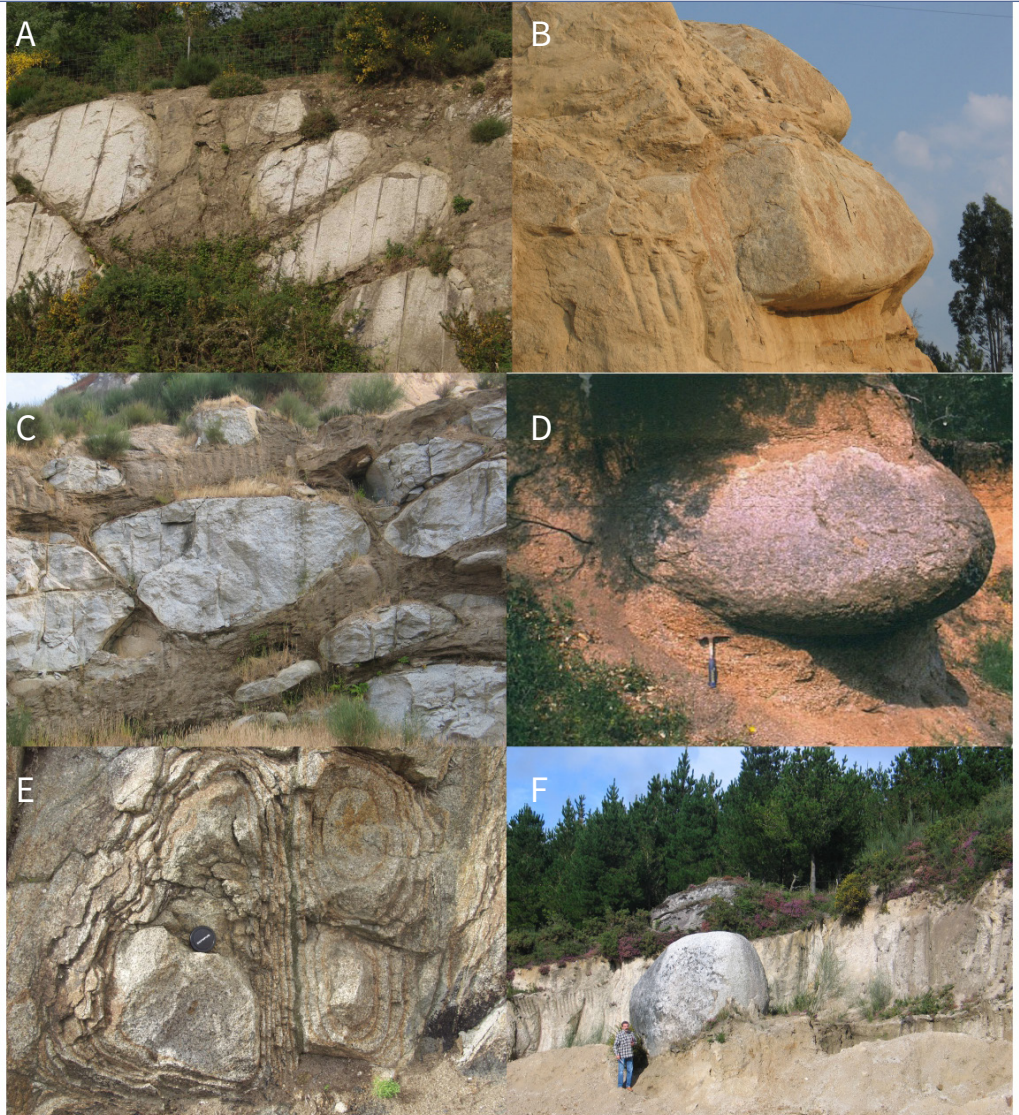
As características da rocha, é dicir a súa composición mineral, a súa textura e a densidade de fragmentación por mor de diaclasas e fracturas, inflúen sen dúbida na velocidade de meteorización. Os granitos, ao estar compostos por cristais entrelazados de cuarzo, feldspato e mica, si é fresco ten unha baixa porosidade e permeabilidade; por contra si está fracturado é máis permeable porque a auga penetra na rocha ao longo das discontinuidades que se producen a diferentes escalas, desde as micro-gretas dentro dos minerais ata as que poden acadar centos de metros cando non quilómetros de lonxitude. A consecuencia diso, as rochas que están moi fracturadas son máis susceptibles á meteorización que aquelas nas que as fracturas están ausentes, moi separadas ou fortemente pechadas (Campbell, 1997), Segundo Ehlen (1999, 2002) non só se dan diferencias estatisticamente significativas nas separacións medias



das fracturas e nas lonxitudes medias das trazas co aumento da meteorización, senón que o seu aspecto tamén cambia a medida que avanza aquela. Non cabe dúbida, pois, de que existe un claro control estrutural na evolución das paisaxes graníticas (Migoñ, 2004; Pérez Alberti e Blanco Chao, 2005).

Así pois, os granitos son rochas que nas latitudes

medias nas que está situada Galicia, resisten ben a acción das correntes de auga ou das ondas do mar. Sen embargo esta resistencia ás acción mecánicas vese alterada nestas discontinuidades que xeran liñas de debilidade que se converten en camiños polos que avanza a meteorización. A súa eficacia medra co aumento das temperaturas e das precipitacións, dado que se



**FIGURA 4.** Exemplos da meteorización do granito en profundidade: **A:** Contorna da cidade de Lugo; **B e C:** Contorna da cidade de Vilagarcía de Arousa (A Coruña); **D e F:** Macizo de Manzaneda (Ourense); **E:** Estaca de Bares (A Coruña).

Examples of granite weathering in depth: **A:** around Lugo city; **B:** and **C:** around Vilagarcía de Arousa (A Coruña); **D and F:** Manzaneda Massif (Ourense); **E:** Estaca de Bares (A Coruña).

aceleran as reaccións químicas, de xeito especial a *hidrólise* que consiste na alteración das micas, feldspatos e cuarzos, o que leva consigo o lavado da sílice e das bases, xerando minerais arxilosos e unha concentración de residuos metálicos en forma de hidróxidos. Así aparecen materiais de xabre ricos en arxila como é a caolinita.

Hai que salientar que en Galicia as condicións climáticas non se mantiveron estables ao longo da historia xeolóxica o que condicionou a evolución das formas graníticas, dado que os procesos de alteración da rocha non son os mesmos baixo as actuais condicións climáticas temperadas, que as que dominaron no pasado. Non se debe esquecer que durante o Cenozoico o territorio galego permaneceu baixo condicións climáticas tropicais, caracterizadas por fortes choivas e temperaturas elevadas, e polo tanto cunha gran humidade ambiental (Macías-García et al., 2007). Estas condicións favorecerían sen dúbida a formación de grandes mantos de alteración, os chamados sábrigos ou xabres en galego, moi evolucionados. No caso dos Penedos de Pasarela non existen cortes que permitan ollar a evolución en profundidade do macizo granítico agás a fronte de explotación dunha canteira no sector do Barco. Sen embargo sí que foi posible ver perfís abertos noutros lugares de Galicia, caso da contorna de Lugo, na autovía A6 (Fig. 4A); na contorna de Vilagarcía de Arousa (A Coruña) (Fig. 4B e C); no Macizo de Manzaneda (Ourense) (Fig. 4D e F) ou en Estaca de Bares (Fig. 4E). Nestes lugares óllase con claridade como a fronte de alteración é diferencial provocando a presenza de núcleos de rochas sen alterar en medio do sábrigo. Polo xeral trátase de formas redondeadas que saen a luz cando desaparece por erosión o material que as envolve.

Nestes casos é evidente que hai formas que se xeran en profundidade e afloran posteriormente en superficie. Sen embargo na actualidade pódense ollar en diferentes lugares de Galicia, mais tamén nos Penedos, microformas superficiais, caso de pías ou de acanaladuras que se formaron en superficie e seguen a evolucionar. A alta humidade ambiental facilita a acumulación ou fluxo de auga que favorece a hidrólise e o avance da meteorización. Incluso aparecen en diferentes fases de desenvolvemento en bloques que forman parte de antigas moreas glaciares depositadas durante a última fase glacial ou de coidos de diferentes idades e que presentan graos de feldespato ou cuarzo desagregados

no seu interior o que é indicativo de procesos actuais, non herdados.

Outro aspecto a ter en conta é como na actualidade se está a producir un avance da alteración a partir das diaclasas tanto verticais como horizontais. Neste caso en moitos lugares, dun xeito especial da costa da Coruña, caso da Punta do Couso en Corrubedo, o monte Louro, en Muros, na contorna do castro de Baroña, en Porto do Son ou en Camariñas, vense formas estreitas e alongadas amoreadas en paralelo á superficie do terreo separadas por xanelas abertas que permiten ver tamén a desagregación granular nas súas caras inferiores e a escamación en laminas na superficie.

Temos pois que a combinación do avance da meteorización seguindo planos horizontais e verticais xunto co “furado” circular e progresivo das pías deu lugar a multitude de combinacións que xeraron un amplo mosaico de xeofomas abstractas, multiformes, antropomórficas ou zoomórficas que no caso dos Penedos adquiren unha riqueza excepcional.

As investigación levadas a cabo noutros macizos graníticos con presenza de xeofomas singulares, caso da costa de Camariñas ou da Ría de Arousa, na Coruña, e no Cabo Udra, ou San Vicente do Mar, en Pontevedra, e no Macizo de Manzaneda e Pena Corneira, en Ourense ou na Serra de Ancares, en Lugo, permitiu ollar formas redondeadas ou pías máis non xeometrías como as dos Penedos o que parece indicar que aquelas foron resultado da alteración subsuperficial condicionada sen dúbida por factores xenéticos asociados a propia intrusión magmática, tal é a disxunción en bolos, máis outras son o resultado de procesos subaéreos. E, todas elas seguen a evolucionar no tempo.

## Resultados

O traballo de campo permitiu identificar 92 xeofomas singulares polo seu deseño (Fig. 5 e Táboa 2). A bo seguro que a cantidade é maior. Sen embargo, trátase dunha cifra que pode mudar co tempo dado que o obxectivo é seguir analizando máis polo miúdo o terreo para ser quen de poder mellorar a cartografía das formas existentes.

O mapa de pendentes (Fig. 6) permite ollar a configuración topográfica do macizo. Si se analiza de vagar vese con claridade que a gran fractura N-S que se alonga desde Socasas, ao norte, e Pasarela, ao sur non só é un límite xeolóxico senón un elemento claro para explicar

a presenza dun corredor descontinuo no que se encaidean tres sectores ben definidos e nos que dominan pendentes diferenciadas. Un primeiro, máis aberto, que se estende entre Socasas e Foxiños e un segundo se alonga ao norte de Pasarela. Nos dous dominan na parte baixa pendentes inferiores a 4°. Entre eles aparece o terceiro, caracterizado por un estreitamento que se adapta á liña de fractura dun xeito nidio, con pendentes que superan os 16° e incluso os 32°. Polo leste o límite é

mais descontinuo aínda que, ao norte e ao sur da Torre da Moa, vese tamén de xeito nidio o control tectónico e dicir, a estreita relación entre facturación e topografía. Neste caso materializada en corredores estreitos que se abren cara o noroeste e o nordés, ao norte da Torre da Moa, mentres que polo leste aparece un amplo alveolo circular. Este encadeamento de cristas e corredores vese moi ben analizando o sombreado do MDE (Fig. 7).

Se se fai un corte perpendicular ás cristas e aos

| Nome das xeiformas singulares |                                     |                               |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 A Agüa                      | 32 Forma abstracta 5                | 63 Indio                      |
| 2 Anta                        | 33 Forma abstracta 6                | 64 Lebre                      |
| 3 Bolo 1                      | 34 Forma abstracta 7                | 65 Lesma                      |
| 4 Bolo 2                      | 35 As Cascudas                      | 66 Miradoiro Atalaia          |
| 5 Bolo 3                      | 36 Balea                            | 67 Multiforme/Cara/Caveira    |
| 6 Bolo 4                      | 37 Pedra cabaleira 1                | 68 O Berrón                   |
| 7 Bolo 5                      | 38 Cabeza de Lagarto/Gárgola da Moa | 69 O Camelo                   |
| 8 Bolo 6                      | 39 Cabezón/Monolito                 | 70 O Cantor                   |
| 9 Bolo 8                      | 40 Cachalote                        | 71 O Coloso                   |
| 10 Bolo 9                     | 41 Cachalotes                       | 72 O Fígado                   |
| 11 Bolo sobre dorso de balea  | 42 Caveira 1                        | 73 O Gardián                  |
| 12 Can da Cachucha            | 43 Caveira 2                        | 74 O Magrebí                  |
| 13 Escaravello                | 44 Can                              | 75 O Mocasín                  |
| 14 Iguana                     | 45 Can Enfurruñado/ O Porco         | 76 O Pensador                 |
| 15 Lagartos                   | 46 Capela dos Mouros                | 77 O Sauro                    |
| 16 O bico                     | 47 Cascudas                         | 78 O Tiburón e Man            |
| 17 Orante                     | 48 Celludo                          | 79 Pallaso triste             |
| 18 A Osa ou Zafra             | 49 Cobi                             | 80 Paxariño                   |
| 19 Paxariño                   | 50 Coello                           | 81 Pedra cabaleira 2          |
| 20 Pedra partida              | 51 Cova dos Mouros                  | 82 Pedra cabaleira 3          |
| 21 Porco                      | 52 Cría de Ra                       | 83 Pedra de abalar            |
| 22 A Boina                    | 53 Donicela                         | 84 Pedra do Barco             |
| 23 A Cachucha                 | 54 Dinosaurio 1                     | 85 Pedra Grande das Milleiras |
| 24 A Dama do vento/A Esfinxe  | 55 Dinosaurio 2                     | 86 Peixe                      |
| 25 A Galla                    | 56 Dinosaurio 3                     | 87 Sapoconcho                 |
| 26 A Man/O Paxaro             | 57 Dorso de balea                   | 88 Tartaruga 1                |
| 27 A Osa                      | 58 Falo                             | 89 Tartaruga 2                |
| 28 Forma abstracta 1          | 59 Gadoupa                          | 90 Tartaruga da Forcada       |
| 29 Forma abstracta 2          | 60 Galla da Pena Forcada            | 91 A Torre da Moa             |
| 30 Forma abstracta 3          | 61 Gárgola                          | 92 Trono                      |
| 31 Forma abstracta 4          | 62 Hipopótamo                       |                               |

**TÁBOA 2.** Nome das xeiformas singulares.

Name of singular geoforms.

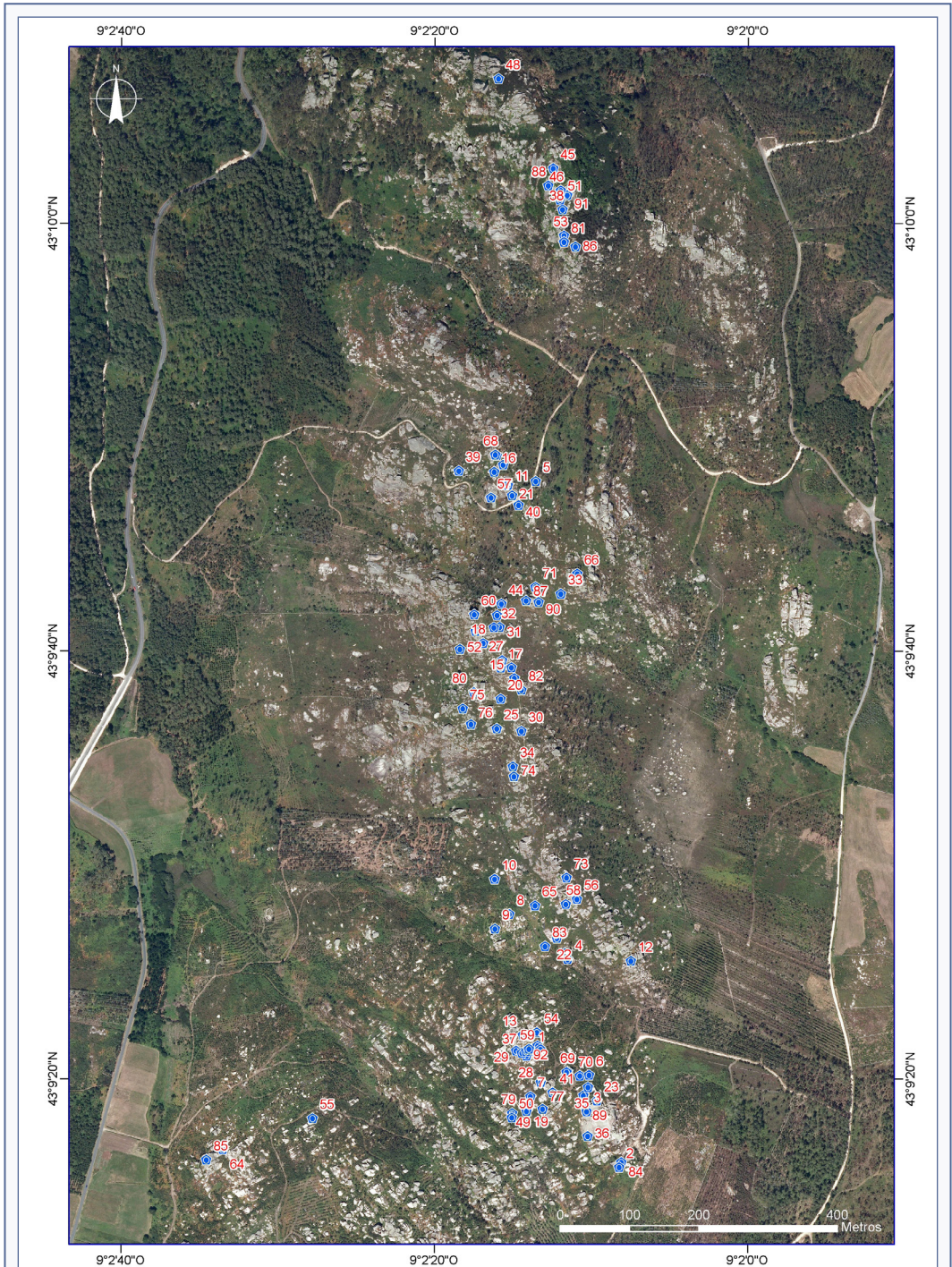


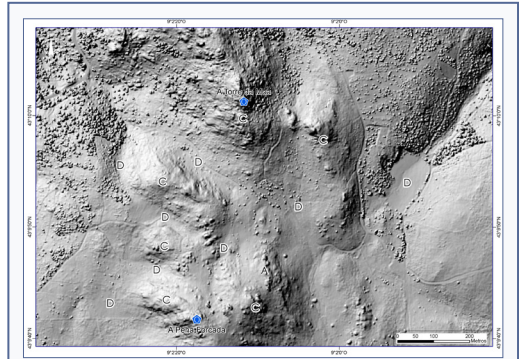
FIGURA 5: Xeoformas singulares.

Singular geofoms.



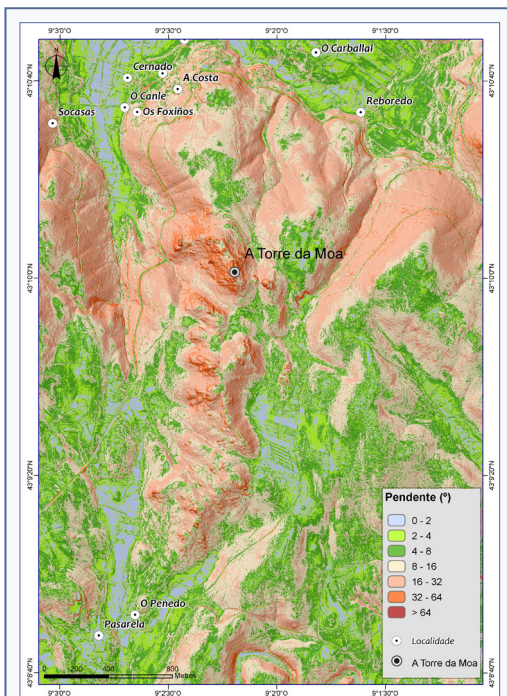
corredores vense os contrastes entre as formas en relación ao seu emprazamento. Nas partes altas das primeiras soen dominar formas máis masivas marcadas de xeito nido polas fracturas. En ocasión aparecen túneles abertos con paredes totalmente verticais. E o caso da denominada Cova dos Mouros, aos pes da Torre da Moa. Si se descende cara os corredores comezan a aparecer formas illadas e máis redondeadas como domos, dorsos de balea ou bolos. Entre elas xorde toda unha ampla gama de formas variadas con deseños diferentes en función da ampla posibilidade de combinacións entre os diferentes sistemas de fracturación (Fig. 8). Aquí convén salientar como a maior distancia entre as liñas de fractura, maior tamaño das formas; a menor, formas mais pequenas. Ao dominio da verticalidade, presenza de paredes verticais; cando a densidade de discontinuidades horizontais é maior xorde todo un conxunto de formas desde pedras cabaleiras a discoidais; desde bloques rectangulares erguidos a outros emprazados en paralelo ao chan. Ampliando a escala aparecen formas menores, caso de pías ou acanaladuras (Fig. 9).

A análise pormenorizada do mapa de densidade de fracturación (Fig. 10) axudou a ver como a rede de fracturación é visible nos sectores convexos, nas cristas, mentres que non se pode seguir nas partes baixas das abas e nos sectores cóncavos, os corredores ou depresións alongadas ou alveolos circulares, dado que a



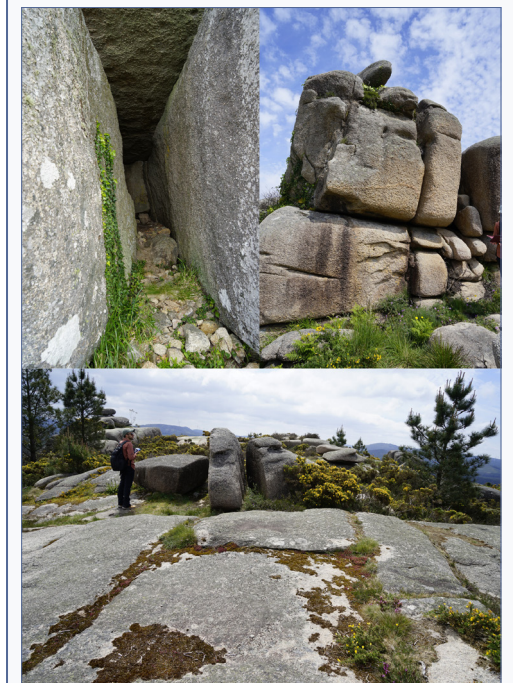
**FIGURA 7.** Encadeamento de cristas (C) e corredores ou alveolos (D) no sector que se alonxa entre A Torre da Moa e A Pena Forcada.

Chain of ridges (C) and corridors or alveole (D) in the sector between The Torre da Moa and The Pena Forcada.



**FIGURA 6.** Mapa de pendentes.

Slope map.



**FIGURA 8.** Formas condicionadas polo sistema de fracturas verticais e horizontais.

Forms conditioned by the horizontal and vertical joint system.

presenza dos restos da capa de alteración ou os sedimentos removidos agóchana. Sen embargo o mapa de densidades hai que velo con sumo coidado porque pode levar a pensar que só existen fracturas nas cristas e non nas áreas cóncavas cousa que non é exacta. Se fósemos quen de abrir catas profundas veríamos que volven a ser visibles na rocha fresca alí onde non chegou a intensa meteorización. Sen embargo, a bo seguro que a rede é máis extensa e a distancia entre elas é menor e o grao de cizalla maior o que explica unha maior intensidade na meteorización. O dato importante é que nos macizos graníticos hai procesos diferenciais tanto de meteorización como de erosión polo que é lóxico que existan diferenzas morfolóxicas. Nelas tamén tivo que influír sen dúbida a configuración da intrusión magmática.

Por outra parte, a escala do mapa empregada para a figura só permite ver as densidades inferiores a  $6,10 \text{ m}^2$ . As superiores son visibles cando se fai zoom para un maior detalle. Por iso non é raro que, cando se extraen os valores para cada unha das xeoforras singulares, aparezan datos superiores por riba daquela cifra. Así 31 delas están situadas nos sectores con densidades superiores a  $9,29 \text{ m}^2$ , 27 na de menor de  $4 \text{ m}^2$ , 64

e 15 na que abrangue entre  $4,69$  e  $9,28 \text{ m}^2$ .

En canto ao tamaño das xeoforras hai que sinalar que para coñecer o seu volume con precisión sería necesario levar a cabo un traballo de medición individualizada que se escapaba ás posibilidades desta investigación. Por iso optouse por calcular a superficie en metros cadrados que ocupa cada unha delas. Para iso calculouse so a superficie das 7.038 que se cartografaron. Posteriormente clasificáronse en sete grupos como se pode ver na Fig. 11. Os datos amosan que 4.489 están dentro do primeiro grupo, de menos de  $10 \text{ m}^2$ : 2023, no de entre 10 e 50; 334, no de 50 a 100; 127 entre o de 100 e 200; 34 no de entre 200 e 300; 20 no de 300 a 600 e 11 no de maiores de  $600 \text{ m}^2$ .

No caso das xeoforras singulares os datos indican que 16 teñen menos de  $10 \text{ m}^2$ ; 44 están no grupo de entre 10 e  $50 \text{ m}^2$ ; 13 no de 50 a  $100 \text{ m}^2$ ; 7 no de 100 a  $200 \text{ m}^2$ ; 8 no de 200 a  $300 \text{ m}^2$ ; 2 no de 300 a  $600 \text{ m}^2$  e outros 2 superan os  $600 \text{ m}^2$ . É o caso da xeoforra da Balea que acada  $1.629,56 \text{ m}^2$  ou a da Pena Forcada que ten unha superficie de  $616,75 \text{ m}^2$ . A da Torre da Moa acada  $345,44 \text{ m}^2$ , O Coloso,  $225 \text{ m}^2$ ; O Fígado  $189,83 \text{ m}^2$ ; O Barco,  $142,68 \text{ m}^2$ ; 132,84  $\text{m}^2$ ; O Pensador  $87,88 \text{ m}^2$ ; a Cachucha  $44,87 \text{ m}^2$  ou

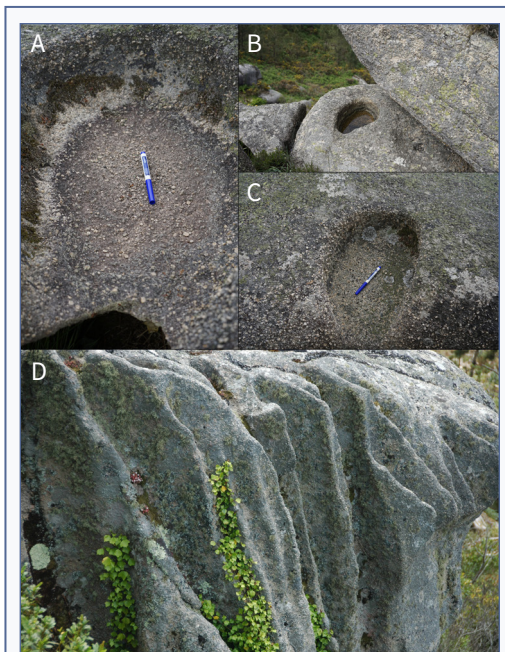


FIGURA 9. Microformas: A, B e C: pías; D: acanaladuras.

Microforms: A, B and C: pothole; D: grooves.

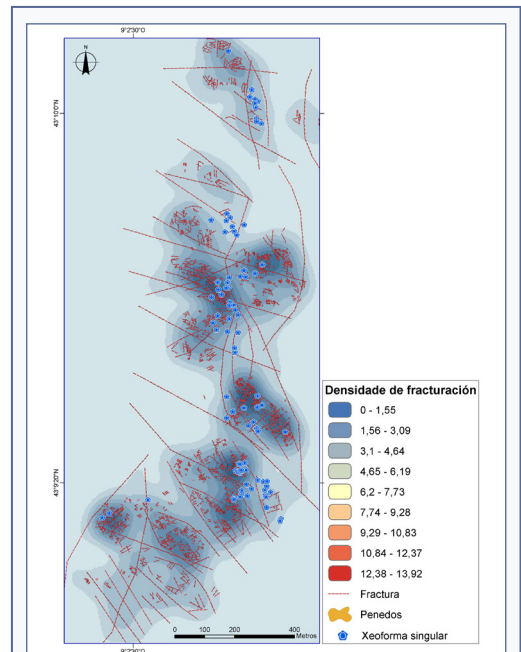


FIGURA 10. Mapa de densidade de fracturación.

Joint density map.

o Cobi 13 m<sup>2</sup>. Cifras todas elas que hai que considerar como indicativas dado que a cartografía a partires da ortofoto non sempre é precisa e nalgún casos unha xeoforma singular pode estar enriba doutra de maior tamaño polo que a posibilidade de erro é posible.

## Discusión e conclusións

É evidente que o estudo amosa, por unha banda, a presenza dunha grande cantidade e variedade de xeoformas nos Penedos de Pasarela e Traba e por outra como na súa xénese actuaron factores diversos. Se ben semella que as interaccións fracturación/meteorización/exhumación tiveron un papel fundamental non se pode deixar á beira o papel dos procesos subaéreos, caso dos contrastes entre a humidade e a sequidade que influíron sen dúbida na formación das pías ou das acanaladuras ao que hai que engadirlle o rol do vento cargado de sales procedente da costa próxima como estudaron noutros lugares (Brandmeier et al., 2011), ou o dos microorganismos, caso dalgúns tipos de algas como xa demostraron diferentes autores (Adamo e Violante, 2000), incluso en medios fríos (Hall e Otte, 1990; Hall e Phillips, 2006).

Hai outro aspecto a considerar que é o do encadeamento das formas desde as partes altas ata as baixas. Tanto a análise dos MDs como, esencialmente, o traballo de campo permitiu comprobar que existen marcadas diferencias entre uns lugares a outros en canto o desenvolvemento das diferentes tipoloxías dos penedos. Nas cristas dominan de xeito especial formas de maior tamaño, masivas, perfectamente delimitadas polo sistema de fracturas. É o caso da Pena da Moa ou na Pena Forcada, os dous fitos que destacan no horizonte mais tamén outros que se espallan polo terreo. Por contra, nos alveolos ou nos corredores o número de formas soe ser menor e teñen contornas redondeadas o que é indicativo dunha fase máis longa de meteorización favorecida pola maior posibilidade de presenza de auga. A media aba a variedade é grande e vese un maior número de tipoloxías.

A nivel xeral, pois, pódense diferenciar nas cristas formas acasteladas (*castle kojies*) e torres rochosas (*tors*). Nas abas, campos de bloques, laxes horizontais, dorsos de balea, penas cabaleiras e columnas, e nas partes baixas, bolos. Ao anterior hai que engadirlle que non en todos os perfís se da o mesmo nivel de altitude senón que se ollan diferencias entre os diferentes sectores o que favorece en grande medida o solapamento e a mestura de formas. Isto hai que polo en relación co feito de que na fase de individualización dos bloques erguidos e fundidos non todos ficaron á mesma altitude. Ao final, a suma de condicións diferenciadas xerou un mosaico variado de xeoformas singulares que convierten á paisaxe protexida dos Penedos de Pasarela e Traba nun auténtico museo natural de grande valor patrimonial como se pode ver, por vía de exemplo, nas Fig. 12, 13 e 14.

En conclusión hai que dicir:

A riqueza e variedade de xeoformas é de tal magnitude que os Penedos de Pasarela merecen ser un Lugar de Interese Xeolóxico (LIX).

Ademais da importancia xeomorfolóxica, os penedos convértense nun museo de xeoformas que acadan a categoría de “arte natural”.

Trátase dunha “arte” na que actuou esencialmente a natureza e non as mulleres e os homes que habitaron desde antigo esta comarca.

Os habitantes da comarca foron quen de darlle nome a diferentes xeoformas: A Galla da Pena Forcada, a Torre da Moa, a Pedra da Cachucha, O Berrón, O Dinosaurio, A Balea, O Cantor, O Cobi, etc.

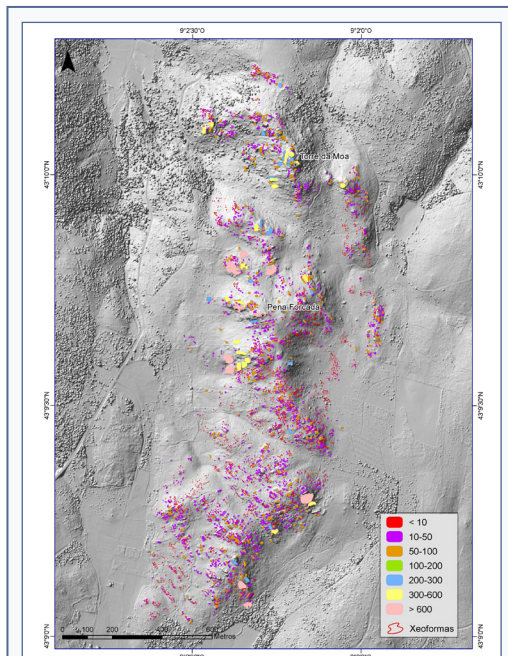
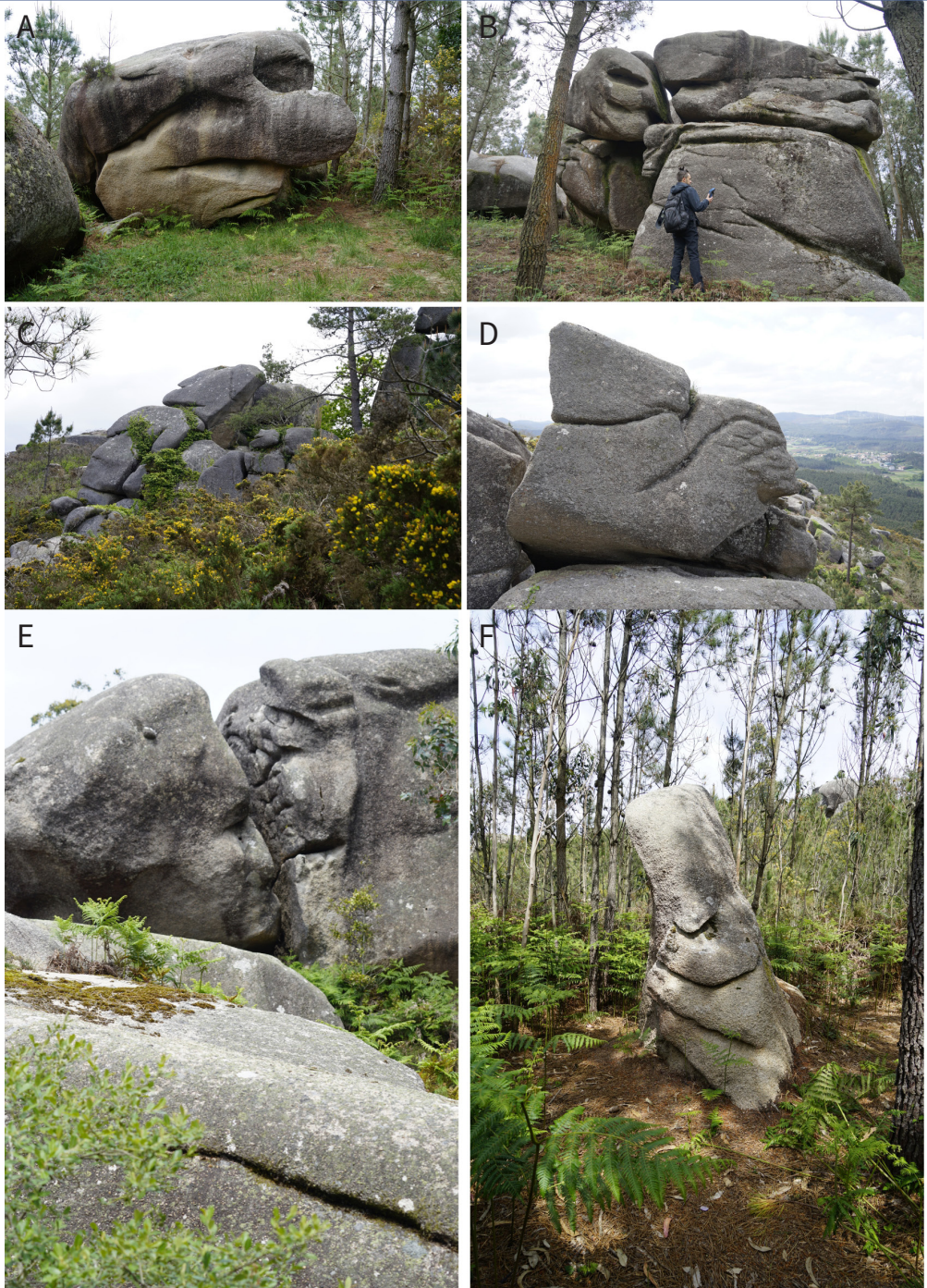


FIGURA 11. Superficie das xeoformas en metros cadrados.

Geofoms surface area in square metres .



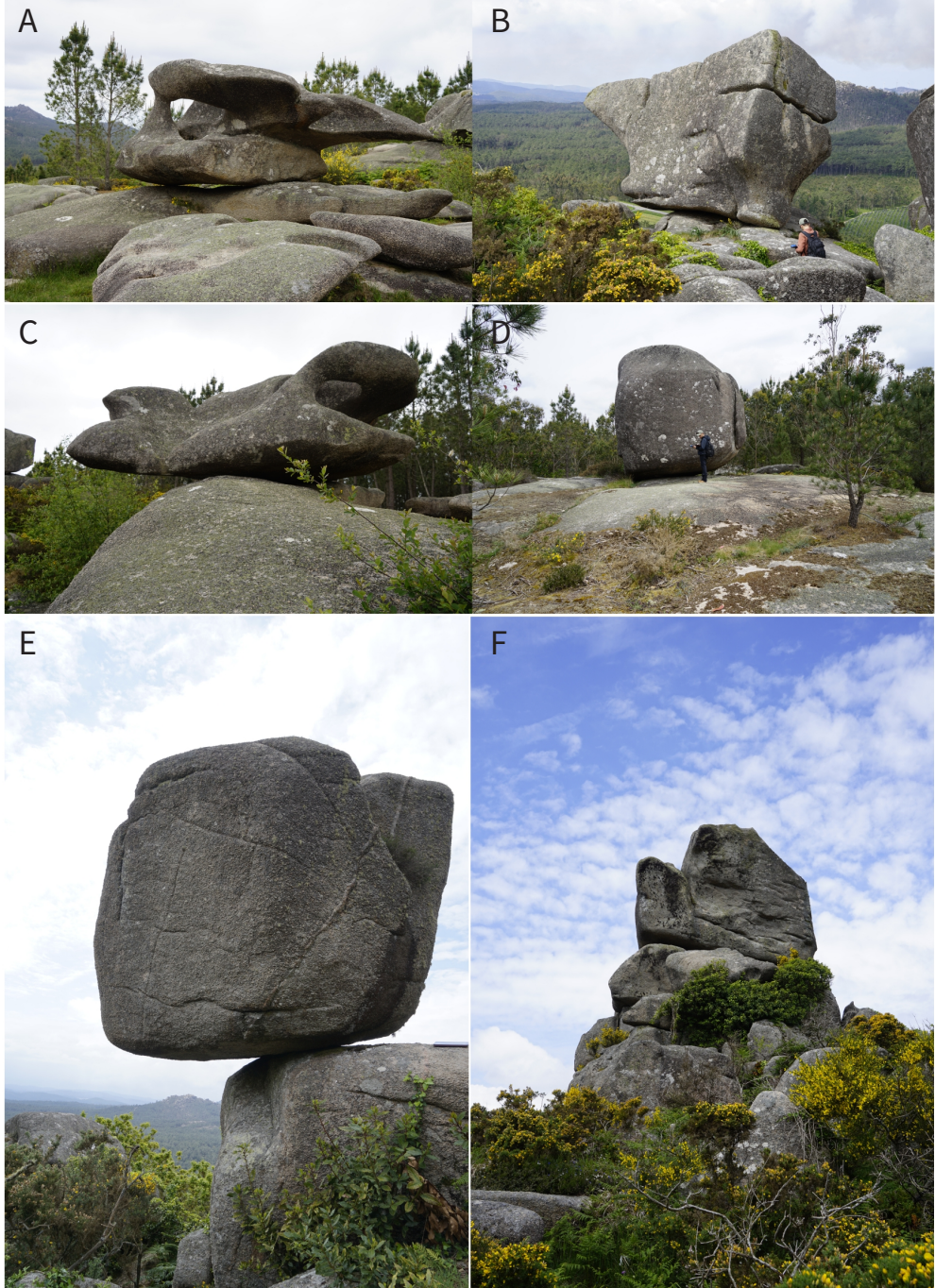
**FIGURA 12.** Ejemplos de xeoformas antropomorfas. **A:** Pallaso triste; **B:** O Cantor; **C:** O coloso; **D:** A esfinxe; **E:** O bico; **F:** Monolito.

Examples of anthropomorphs geofoms. **A:** Pallaso triste; **B:** O Cantor; **C:** O coloso; **D:** A esfinxe; **E:** O bico; **F:** Monolito.



**FIGURA 13.** Exemplos de xeiformas zoomorficas. **A:** Tartaruga; **B:** Lesmia; **C:** Coello; **D:** Lagarto ou gárgola da Moa; **E:** Can; **F:** Cascudas; **G:** Tiburón.

Examples of zoomorphics geoforms. **A:** Tartaruga; **B:** Lesmia; **C:** Coello; **D:** Lagarto ou gárgola da Moa; **E:** Can; **F:** Cascudas; **G:** Tiburón.



**FIGURA 14.** Exemplos de xeofomas multiform. **A:** Nave ou aguia; **B:** Zafra ou Osa; **C:** Trono; **D:** Bloque sobre dorso de balea; **E:** Pedra cabaleira da Moa; **F:** Pedra Forcada.

Examples of multiform geofoms. **A:** Nave ou aguia; **B:** Zafra ou Osa; **C:** Trono; **D:** Bloque sobre dorso de balea; **E:** Pedra cabaleira da Moa; **F:** Pedra Forcada.

## Agradecementos

A todas as persoas que fixeron posible a salvación deste espazo singular a nivel internacional dos Penedos de Pasarela e Traba ante o perigo das iniciativas de apertura de canteiras, personalizadas en Xosé María Lema Suárez e Manuel Rivas Barrós. A Alejandro Gómez Pazo pola súa axuda no traballo de campo e no procesado dos datos estatísticos.

## Bibliografía

- Adamo, P., & Violante, P. 2000.** Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity. *Applied Clay Science*, 16(5-6), 229-256.
- Amelia, D. G. 1984.** Los Barruecos (Cáceres): unas formas modélicas sobre granitos. *Norba. Revista de geografía*, (5), 63-78.
- Bezy, J. V. 1998.** The development of granite landforms on the northern and western margins of the Santa Catalina Mountains, Arizona (Doctoral dissertation, The University of Arizona).
- Boillot, G., Dupeuble, P., Hennequin-Marchand, I., et al. 1974.** Le Role des Décrochements "Tardi-hercyniens" dans l'évolution structurale de la marge continentale et dans la localisation des grands canyons sousmarins a l'ouest et au nord de la péninsule Ibérique. *Rev Géologie Dyn Géographie Phys XVI*:75-86.
- Brandmeier, M., Kuhlemann, J., Krumrei, I., Kappler, A., & Kubik, P. W. 2011.** New challenges for tafoni research. A new approach to understand processes and weathering rates. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36(6), 839-852.
- Buxó, L. P., & Pau, C. R. 1994.** Las formas graníticas de los macizos de Les Gavarres y de Begur (Girona). In *Geomorfología en España: III Reunión de geomorfología*, Logroño 14 a 16 de septiembre de 1994 (pp. 85-90). Sociedad Española de Geomorfología.
- Campbell, E. M. 1997.** Granite landforms. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 80, 101.
- Capdevila, R. & Floor, P. 1970.** Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le nord ouest de l'Espagne. *Boletín Geológico y Minero. T. LXXXI.-II-III Ano*, 215, 225.
- Centeno, J. D., & Twidale, C. R. 1988.** Rocas fungiformes, pedestales y formas asociadas en Anvil Hill, Mannum, Australia del Sur. *Estudios Geológicos*, 44 (1-2), 93-98.
- De Vicente, G. & Vegas, R. 2009.** Large-scale distributed deformation controlled topography along the western Africa-Eurasia limit: Tectonic constraints. *Tectonophysics*, 474 (1-2), 124-143.
- De Uña Álvarez, E. 1997.** Variables de control en la génesis y desarrollo del modelado granítico. Análisis de microformas en el Macizo de Manzaneda (Galicia, España). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 22: 29-42.
- De Uña Álvarez, E. 1998.** Estudio multivariado del micromodelado granítico. Interpretación comparada de la génesis y evolución de las gnammas en macizos antiguos. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 23: 271-282.
- De Uña-Álvarez, E., Álvarez-Vázquez, M. A. & Rodríguez, R. 2012.** Tipología de formas graníticas en el tramo medio del río Miño (Ourense, Galicia, NW del Macizo Ibérico). *Avances de la Geomorfología en España*, 2014, 434-437.
- Ehlen, J. 1999.** Fracture characteristics in weathered granites. *Geomorphology*, 31(1-4), 29-45.
- Ehlen, J. 2002.** Some effects of weathering on joints in granitic rocks. *Catena*, 49(1-2), 91-109.
- Fort, M. & André, M. F. 2013.** *Landscapes and landforms of France.* Springer Science & Business Media.
- Hall, K., & Otte, W. 1990.** A note on biological weathering on nunataks of the Juneau Icefield, Alaska. *Permafrost and Periglacial Processes*, 1(2), 189-196.
- Hall, A. M., & Phillips, W. M. 2006.** Weathering pits as indicators of the relative age of granite surfaces in the Cairngorm Mountains, Scotland. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 88(2), 135-150.
- IGME. 1979.** Mapas Geológico de España 1:50.000. n° 43 (Laxe) e 68 (Camarriñas). Madrid.
- IGN. 2022.** Instituto Geográfico Nacional. Información disponible en: [centrodedescargas.cnig.es](http://centrodedescargas.cnig.es)
- Johansson, M., Migon, P. & Olvmo, M. 2001.** Development of joint-controlled rock basins in Bohus granite, SW Sweden. *Geomorphology*, 40(1-2), 145-161.
- Lema, X. M. & Mouzo, R. 2012.** Guía dos Penedos de Pasarela. Seminario de Estudios Comarcais para a promoción do patrimonio cultural da Costa da Morte. Viminazo. 75 paxinas.
- Macías-García, I., Pérez Alberti, A., Martínez Cortizas, A., Nieto, C. & Otero Pérez, X. L. 2007.** 11 millones de años de ciclos de biotexia-rexistia en la cuenca Oligoceno-Mioceno de As Pontes en Galicia. *Edafología*, vol. 14, 1-3, pp. 67-98.
- Maia, R. P., Bezerra, F. H. R., Nascimento, M. A. L., de Castro, H. S., de Andrade Meireles, A. J. & Rothis, L. M. 2015.** Geomorfología do campo de Inselbergues de Quixadá, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 16(2).
- Maia, R. P., & do Nascimento, M. A. L. 2018.** Relevos graníticos do Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19 (2).
- Martínez Cortizas, A., & Pérez Alberti, A. (Eds) 1999.** *Atlas climático de Galicia*, 207 p. Santiago de Compostela, Spain: Xunta de Galicia.
- Martín-González, F. 2009.** Cenozoic tectonic activity in a Variscan basement: Evidence from geomorphological markers and structural mapping (NW Iberian Massif). *Geomorphology*, 107(3-4), 210-225.
- Matte, P. 1968.** La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne). *Geologie Alpine*, t. 44, 124 p.
- Michniewicz, A., Różycka, M., & Migoń, P. 2015.** Granite tors of Waldviertel (Lower Austria) as sites of geotourist interest. *Geotourism/Geoturystyka*.

- Migoñ, P. & Goudie, A. S. 2003.** Granite landforms of the Central Namib. *Acta Universitatis Carolinae, Geographica*, 35( Supplement), 17-38.
- Migoñ, P. 2004.** Structural control in the evolution of granite landscapes. *Acta Universitatis Carolinae Geographica*, 39-1.
- Migoñ, P., & Prokop, P. 2013.** Landforms and landscape evolution in the Myllem granite area, Meghalaya Plateau, Northeast India. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 34, 206–228. <https://doi.org/10.1111/sjtg.12025>
- Migoñ, P., & Vieira, G. 2014.** Granite geomorphology and its geological controls, Serra da Estrela, Portugal. *Geomorphology*, 226, 1-14.
- Migoñ, P. 2021.** Granite landscapes, geodiversity and geoheritage Global context. *Heritage*, 4(1), 198-219.
- Pallí & Buxó, L. 1996.** Los domos graníticos de la Cuenca del Ridaura (Girona). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 1996, núm. 21, p. 45-48.
- Pannekoek, A. J. 1966.** The geomorphology of the surroundings of the Ría de Arosa (Galicia, NW Spain). *Leidse Geol. Meded.* 37: 7-32.
- Parga Peinador J. R. 1969.** Sistemas de fracturación tardihercínica del macizo Hespérico. *Trabajos del Lab. Geo1. de Laxe*, nº 37.
- Pedraza Gilsanz, J. D. 1989.** La morfogénesis del Sistema Central y su relación con la morfología granítica. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 13, 31-46.
- Pedraza, J., Sanz, M. A. & Martín, A. 1989.** Formas graníticas de La Pedraza: Cuadernos Madrileños de Medio Ambiente, Madrid, Agencia de Medio Ambiente, 205 pp.
- Pereira, P., Pereira, D. I. & Alves, M. I. 2007.** Geomorphosite assessment in Montesinho natural park (Portugal). *Geographica Helvetica*, 62(3), 159-168.
- Pereira, P. & Pereira, D. I. 2020.** The granite and glacial landscapes of the Peneda-Gerês National Park. In *Landscapes and Landforms of Portugal* (pp. 127-137). Springer, Cham.
- Pérez Alberti, A. 1990.** La geomorfología de la Galieia sudoriental: problemas geomorfológicos de un macizo hercínico de la fachada atlántica ibérica. Centro sudeste de Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Geografía e Historia. 185 pp.
- Pérez Alberti, A. & Guitian Rivera, L. 1992.** El sector nordeste del Macizo de Manzaneda (SE de Galicia): aproximación al estudio del glaciario suelos y vegetación. En *Guía de campo de las VIII Jornadas de Campo de Geografía Física*. (Coord.: R. Rodríguez Martínez-Conde). Universidad de Santiago de Compostela, 11-39.
- Pérez-Alberti, A., & Blanco-Chao, R. 2005.** Controles y balances geomorfológicos en costas rocosas de macizos antiguos. El ejemplo de Galicia (Noroeste de la Península Ibérica). *Geomorfología litoral i Cuaternari*. Publicaciones de la Universitat de Valencia.
- Pérez Alberti, A. & López Bedoya, J. 2009.** Catalogación da potencialidade xeomorfolóxica do macizo granítico de Pasarela-Traba (Vimianzo-Laxe) e proposta de posible área de protección, Dirección Xeral de Conservación da Natureza, Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible da Xunta de Galicia. Inédito.
- Pérez-Alberti, A., Borobio Sanchiz, M., Castillo Rodríguez, F. & Magán Pérez, M. 2014.** Metodología y clasificación de tipos de paisajes en Galicia. *Revista de Geografía e Ordenamento do Território*, 1(6), 259-282.
- Priem, H. N. A., Boelrijk, N. A. I. M., verschure, R. H., & Hebeda, E. H. 1965.** Isotopic ages of two granites on the Iberian Continental Margin: The Traba granite (Spain) and the Berenga granite (Portugal). *Geol. En. Mijnbouw*, 44, pp. 353-354.
- Roqué, C., & Pallí, L. 1996.** Formas graníticas asociadas a megalitos en el nordeste de Cataluña. *Geogaceta*, 20(5), 1104-1106.
- Twidale, C. R. 1973.** On the origin of sheet jointing. *Rock Mechanics*, 5(3), 163-187.
- Twidale, C. R. 2012.** *Granite landforms*. Elsevier. 371 pp.
- Twidale C. R. & Sved G. 1978.** Minor granite landforms associated with the release of compressive stress. *Australian Geographical Studies* 16:161–174.
- Vanney, R., Auxietre, L. & Dunand, P. 1979.** Geomorphic provinces and the evolution of the northwestern Iberian Continental margin. *Ann. Inst. Ocean. Paris*, 55 (1), 5-20 pp.
- Vidal Romaní, J. R. 1985.** El cuaternario de la provincia de La Coruña. Modelos elásticos de formación de cavidades. Servicio de Publicaciones. Universidad Complutense de Madrid, Serie Tesis Doctorales, Madrid. 283 pp
- Vidal Romaní, J. R. 1989.** Geomorfología granítica en Galicia (NW España). Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe. Vol. 13, pp. 89-163
- Vidal Romaní, J. R. & Twidale, C. R. 1998.** Formas y paisajes graníticos, A Coruña, Servicio de Publicaciones Universidad de A Coruña, Monografías, 5, 411 pp
- Vidal Romaní, J. R. & Twidale, C. R. 2000.** Sheet fractures, other stress forms and some engineering implications, *Geomorphology*, 31, 1/4, pp. 13-27.
- Vidal Romaní, J. R. & Yepes Temiño, J. 2004.** Historia de la morfogénesis granítica. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*. Vol. 29, pp. 331-360
- Vieira, A. & Cunha, L. 2002.** A importância dos elementos geomorfológicos na valorização da paisagem: exemplos em morfologias cársica e granítica. *Actas do IX Colóquio Ibérico de Geografia*, Huelva.
- Vieira, A. 2007.** A morfologia granítica e o seu valor patrimonial: exemplos na Serra de Montemuro. In *VI Congresso da Geografia Portuguesa* (Vol. 1, pp. 1-16). Associação Portuguesa de Geógrafos.
- Vieira, A. 2008.** Análise de formas do modelado granítico de pormenor na Serra de Montemuro: factores de génese e evolução das pias. *Revista Geografia Ensino & Pesquisa*, 12(1), 3860-3875.
- Vieira, A. 2010.** Património geomorfológico na serra de Montemuro: valor e diversidade da morfologia granítica. *Dinâmicas de rede no*



turismo cultural e religioso: II Jornadas Internacionais de Turismo, 1, 187-203.



**Vilaplana, J. M. 1987.** Guia dels paisatges granítics dels Països Cata-

lans. Conèixer natura, 4, Barcelona, Editorial Kapel, 1987, 182 pp.

**Withers, P. C. 2000.** Overview of granite outcrops in Western Australia.

Journal of the Royal Society of Western Australia, 83, 103.

# Pérdida de sedimento asociada a la retirada de depósitos de *Sargassum* spp. en las playas del Caribe

Francesc Xavier Roig-Munar<sup>1</sup> , Oliver Olivo Batista<sup>2</sup>, Pablo del Toro Piñero<sup>5</sup>, Antonio Rodríguez-Perea<sup>4</sup>, Bernadí Gelabert Ferrer<sup>5</sup>, & Carla García-Lozano<sup>6</sup> 

1, 6. Investigador independiente, consultor ambiental, C/ Carrixaret 18- apt. 6, es Migjorn Gran, Menorca, 07749, illes Balears.

2. Dpto. de Planificación y Proyectos del Ministerio de Turismo de República Dominicana. Santo Domingo.

3. Grupo Piñero Plaza Mediterráneo, 5, 07014 Palma de Mallorca, illes Balears.

4. Dpto. de Geografía, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa, km 7,5, Palma de Mallorca, illes Balears.

5. Dpto. de Biología. Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemossa, km 7,5, Palma de Mallorca, illes Balears.

6. Laboratorio de análisis y gestión del Paisaje, Universitat de Girona, plaça Ferrater Mora, 17003 Girona.

La retirada de restos vegetales de *Sargassum* spp. depositados sobre la playa emergida constituyen una parte de la limpieza de playas en el Caribe. Estas gestiones realizadas a lo largo de las últimas décadas han dado lugar a la pérdida de superficies y volúmenes de playa y dunas. El estudio analiza los volúmenes de sedimento retirados mediante la limpieza de *Sargassum* spp. en 12 playas de México y República Dominicana, cuantificando el volumen total en 18.987,3 m<sup>3</sup>, con un 61,23% de sedimento intercalado, equivalente a 9.872,36 T de arena. Este tipo de gestión supone un impacto geomorfológico continuo con una importante pérdida de sedimento anual que afecta a la estabilidad del balance sedimentario del sistema playa.

Palabras clave: Caribe, *Sargassum* spp., limpieza de playas, erosión.

## Loss of sediment associated with the removal of deposits of *Sargassum* spp. on the beaches of the Caribbean

Part of the cleaning of beaches in the Caribbean islands involves the removal of *Sargassum* spp. that remains deposited on the emerged beach and dunes. The study analyses the volumes of sediment removed with the *Sargassum* spp. at 12 beaches in México and the Dominican Republic, quantifying the volume of material removed at 18,987.3 m<sup>3</sup>, of which an estimated 61.23% (or 9,872.36 T) was sand. This kind of management involves a continuous geomorphological impact with an important loss of sediment that affects the stability of the sedimentary balance of the beach system.

Keywords: Caribbean, *Sargassum* spp., beach cleaning, erosion.

El turismo de sol y playa es la modalidad que mayores flujos genera a escala internacional y supone una importante aportación al producto interior bruto (PIB) en países denominados turísticos. En el Caribe, México y República Dominicana son unos de los principales destinos turísticos de este tipo con una aportación al PIB de 8,7 y 8,4 % respectivamente, y modelos turísticos basados en el producto turístico litoral.

Para mantener una playa a largo plazo, el balance debe ser positivo, o al menos equilibrado, ya que los balances negativos en última instancia causan su erosión (Komar, 1999). La presión derivada de la industria turística ha hecho que muchos ambientes

sedimentarios litorales se hayan visto gravemente afectados a lo largo de la costa. Los ambientes litorales de México y República Dominicana (Fig. 1) están sometidos desde hace décadas a una problemática geoambiental asociada a su uso y explotación (Peynador & Méndez-Sánchez, 2010; Roig-Munar et al., 2018; Guimaraes et al., 2021), pero en la última década presentan la llegada y varado masivo de sargazo, la gestión de su retirada generando impactos geoambientales con pérdida de superficie y volumen de playa. Una de las preocupaciones fundamentales nace inicialmente desde el sector turístico en la región del Caribe por la afectación que implican las grandes masas de sargazo

en las playas. La preocupación obedece al efecto negativo de este fenómeno en la economía (Cepal, 2015), por la magnitud de los volúmenes de sargazo, convirtiéndose en un problema de salud, bienestar social y desempleo.

A nivel geomorfológico el perfil teórico de los sistemas playa-duna del Caribe presenta diferentes puntos de sensibilidad, que a lo largo de los años se han visto afectados por la presión, su mala planificación y gestión (Roig-Munar et al., 2021). El grado de sensibilidad morfodinámica presenta diferentes sectores de interrelación, y sobre ellos se dan unas planificaciones y gestiones que afectan la estabilidad del conjunto playa-duna. Estos puntos de sensibilidad son frágiles en su zona emergida, playa y morfologías dunares, y en su zona sumergida, praderas marinas y edificios arrecifales (Martínez et al., 2006; Roig-Munar et al., 2021), y su afectación implica al conjunto playa-duna (Brown & McLachan, 1990; Hesp, 2002). En términos generales, los puntos de mayor repercusión negativa son la pérdida sedimentaria y la afectación a sus medios productores, praderas de fanerógamas y corales, responsables de la mayor parte de la producción carbonatada. Por ende, la vulnerabilidad de los sistemas playa-duna ante su mala praxis de uso, gestión y planificación, sumado al cambio climático, los convierte en sistemas especialmente vulnerables, agravado por el depósito excesivo de Sargazo en el SE de México, Cuba, Puerto Rico, las Antillas menores, República Dominicana, islas Turcas y Caicos y Florida, con efectos adversos en

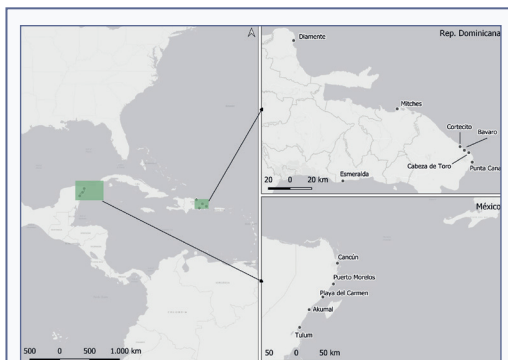
todos los sentidos; ambientales, ecológicos, sociales y económicos.

Las playas a las que llega el sargazo en cantidades masivas se cuentan por cientos en más de una veintena de países, aunque la atención se ha centrado en las playas turísticas, tiñendo de marrón las aguas caribeñas cercanas a la costa, y generando las llamadas mareas marrones (van Tussenbroek et al., 2017), con graves consecuencias ecológicas en las áreas afectadas (Maurer et al., 2015). El coste ambiental de la retirada de sargazo contribuye a una mayor erosión de las playas (Rodríguez-Martínez et al., 2016), y pueden potencialmente contaminar los acuíferos tras su acumulación en acopios depositados tierra adentro (Rodríguez-Martínez et al., 2020).

### *Sargassum* spp.

El mar de los Sargazos es un ecosistema pelágico sostenido por dos especies de macroalgas holopelágicas, *Sargassum natans* (Linneo) y *S. fluitans* (Børgensen), cada una con distintas morfologías. El sargazo pertenece al grupo de algas café o pardas (Phaeophyta) que habitan en los mares de todo el mundo. El subgrupo de sargazo pelágico, que flota de manera libre en el océano, se compone de dos especies, siendo *S. natans* el más abundante en las aguas del Atlántico. Estas especies, de color café pálido-amarillento, presentan un diámetro de 20 a 80 cm, y se configuran a partir de un tallo ramificado de follaje abundante con filoides acerrados y numerosos nematocistos. Presenta pequeñas vesículas de menos de 1 cm de diámetro que funcionan como flotadores, y que están rellenas de gas, compuesto de oxígeno y pequeñas cantidades de nitrógeno. La reproducción de las dos especies de sargazo es por fragmentación vegetativa, y, debido a que sus requerimientos de nitrógeno y fósforo son mínimos, encuentra oportunidades de crecimiento en aguas ligeramente enriquecidas, como zonas frontales de la costa o plumas de ríos.

Su crecimiento óptimo se da a temperaturas de entre 24° y 30° C, con salinidades de 36 y hasta 42 partes por mil, y bajo condiciones óptimas de luz y temperatura. El sargazo puede duplicar su masa en 10 días, especialmente *S. fluitans* (Hanisak & Samuel, 1987). Se configura en conglomerados de amplia gama de formas y tamaños, y su transporte obedece a las corrientes, al viento superficial y al sistema de adhesión con el que cuentan sus hojas (Casazza & Ross, 2008; Marmorino



**FIGURA 1.** Localización de los países caribeños de México y República Dominicana.

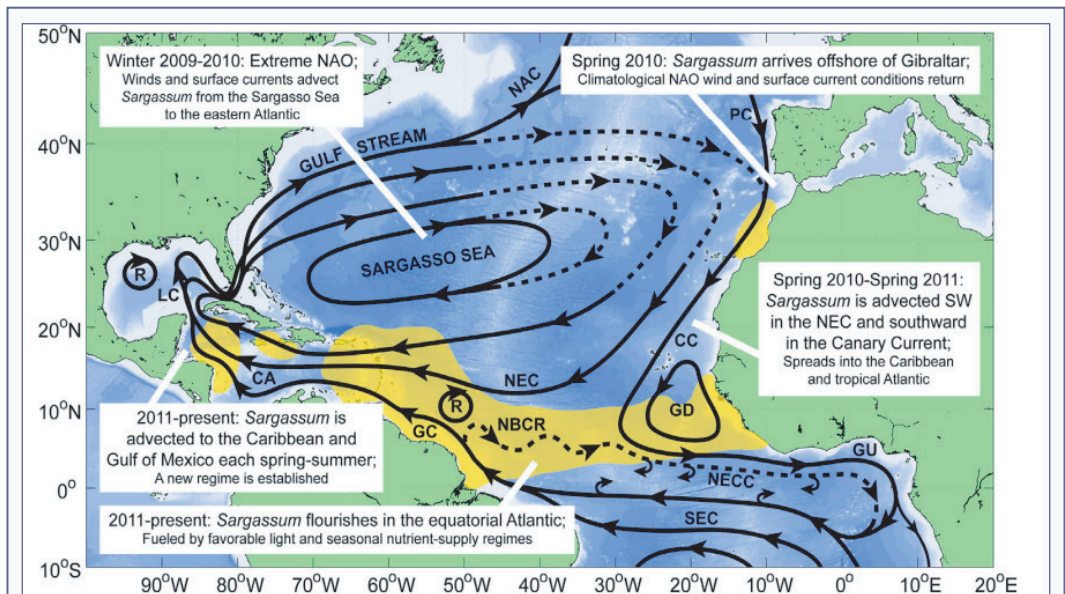
Location of the Caribbean countries of Mexico and the Dominican Republic.

et al., 2011). Se puede ver flotando en mar abierto en manchas desde 15 cm hasta varias decenas de kilómetros. El sargazo circula a lo largo de la zona semi-templada y tropical del Atlántico, incluyendo el mar Caribe y el golfo de México y en un sector del mar de los Sargazos (Fig. 2). El flujo del sargazo en el océano presenta patrones estacionales y su recurrencia es ampliamente variable interanualmente en su cobertura y alcance (Wang & Hu, 2016). Según Oyesiku & Egunyomi (2014) y Amaral-Zettler et al. (2017), las formas morfológicas de *S. natans*, basados en diferencias de sus mitocondrias y genomas, son genéticamente distintas y están compuestas por una mezcla de especies y morfotipos y su abundancia relativa varía según la región. *S. natans* normalmente domina en el mar de los Sargazos (Schell et al., 2015). La información sobre la composición de las especies de *Sargassum* spp. y su morfotipo proporciona indicaciones sobre los orígenes y su transporte (Rodríguez-Martínez et al., 2020).

El sargazo se distribuye en las aguas cálidas del océano Atlántico S tropical y en el Atlántico N, incluido el mar de los Sargazos, en un área de 2 millones de km<sup>2</sup>, pero en los últimos años, ha habido varios episodios

inusuales de cantidades excesivas de las dos especies de *Sargassum* (Gower & King, 2011). Su llegada se produce de forma natural en todas las playas tropicales y semi-templadas, con variaciones estacionales originadas por las condiciones atmosféricas y oceanográficas regionales y locales (Gower & King, 2011). La presencia natural del sargazo en la costa provee alimento y nutrientes a los ecosistemas costeros, proporcionando hábitat y recursos directos a organismos intermareales. Posteriormente, el sargazo en descomposición se incorpora a los sedimentos costeros, lo que provee nutrientes para la vegetación dunar (Williams & Feagin, 2010).

En mar abierto, la estructura tridimensional del sargazo proporciona un hábitat para organismos sésiles y fauna nectónica (Thiel & Gutow, 2005). En los conglomerados de sargazo se encuentran decenas de especies de peces en fases larvaria y adulta, además de juveniles de tortugas marinas (Stoner y Greening, 1984; Witherington et al., 2012), invertebrados, crustáceos y algas (Wells y Rooker, 2004; Huffard et al., 2014). Varias de estas especies utilizan el sargazo en alguna etapa de su desarrollo (Laffoley et al., 2011), lo que manifiesta la importancia del sargazo como zona de crianza y



**FIGURA 2.** Mapa del recorrido de *Sargassum* desde el mar de los Sargazos hasta el Atlántico tropical y el mar Caribe. Fuente: NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, 2021.

Map of the *Sargassum* route from the Sargasso Sea to the tropical Atlantic and the Caribbean Sea. Source: NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, 2021.

desarrollo de especies de interés ecológico y comercial (Luckhurst, 2015; Witherington et al., 2012). También sirven como vectores de conectividad y transporte de biodiversidad entre áreas alejadas a miles de kilómetros, permitiendo el intercambio genético de especies y el transporte de nutrientes entre las costas del Atlántico (Thiel & Fraser, 2016). Este hábitat oceánico existe y se sostiene por factores ambientales que promueven o limitan su existencia, ya que el sargazo no es dependiente y no tiene barreras físicas que lo contengan. No tiene consumidores directos suficientes, y ante condiciones favorables como aguas enriquecidas con nutrientes y temperaturas adecuadas, se da un crecimiento ilimitado.

**Llegadas masivas y varados de *Sargassum* spp. en playas**

El sargazo flotante ha sido observado históricamente en una extensa zona del Atlántico central tropical,

situado entre las costas de las Antillas y del N de África, llamado mar de los Sargazos (Areces et al., 1993). Esta aglomeración fue referenciada como primer registro por las embarcaciones de Cristóbal Colón al llegar a las Américas, en 1492 (Fig. 3).

En las últimas décadas, las floraciones de macroalgas han aumentado en todo el mundo (Lapointe, 1997), lo que representa una gran amenaza para la salud pública, la salud de los ecosistemas, la pesca y el desarrollo económico (Anderson, 2007). Sin embargo, a nivel regional, la biomasa promedio llegada en los últimos años al Caribe ha sido 200 veces mayor a la documentada históricamente (Gower et al., 2013; Fidai et al., 2020). Durante la última década, grandes volúmenes han inundado las costas del Caribe, África occidental y N de Brasil. Las primeras llegadas de sargazo aparecieron en 2011 en varios puntos del Caribe, Brasil y la costa E de Asia (Franks et al., 2012; Schell et al., 2015), siendo recurrentes desde entonces a lo largo de las

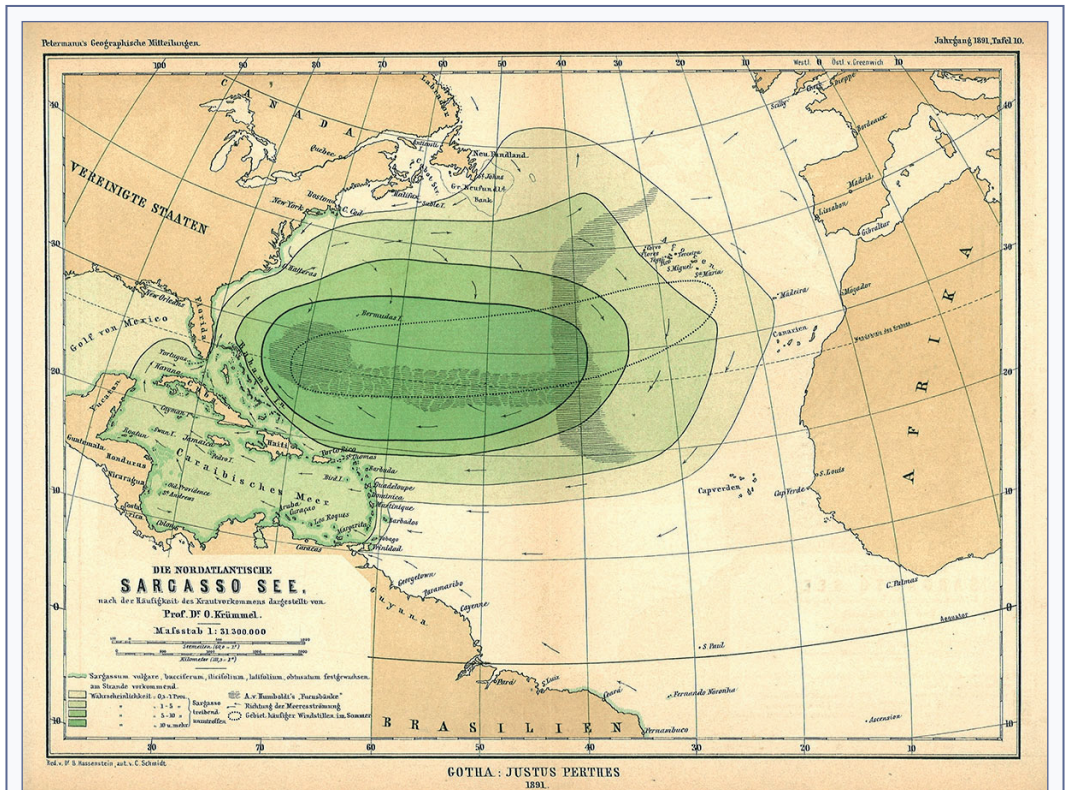


FIGURA 3. Mapa antiguo del mar de los Sargazos realizado en 1891 por el oceanógrafo Dr. Otto Krümmel.

Old map of the Sargasso Sea made in 1891 by the oceanographer Dr. Otto Krümmel.

costas del Atlántico tropical, África y Caribe (Smetacek & Zingone, 2013; Frazier, 2014; Wang et al., 2019), con un masivo influjo de sargazo pelágico desde Trinidad hasta la Rep. Dominicana, y en la costa O de África, desde Sierra Leona hasta Ghana, y en 2012 con la llegada atípica en la costa S de Cuba (Moreira & Alfonso, 2013). En 2014, otras islas y países del Caribe comenzaron a ser afectados (Gavio et al., 2015). El crecimiento anómalo del sargazo en 2015 fue considerable en comparación con la escasa presencia previa (Cuevas et al., 2018). En el Caribe mexicano se confirmó en 2015 un promedio de sargazo de  $9.726\text{ m}^3$  por mes y por km de costa (Rodríguez-Martínez et al., 2016), comparando el sargazo detectado con imágenes satelitales del 2014, se determinó un aumento del 400%. En el Caribe mexicano se informó que se extrajeron un total de 522,22T de su costa de 450 km en 2018 (Espinosa & Ng, 2020), superando los datos de fuentes orales (Gower et al., 2013; Smetacek y Zingone, 2013). En 2019 se alcanzó la cifra record de  $365\text{ km}^2$  de cobertura de sargazo respecto al promedio de los años 2011 y 2017 (Méndez-Tejeda & Rosado-Jiménez, 2019).

Según Franks et al. (2012) y Sissini et al. (2017) el origen de la nueva afluencia masiva de *Sargassum* en el mar Caribe, con cantidades inusualmente grandes de *Sargassum* spp. de forma masiva durante 2015 (Pendleton et al., 2014), no está directamente relacionado con el mar de los Sargazos. Según Gower et al. (2013) y Johnson et al. (2014) la cobertura del mar de los Sargazos no ha tenido un cambio significativo en los años donde se ha producido un incremento en el Caribe. Wang et al. (2019) plantea que desde el año 2011 se ha formado un cinturón de sargazo en el Atlántico, que se extiende desde el occidente africano hasta

el golfo de México, con 8.850 km de largo y más de 20 millones de toneladas de biomasa. Esta formación es atribuida al aporte de nutrientes provenientes del occidente africano, de la cuenca del río Amazonas, del polvo del Sahara y de la eutrofización de las aguas del Caribe (Rodríguez-Martínez et al., 2016; Serebryakova et al., 2018; Wang et al., 2019). Cedeño (2015) plantea la estrecha relación entre el índice de oscilación del Ártico y la frecuencia e intensidad de los frentes fríos en relación al aumento de sargazo. Brooks et al. (2018) mencionan un ciclo estacionario entre el mar de los Sargazos, el golfo de México y la región S del Atlántico, el cual es mediado por el viento y la eutrofización de las aguas. Por otra parte Méndez-Tejeda & Rosado-Jiménez (2019) atribuyen a dos factores climáticos que influyen en el movimiento de sargazo hacia el Caribe; el anticiclón de Azores y los vientos alisios. Se ha planteado que la producción excesiva de estas algas en el Caribe proviene de la costa E y N de Brasil, transportado a través de los canales entre el continente y las Antillas menores por las corrientes de Guayana y las Antillas, y posteriormente hacia el O por el sistema de circulación del mar Caribe y los vientos predominantes de la región (Andrad & Barton, 2000; Wang & Hu, 2016). Diversas investigaciones confirman el incremento exponencial de la cobertura de sargazo proveniente de la región norecuatorial y su dispersión al interior del Caribe (Franks et al., 2012; Gower et al., 2013; Wang & Hu, 2016). Las imágenes de satélite revelaron que el origen de la mayor parte de las afluencias de sargazo en el mar Caribe no es el mar de los Sargazos, sino un área al N del Ecuador, identificada como la región de recirculación ecuatorial del N, no asociada con las floraciones de sargazo, y conocida actualmente como el



**FIGURA 4.** Acumulación de sargazo en las playas de República Dominicana. **A.** Playa Cabeza de Toro. **B.** Playa del Cortecito, Bávaro.

Sargassum accumulation on the beaches of the Dominican Republic. **A.** Cabeza de Toro beach. **B.** Cortecito beach, Bávaro.

Gran Cinturón de Sargazos del Atlántico (Gower et al., 2013; Brooks et al., 2018; Wang et al., 2019).

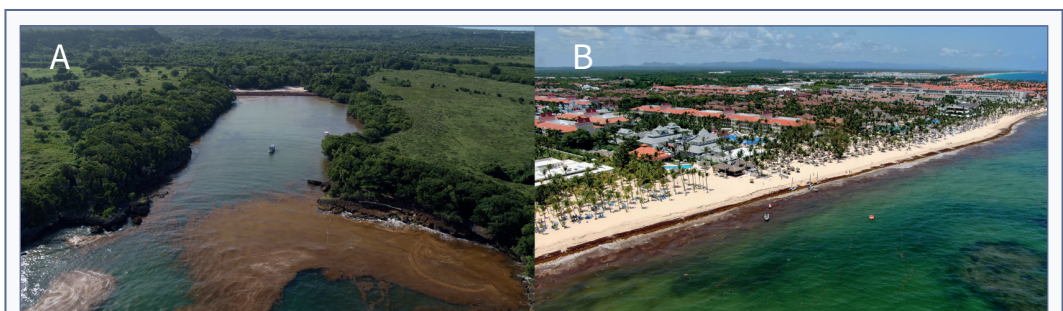
Arreguín-Sánchez (2019) parte de la hipótesis que los arribazones están ligados a procesos oceánicos de gran escala cuya dinámica es regida por el fenómeno de cambio climático, con el cambio de fase del índice de la oscilación del Atlántico Norte (NAO), que representa la diferencia de presión atmosférica a nivel del mar entre Islandia e islas Azores, controlando la fuerza y la dirección de los vientos y las trayectorias de las tormentas en el Atlántico N, entrando en fase negativa aproximadamente a mitad de la década de los 2000 (Tedesco et al., 2013). Los cambios en el NAO se manifiestan en los patrones de corrientes marinas, y al entrar en fase negativa, la corriente del Atlántico N se debilita mientras que la corriente de retorno en sentido opuesto en aguas profundas se fortalece. Al mismo tiempo los vientos alisios, que provienen del continente africano, y los contralisios, desde el continente americano, se debilitan, y el giro del Atlántico Subtropical tiende a intensificarse. Las tendencias crecientes de largo plazo, junto con las condiciones favorables para su crecimiento y desarrollo, se ven favorecidas por los nutrientes disponibles frente a las regiones continentales (Arreguín-Sánchez, 2019). Diversos autores plantean que las entradas anómalas de nutrientes provenientes de la descarga de los grandes ríos del Atlántico contribuyen a su reproducción, desde el río Mississippi en Estados Unidos, hasta los grandes ríos tropicales como el Congo, en África, Amazonas y Orinoco, en América del S (Johnson et al., 2014; Smetacek & Zingone, 2013). Actualmente hay más aportes que la capacidad de asimilación de los sistemas marinos, muchos de ellos asociados a la deforestación de la selva con el objetivo de la extracción

de maderas y cambios de uso de suelo, monocultivos y ganadería, agroquímicos, pesticidas y fertilizantes, que contribuyen con altos contenidos de nitrógeno y fósforo (Goes et al., 2014; Djakour et al., 2017), así como con una carga de grandes cantidades de desechos orgánicos de ganado (Meyer-Reil & Köster, 2000).

### Impactos asociados a la presencia de sargazo en la zona litoral

Las llegadas masivas de sargazo pueden ser consideradas un fenómeno natural perturbador que genera un “desastre” o “alteración” con impactos directos e indirectos en áreas ecológicamente sensibles, como hábitats bentónicos y costeros, áreas naturales protegidas y humedales terrestres, entre otros. Los estudios han demostrado el impacto negativo de grandes concentraciones de sargazo a lo largo la costa, especialmente sus playas, con daños no solo económicos, sino también en sus ecosistemas (Rodríguez-Martínez et al., 2016; Milledge & Harvey, 2016). Se ha dado también una afectación a los arrecifes coralinos, pastos marinos y dunas costeras afectados por los efectos de la llegada masiva de sargazo (van Tussenbroek et al., 2017; Cabanillas-Terán et al., 2019).

Una vez que el sargazo llega a la costa, se acumula en masas que pueden tener más de 1,5 m de potencia y varios metros de ancho (Figs. 4A-B). Si se deja en su lugar, los restos de sargazo se descomponen en unos pocos días y producen hidrógeno, gas sulfuro, lixiviados y materia orgánica particulada, comportando el agotamiento de oxígeno, reducción de la luz y deterioro de la calidad del agua (Figs. 5A-B), conduciendo en algunas áreas a la muerte de comunidades bentónicas y de fauna (Cruz-Rivera et al., 2015). La descomposición



**FIGURA 5.** Presencia de sargazo en suspensión frentes a costas arenosas de República Dominicana. **A.** Playa Bávaro. **B.** Playa Diamante.

Presence of sargassum in suspension off sandy coasts of the Dominican Republic. **A.** Bavaro Beach. **B.** Diamante Beach.

agota el oxígeno en las aguas cercanas a la costa, aumenta la presencia de amoníaco y sulfuros, reduciendo la columna de agua, causando la mortalidad de pastos marinos cercanos a la costa (Rodríguez-Martínez et al., 2019). Van Tussenbroek et al., (2017) argumenta mayor erosión, mortalidad de pastos marinos, como la *Thalassia*, y la fauna, debido a lixiviados de sargazo y la abundante materia orgánica en suspensión que obstruye el paso de luz a zonas más profundas de la costa (Fig. 5B), alterando la estructura trófica a lo largo de los sistemas marinos (Cabanillas-Terán et al., 2019). Los arrecifes de coral y praderas marinas son clave y abundantes en esta región, y se ha demostrado que están afectadas por el arribo y permanencia de grandes cantidades de sargazo.

Las masas de *Sargassum* spp. en tierra y cerca de la costa interfieren también el viaje de las tortugas juveniles, afectando su anidación causada por las actividades de recolección y limpieza mecánica en la playa, con su consecuente compactación (Maurer et al., 2015,

2018). Durante el 2015 en la península de Guanahacabibes (S de Cuba), se registró una llegada de sargazo de 1,5 m de potencia que afectó, en un 50%, el éxito de anidación de las tortugas (Azanza-Ricardo & Pérez-Martín, 2016). Las masas de sargazo en la costa pueden extenderse decenas de metros en el agua y forman una barrera para las tortugas nidificantes y las crías (Fig. 4). Durante el evento de 2015, se observó que el sargazo en la playa actuaba como una barrera que impedía el acceso de las tortugas carey en playas de Antigua, donde no hubo actividad de anidación en los tramos con cantidades masivas de sargazo (Maurer et al., 2015). La acumulación en las playas también puede afectar la eclosión de tortugas por la compactación relacionada con la actividad de limpieza mecánica, o la mortalidad de huevos cuando los nidos están afectados por lixivaciones, o bien tortugas recién nacidas que no podían pasar la barrera del sargazo en Cuba (Azanza-Ricardo & Pérez-Martín, 2016; Gavio & Santos-Martínez, 2018).

El sargazo ha ocasionado severos daños, los más



**FIGURA 6.** Diferentes tipos de recolección de sargazo en playas de México, Riviera Maya

Different types of sargassum collection in beaches of Mexico, Riviera Maya



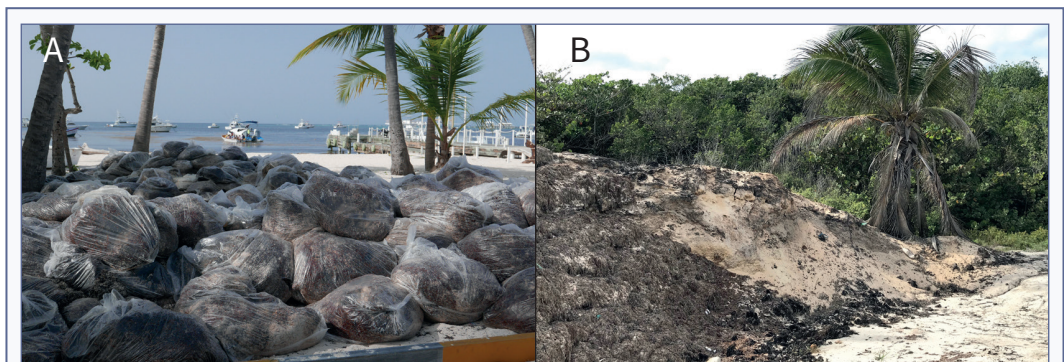
llamativos han sido en áreas de interés económico, y con mucho menos énfasis, los que se presentan en áreas ecológicamente sensibles (van Tussenbroek et al., 2017). La industria turística, basada en ecosistemas costeros, una de las principales fuentes de ingresos de los países del Caribe (Langin, 2018), sufrió impactos socioeconómicos asociados a la degradación de los ecosistemas debido a la afluencia de sargazo. Por otra parte, la compactación de la arena cambia su rugosidad natural y elimina rasgos morfológicos efímeros de playa y vegetación asociada, lo cual incrementa el ángulo de incidencia del viento, aumentando la erosión, y por ende provocando afectaciones al sistema dunar y a los servicios ecosistémicos costeros (Escudero-Castillo et al., 2018).

### Gestión de su retirada

Actualmente, debido a la emergencia ambiental ante la llegada y depósito masivo de Sargazo, se han publicado protocolos técnicos y de gestión por parte de los gobiernos (CATI, 2018; DRNA, 2015; Semarnat, 2021). Todos los lineamientos mencionan la importancia de las dunas costeras, las acciones que se deben tomar durante la limpieza del sargazo para evitar el daño de las dunas y la importancia de las mismas en estado saludable para la anidación de las tortugas marinas. Debido a su impacto sobre el turismo, las algas son recolectadas manual y mecánicamente: rastrillos, redes, camiones, palas cargadoras o sargaceras (Fig. 6A-D), alterando la remoción el aporte natural de materia orgánica, disminuyendo el desarrollo de microorganismos y fauna intersticial, así como la cantidad de

nutrientes necesarios para las comunidades vegetales dunares, afectando negativamente a las dunas embrionarias y, por consiguiente, la estabilización natural del sedimento (Innocenti et al., 2018).

Escudero-Castillo (2018) hace referencia a la erosión de playas por la retirada de sargazo. Las tareas de limpieza se realizan a diario y se estima una recolección de aproximadamente 620 m<sup>3</sup> por día de material retirando, con un promedio unas 8.000T de biomasa húmeda por temporada, equivalentes a unas 960T en peso seco, de los cuales entre un 50 y 70% en peso seco es arena, según Eyras & Sar (2003). En las costas de México, Rodríguez-Martínez et al. (2016) argumenta que la erosión de playas se agrava con la gestión del sargazo, ya que cerca de 60% del volumen removido por las máquinas es arena. Oxenford et al. (2021) estiman porcentajes entre 40 y 90% de sedimento retirado. Un estudio realizado de perfiles de playa por Chávez et al. (2020) muestran que en marzo de 2008, el ancho de la playa seca era de 31 m y el volumen de arena estimado era de 28 m<sup>3</sup>/m, ambos parámetros se mantuvieron relativamente estables hasta 2012. En octubre de 2018, el ancho de la playa disminuyó a 16 m y el volumen de arena hasta 15 m<sup>3</sup>, reduciéndose en junio de 2019 a 15 m y 13 m<sup>3</sup>, atribuyendo los autores a una pérdida de arena asociada a la retirada de sargazo. Al igual que sucede con la retirada de *Thalassia* en el Caribe (Roig-Munar et al., 2021), la retirada es acopiada en espacios lejanos de la playa sin actuaciones de retirada de sedimento, hecho que lleva implícito la erosión continuada del sistema y en muchas ocasiones estos depósitos son tratados como residuos (Fig. 7A-B). Por tanto,



**FIGURA 7.** Acopios de sargazo tratados como residuos. **A.** Playa de Cabeza Toro, Rep. Dominicana. **B.** Tulum, México.

Sargassum stockpiles treated as waste. **A.** Cabeza Toro beach, Rep. Dominican. **B.** Tulum, Mexico.

| Retirada  | País            | Playa            | N muestras     | Vol. acopio m <sup>3</sup> | Sedimento (%)     | Vol. Arena m <sup>3</sup> | m playa            | m <sup>3</sup> /m playa | Sedimento % país  |
|-----------|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Manual    |                 | Puerto Morelos   | 6              | 156,8                      | 56,45             | 88,51                     | 650                | 0,14                    |                   |
| Manual    |                 | Akumal           | 4              | 2.750                      | 51,05             | 1.403,88                  | 871                | 1,61                    |                   |
| Manual    | México          | Tulum            | 6              | 3.550                      | 48,37             | 1.717,14                  | 1.600              | 1,07                    |                   |
| Manual    |                 | Cancún           | 6              | 3.475                      | 53,53             | 1.860,17                  | 1.075              | 1,73                    | 53,53             |
| Manual    |                 | Playa del Carmen | 4              | 2.675                      | 56,78             | 1.518,87                  | 1.250              | 1,22                    |                   |
| Manual    |                 | Cabeza de Toro   | 4              | 760                        | 49,99             | 379,92                    | 1.200              | 0,32                    |                   |
| Manual    |                 | Punta Cana       | 6              | 400                        | 55,75             | 223,00                    | 1.600              | 0,14                    |                   |
| Manual    |                 | Mitches          | 4              | 950                        | 35,86             | 340,67                    | 450                | 0,76                    |                   |
| Manual    | Rep. Dominicana | Cortecito        | 4              | 1.200                      | 45,91             | 550,92                    | 550                | 1,00                    |                   |
| Manual    |                 | Esmeralda        | 4              | 450,5                      | 41,18             | 185,52                    | 450                | 0,41                    | 49,99             |
| Manual    |                 | Bavaro           | 4              | 1.670                      | 51,83             | 865,56                    | 950                | 0,91                    |                   |
| Manual    |                 | Diamante         | 5              | 875                        | 78,69             | 688,54                    | 210                | 3,28                    |                   |
| Sargacera |                 | Puerto Morelos   | 6              | 15                         | 49,71             | 7,4565                    | 125                | 0,06                    |                   |
| Sargacera | México          | Tulum            | 6              | 15                         | 68,92             | 10,338                    | 125                | 0,08                    | 68,92             |
| Sargacera |                 | Cancún           | 6              | 15                         | 74,4              | 11,16                     | 125                | 0,09                    |                   |
| Sargacera |                 | Punta Cana       | 6              | 15                         | 65,34             | 9,801                     | 125                | 0,08                    |                   |
| Sargacera | Rep. Dominicana | Bavaro           | 6              | 15                         | 72,81             | 10,9215                   | 125                | 0,09                    | 69,08             |
|           |                 |                  | <b>Tot. 87</b> | <b>Tot. 18.987,3</b>       | <b>Mdn. 53,53</b> | <b>Tot. 9.872,36</b>      | <b>Tot. 11.481</b> | <b>Mdn. 0,41</b>        | <b>Mdn. 61,23</b> |

**TABLA 1.** Resultados obtenidos para cada acopio de playa y su relación con la longitud. Tipo de retirada. País. Número de muestras tomadas. Volumen del acopio analizado. Porcentaje de sedimento asociado. Volumen de arena en m<sup>3</sup>. Longitud de playa en m lineales. Metros cúbicos retirados por metro lineal de playa. Sedimento retirado por países.

Results obtained for each beach stockpile and its relation to length. Type of withdrawal. Country. Number of samples taken. Volume of the stockpile analyzed. Percentage of associated sediment. Volume of sand in m<sup>3</sup>. Length of plane in linear m. Cubic meters removed per linear meter of beach. Sediment removed by country.

en base a los estudios consultados podemos establecer que la retirada implica una pérdida de sedimento en un amplio rango de porcentajes, entre 40 y 90%. A pesar de estos valores ofrecidos de erosión y pérdida de sedimento y de afectación al sistema playa-duna emergido, Mercadé (2019) defiende que las máquinas sargaceras no alteran el perfil de playa y no generan pérdidas de sedimento asociado a su retirada mecanizada, ofreciendo el valor cero por lo que respecta a la retirada de sedimento en maquinaria tipo Beach Trotters modelos Scarbart y cribadora.

### Área de estudio, objetivos y metodología

El estudio ha sido realizado en playas turísticas de México y República Dominicana (Fig. 1). El objetivo de este trabajo es aportar una cifra más aproximada a los valores consultados de pérdida de sedimento asociado a su retirada y gestión, entre 40 y 90% según los estudios consultados. El estudio se centra en cuantificar el contenido sedimentario de las retiradas de sargazo, tanto manuales como con maquinaria, en 12 playas mediante muestreos de *Sargassum* spp. retirado (Fig. 6 y 7).

Para establecer el volumen de sedimento retirado asociado a la gestión de su retirada, se ha seguido la metodología aplicada en las islas Baleares y en el Caribe para determinar pérdidas de sedimento asociado a retiradas de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo (Simeone & de Falco, 2013; Roig-Munar et al., 2019), y de *Thalassia testudinum* en el Caribe (Roig-Munar et al., 2021). La metodología utilizada para la cuantificación del sedimento asociado a la extracción de sargazo se ha basado en:

1. Análisis de un volumen de 18.987,3 m<sup>3</sup> retirados de *Sargassum* spp. mediante limpieza manual y mecanizada (Fig. 6), 12 playas con limpieza manual mediante rastrillados y acarreo en palas, y 5 playas con limpieza mecanizada (Tabla 1), alguna de ellas con máquinas *Beach Trotters*.

2. Determinación del volumen total de cada uno de los acopios analizados, obteniendo el volumen de la muestra en m<sup>3</sup> (Tabla 1), en relación a la línea de playa objeto de retirada de sargazo.

3. Muestreo de cada acopio, con un máximo de 48 horas después de las actuaciones de retirada. Se realiza un muestreo aleatorio, en diferentes puntos del acopio y a diferentes profundidades, entre 10 y 20 cm (Fig. 8A-B). El muestreo ha consistido en la extracción de 87 muestras mediante sondeos verticales (Tabla 1), siguiendo la metodología de Campbell & Henshall (1991), con una muestra cilíndrica de 5,5 x 22 cm, equivalente a un volumen de 522 cc de muestra.

4. Las muestras se han tratado en laboratorio para determinar su contenido de agua, de sedimento y de materia orgánica, secándolas a temperatura ambiente, para pasar, finalmente, un ciclo de entre 24 y 48 horas en la estufa a 55-65°C a fin de no dañar la materia orgánica (Blair & McPherson, 1994).

### Resultados

Se ha analizado el contenido sedimentario de 87 muestras asociadas a acopios de Sargazo con un período inferior a las 48 horas de su retirada, de cara a evitar la desecación del alga (Figs. 6 y 7). El volumen total de acopios analizado es de 18.987,3 m<sup>3</sup>, sobre una



**FIGURA 8.** Muestreos de sargazo retirado a 15 cm de profundidad sobre acopios diarios de retirada.

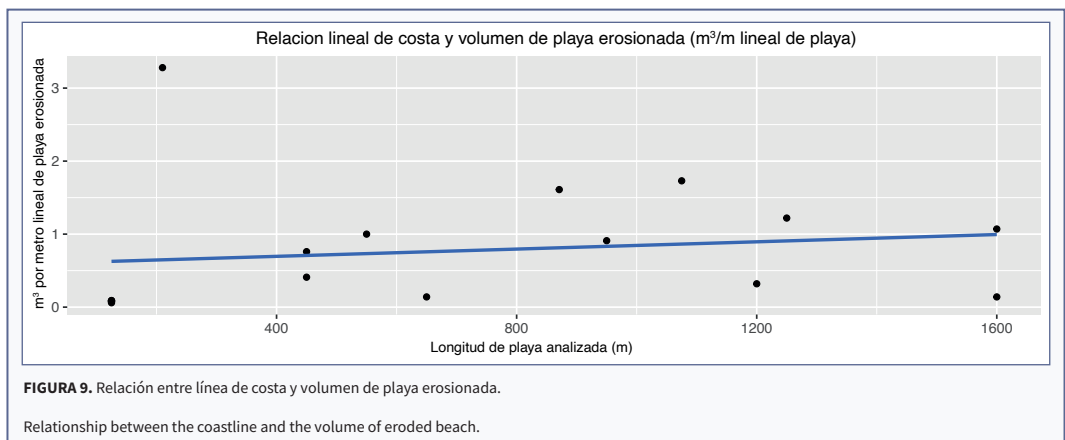
Sampling of sargassum withdrawn at a depth of 15 cm on daily withdrawals stockpiles.

línea de costa de 11.481 m de playa (Tabla 1). El resultado total analizado supone un volumen de 9.872,36 m<sup>3</sup> de sedimento retirado asociado a los restos de sargazo varados sobre las playas. El porcentaje de sedimento intercalado en los acopios supone una media del 53,53% del volumen total analizado. De estos resultados hemos de diferenciar los asociados al rastrillado, con valores medios de 51,44%, diferenciando un 53,53% en las playas de México y un 49,99% en las playas de Rep. Dominicana, valores inferiores a los establecidos por Roig-Munar et al. (2021) mediante la retirada de *Thalassia testudinum*, con porcentajes de 89,86% de sedimento asociado. Los valores más altos se dan en la playa de Diamante (Rep. Dominicana) con valores de 78,69%, que son atribuibles a retiradas mediante maquina excavadora sobre una playa asociada a pequeños arroyos, facilitando las tareas de retirada su compactación y cohesión de algas y sedimento. Playas eminentemente turísticas como Punta Cana, Bávaro, Cancún y playa del Carmen ofrecen valores entre 51 y 55% de sedimento asociado a las gestiones diarias de retirada manual.

Por lo que respecta a los valores asociados a la retirada mecanizada mediante sargaceras, los valores medios de retirada de sedimento analizados en las tolvas son de 68,9%, con importantes mayores pérdidas de sedimento que las relacionadas con las tareas manuales. Estas actuaciones mecánicas agravan el equilibrio del sistema mediante la compactación, modificación del perfil de playa, y la afectación al sistema como biota. La forma de retirada mecánica de los restos depositados sobre la playa sin que estos creen bermas y trabajando por debajo del nivel de playa, a escasos cm, favorece

un mayor porcentaje de sedimento intercalado, ya que las máquinas actúan como cribadoras y niveladoras. A pesar de estos porcentajes y los resultados de nivelación y compactación (Fig. 5A), Mercadé (1991) argumenta que las máquinas sargaceras de la marca *Beach Totters* mantienen el perfil de playa y evitan al 100% la erosión, hecho que se demuestra erróneo o falso en este trabajo, y contradictorio con las figuras aportadas por Mercadé (1991: Fig. 2).

Los resultados porcentuales de retirada de sedimento de las playas analizadas (Tabla 1) difieren de los resultados obtenidos en estudios previos a lo largo del Caribe, y no son atribuibles únicamente al contenido sedimentario imbricado de las algas retiradas (Fig. 6), sino que un importante porcentaje es el resultado de los sistemas de limpieza aplicados y de la propia morfología de las tres especies analizadas (*Sargassum* spp., *Thalassia* y *Syringodium*). Las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* presentan hojas en morfología de cinta, esta se acumula mediante adose de materia orgánica y barras arenosas, creando bermas compactas de agua, sedimento y materia orgánica, no dejando porosidad en su deposición, hecho que incrementa los porcentajes de retirada sedimentaria en su gestión (89,86%). A su vez el sargazo presenta una morfología tridimensional y una llegada masiva en volúmenes en suspensión, que no permite el adose de barras sumergidas sobre la masa depositada en la playa, por tanto, el sedimento asociado a las grandes masas es menor, especialmente con técnicas de redes y embarcaciones. Aunque su retirada en la playa emergida una vez se retiran las mayores potencias incrementa



la cohesión entre sedimento, el alga y la propia playa, aumentando de forma considerable el arrastre de este, y por ende su retirada, especialmente en el uso de maquinaria.

De los resultados obtenidos se ha calculado la relación entre la línea de costa objeto de actuación y el volumen de playa erosionada (Fig. 9), donde se aprecia una relación entre la línea de costa y la retirada de  $m^3$  de sedimento asociado a la retirada, con una concentración de las playas en las zonas con mayores acopios de alga retirada, no pudiendo relacionarlo con su residencia sobre la playa, ni a una menor erosión en playas largas que han sido objeto de actuación. La relación entre el sedimento asociado a la retirada con la longitud de las playas afectadas representa  $0,41 m^3/m/año$ , valor que se sitúa por debajo de los valores establecidos por la retirada de *Thalassia testudinum* con un orden de magnitud de  $1,11 m^3/m/año$  (Roig-Munar et al., 2021).

## Discusión

La eliminación del sargazo es una práctica extendida desde hace décadas en las playas del Caribe, aunque desde 2011, su llegada masiva a las costas arenosas turísticas se ha incrementado. Su llegada excepcional se encuentra asociada a un evento de cambio climático y crisis ambiental que afecta a números países caribeños, y su retirada va más allá de la única finalidad de mejorar el uso recreativo de las playas, basándose en el concepto limpieza.

El impacto que supone la retirada de las tres especies: *Sargassum*, *Thalassia* y *Syringodium*, afecta a la sensibilidad ambiental la playa y del frente de duna por la pérdida de sedimento y por las consecuencias de compactación de playa y erradicación de vegetación de playa alta. La conjunción de ambas actuaciones supone una importante cantidad de sedimento que sale del sistema playa-duna, dando lugar a unos balances sedimentarios negativos continuados y de carácter anual a los largo de las últimas décadas, suponiendo la afectación continuada sobre el sistema emergido, así como una importante pérdida de volumen y superficie de playa debido a la forma de retirada, transporte y deposición. A pesar de existir diferentes protocolos de gestión estas prácticas se realizan generalmente sin criterios geomorfológicos, por lo que se eliminan anualmente cientos de metros cúbicos de sedimento neto de playa, que debido a su forma de retirada sobre

la superficie de playa altera negativamente y de forma continuada el balance sedimentario del sistema, acelerando procesos de regresión de playa-duna asociada a actuaciones antrópicas. A estos hechos se agrava la falta de gestiones encaminadas a la recuperación sedimentaria de acopios y su posterior retorno a medios litorales, en aras de compensar los efectos erosivos de su retirada continuada.

Los datos de las gestiones del sargazo son difíciles de obtener, ya que se trata de gestiones realizadas habitualmente por gestores privados y/o hoteleros, que no realizan recuentos de volúmenes retirados. Así mismo, la disponibilidad de visitación de acopios es ardua y difícil, ya que muchos de los acopios han sido tratados como residuos o sirven como negocio de venta de arena destinada a la construcción. Otras retiradas son acopiadas en parcelas privadas de los hoteles, hechos que suponen más allá de la pérdida sedimentaria el potencial de contaminación de acuíferos.

## Conclusiones

El estudio se ha realizado en 12 playas caribeñas con un total de 87 muestras analizadas. El resultado final, con un promedio un 53,53 %, del volumen de los restos de sargazo acumulados en las playas corresponde a sedimento arenoso, lo que equivale a un total de  $9.872,36 m^3$  de arena que no retornan al sistema playa-duna debido a la gestión de los acopios. En un horizonte temporal sobre la longitud total de playas analizadas se obtiene un valor de metros cúbicos de sedimento por metro de línea de costa que equivalen a  $0,41 m^3/m/año$ .

Los resultados demuestran que el uso de maquinaria es más nocivo por lo que respecta a pérdida de sedimento que las retiradas manuales. A pesar de que el tiempo invertido posiblemente es menor, la erosión es mayor en porcentajes sedimentarios y en efectos de compactación y erradicación de formas.

Así pues, estas gestiones de retirada de sargazo, a pesar de su importancia de retirada para no afectar otros ecosistemas, no favorecen la integridad del sistema en términos morfológicos y sedimentológicos, ya que interfieren de forma erosiva en los balances sedimentarios del perfil de la playa emergida, afectados de forma directa y continuada con la pérdida de sedimento. La retirada del sargazo, juntamente con las retiradas de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* supone la regresión de playas de forma continuada,

especialmente en playas de usos turísticos y recreativo, siendo uno de los factores actuales más regresivos asociados a la gestión litoral de playas en el Caribe.

La producción excesiva de sargazo, y en consecuencia del arribo masivo a la costa, representa una problemática geoambiental de carácter internacional, sin límites ni fronteras políticas. Destaca la modificación y contaminación de cuencas hidrográficas que drenan al Atlántico, juntamente a la elevación de la temperatura del mar como consecuencia del cambio climático, factores que incrementan la productividad del sargazo. El problema se erige como un fenómeno natural concatenado de expresión extrema, donde los países del Caribe, con llegadas masivas de sargazo, solo pueden actuar en su retirada y minimización de llegada a la costa mediante embarcaciones y redes. Mientras que al ser un problema de carácter internacional y transfronterizo, la solución global únicamente podría gestionarse correctamente, y en primera instancia, en las cuencas fluviales, planes de forestación, minería y cultivos responsables en los continentes que drenan al Atlántico, ya que la gestión en destino del sargazo se presenta tediosa, permanente y con resultados de carácter erosivo por lo que respecta al sedimento y contaminante por lo que respecta a su acopio.

### Agradecimientos

Los resultados del presente estudio se enmarcan dentro de los proyectos de consultoría ambiental; a) Análisis Ambiental y Propuesta de Gestión Sostenible para Playas de uso Turístico en República Dominicana (BID ATN/OC-16820-DR), y b) Diagnóstico de los sistemas playaduna de los complejos turísticos del Grupo Hotelero Piñero en las costas de México, Jamaica y República Dominicana.

### Bibliografía

- Amaral-Zettler, L. A., Dragone, N. B., Schell, J., Slikas, B., Murphy, L. G., Morrall, C. E., Zettler, E. R., 2017.** Comparative mitochondrial and chloroplast genomics of a genetically distinct form of *Sargassum* contributing to recent "Golden Tides" in the Western Atlantic. *Ecology and Evolution*, 7: 516–525.
- Anderson, D. M., 2007.** The ecology and oceanography of harmful algal blooms: multidisciplinary approaches to research and management. In: IOC Technical Series. vol. 74 UNESCO
- Andrade, C. A., & E. D. Barton, 2000.** Eddy development and motion in the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research*, 105(C11): 26191- 26201.
- Arecas, A. J., Suárez, A. M., Valdés, O. & Cano, M., 1993.** Recomendaciones metodológicas para evaluar el sargazo de arribazón. *Archivo Científico, Instituto de Oceanología*, 1: 758-93.
- Arreguín-Sánchez, F., 2019.** Climate change and the rise of the octopus' fishery in the Campeche Bank, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 32 (2): 100852.
- Azanza-Ricardo, J. & Pérez-Martín, R. 2016.** Impacto de la acumulación de sargazo del verano del 2015 sobre las tortugas marinas de playa de La Barca, península de Guanahacabibes. *Revista Investigaciones Marinas*, 36: 54-62.
- Blair, T. C. & McPherson, J. G., 1994.** Alluvial fans and their natural distinction from rivers based on morphology, hydraulic processes, sedimentary processes and faces assemblages. *Journal of Sedimentary Research*, 64: 450-489.
- Brooks, M. T., Coles, V. J., Hoo d, R. R. & Gower, J. F. R., 2018.** Factors controlling the seasonal distribution of pelagic *Sargassum*. *Marine Ecology Progress Series*, 599: 1-18.
- Brown, A. & McLachlan, A., 1990.** Ecology of sandy shores. 392 pp Elsevier, Hardbound. Academic Press.
- Cabanillas-Terán N., Hernández-Arana H. A., Ruiz-Zárate M. Á., Vega-Zepeda A. & Sanchez-Gonzalez A., 2019.** *Sargassum* blooms in the caribbean alter the trophic structure o the sea urchin diadema antillarum. *PeerJ* 7(4): e7589.
- Campbel, D. J. & Henshall, J. K., 1991.** Bulk Density. In: Smith K. A. & Mullins C. E. (Eds). *Soil Analysis*, 329-366.
- Casazza, T. L. & Ross, S. W. 2008.** Fishes associated with pelagic *Sargassum* and open water lacking *Sargassum* in the Gulf Stream off North Carolina. *Fishery Bulletin*, 106: 348-363.
- CATI, 2018.** Tecnologías sobre la recolección del sargazo. Centro de Apoyo a la tecnología e Innovación (CATI-CARD) en los Países centroamericanos y la República Dominicana. *Estudio Sobre Tecnologías Sobre la Recolección del Sargazo. Boletín de vigilancia tecnológica*, 2: 1-48.
- Cedeño, A. R. 2015.** Oscilación Ártica y frentes fríos en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 21(1), 91-102.
- CEPAL. 2015.** Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: Dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Naciones Unidas, 265 pp.
- Chávez, V., Uribe-Martínez, A., Cuevas, E. Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B. I., Vanessa, F., and Estévez, M., Lourdes C., Monroy-Velázquez, L. V., Leal-Bautista, R., Álvarez-Filip, L., García-Sánchez, M., Masia, L. & Silva, R., 2020.** Massive Influx of Pelagic *Sargassum* spp. on the Coasts of the Mexican Caribbean 2014-2020: Challenges and Opportunities. *Water*, 12: 2908.
- Cruz-Rivera, E., Flores-Díaz, M. & Hawkins, A., 2015.** A fish kill coincident with dense *Sargassum* accumulation in a tropical bay. *Bulletin of Marine Science –Miami*, 91 (4): 455–456.

- Cuevas, E., A. Uribe-Martínez, M. A & Liceaga-Correa, M. A. 2018.** A satellite remote-sensing multi-index approach to discriminate pelagic Sargassum in the waters of the Yucatan Peninsula, Mexico. *International Journal of Remote Sensing*, 39(11): 3608-3627.
- Djakour, S. M., Araujo, A. Hounsou-Gbo, C. Noriega, & B. Bourlés, 2017.** On the potential causes of the recent Pelagic Sargassum blooms events in the tropical North Atlantic Ocean. *Biogeosciences*: 2017-346.
- DRNA, 2015.** Protocolo para en manejo de acumulación extrema de sargazo en las costas de Puerto Rico. 13 pp. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del Estado libre asociado de Puerto Rico.
- Escudero-Castillo, M., Felix-Delgado, A., Silva, R., Mariño-Tapia, I. & Mendoza E., 2018.** Beach erosion and loss of protection environmental services in Cancun, Mexico, *Ocean & Coastal Management*, 156:183-197.
- Espinosa, L. A. & Ng, J. J. L., 2020.** El riesgo del sargazo para la economía y turismo de Quintana Roo y México (Documento de trabajo No. 20/02). BBVA Research.
- Eyras, M. & Sar, E., 2003.** Arribazones estivales en Puerto Madryn, Argentina, como materiales para la obtención de compost. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*, 38(1-2): 105-111.
- Fidai, Y. A., Dash, J., Tompkins, E. L. & Tonon, T., 2020.** A systematic review of floating and beach landing records of *Sargassum* beyond the Sargasso Sea. *Environmental Research Communications*, 2: 122001.
- Franks, J. S., Johnson, D. R., Ko, D. S., Sánchez-Rubio G., Hendon, J.R. & Lay, M., 2012.** Unprecedented influx of Pelagic Sargassum along Caribbean Island Coastlines during summer 2011. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 64: 6-8.
- Frazier, J., 2014.** Advanced Prediction of the Intra-americas Sargassum season Through Analysis of the Sargassum loop System Using Remote Sensing Technology. Master's Thesis. Available electronically from. Texas A & M University.
- Gavio, B. & Santos-Martinez, A., 2018.** Floating Sargassum in Serranilla Bank, Caribbean Colombia, may jeopardize the race to the ocean of baby sea turtles. *Acta Biológica Colombiana*, 23 (3): 311-314.
- Gavio, B., Rincón-Díaz, M. & Santos-Martínez, A., 2015.** Massive quantities of pelagic Sargassum on the shores of San Andres Island, Southwestern Caribbean. *Acta Biológica Colombiana*, 20 (1): 239-241.
- Goes, J. I., Gomes, H. R., Chekalyuk, A. M., Carpenter, E. J., Montoya, J. P., Coles, V. J., Yager, P. L., Berelson, W. M., Capone, D. G., Foster, R. A., Steinberg, D. K., Subramaniam, A. & M. A. Hafez, 2014.** Influence of the Amazon River discharge on the biogeography of 5 phytoplankton communities in the western tropical north Atlantic. *Progress in Oceanography*, 120: 29-40.
- Gower, J., & S. King, 2011.** Distribution of floating Sargassum in the Gulf of Mexico and the Atlantic Ocean mapped using MERIS. *International Journal of Remote Sensing*, 32/7: 1917-1929.
- Gower, J., Young, E. & King, S., 2013.** Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing. Letters*, 4 (8): 764-773.
- Guimaraes, M.; Zúñiga-Ríos, A.; Cruz-Ramírez, C. J.; Chávez, V.; Odé-ritz, I.; van Tussenbroek, B.I.; Silva, R., 2021.** The Conservational State of Coastal Ecosystems on the Mexican Caribbean Coast: Environmental Guidelines for Their Management. *Sustainability*, 13: 2738.
- Hanisak, M.D. & Samuel, M.A. 1987.** Growth rates in culture of several species of Sargassum from Florida, U.S.A. *Hydrobiologia*, 151/152: 399-404.
- Hesp, P. A. 2002.** Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology, and dynamics. *Geomorphology*, (48): 245-268.
- Huffard, C. L., von Thun S., Sherman, A. D., Sealey, K., & Smith K. L., 2014.** Pelagic Sargassum community change over a 40-year period: temporal and spatial variability. *Marine Biology*, 161(12): 2735-2751.
- Innocenti, R.A., Feagin, R.A. & Huff, T.P., 2018.** The role of Sargassum macroalgal wrack in reducing coastal erosion. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 214: 82-88.
- Johnson, D. R, Ko, D.S., Franks, J.S., Moreno, P. & Sanchez-Rubio, G. 2014.** The Sargassum invasión of the eastern Caribbean and dynamics of the equatorial North Atlantic. *Proceedings of the 65th annual Gulf Caribbean Fisheries Institute*, 65: 102-103.
- Komar, P. D. 1999.** Coastal Changes Scales, of processes and dimension of problems. In: Kraus, N.C. & McDougal, W.G. (Eds.) *Coastal sediments, Proceeding of 4th International Synopsium on Coastal Engineering and Science of Coastal Sediment Processes.* American Society of Civil Engineers, 1, Whashington D.C. 1-17.
- Laffoley, D., Roe, H. S. J., Angel, M. V., Ardron, J., Bates, N. R., Boyd, I., Brooke, S., Buck, K. N., Carlson, C. A., Causey, B. & Conte, M. H., 2011.** The Protection and Management of the Sargasso Sea: The Golden Floating Rainforest of the Atlantic Ocean. *Summary Science and Supporting Evidence Case.* Sargasso Sea Alliance. pp. 44.
- Langin, K. 2018.** Seaweed masses assault Caribbean islands. *Science* 360:1157-1158.
- Lapointe, B. E., 1997.** Nutrient thresholds for bottom-up control of macroalgal blooms on coral reefs in Jamaica and southeast Florida. *Limnology Oceanography*, 42, 1119-1131.
- Luckhurst, B. E., 2015.** Analysis of ICCAT reported catches of tunas and swordfish in the Sargasso Sea (1992-2011). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 71(6): 2900-2912.
- Marmorino, G.G., W.D., Miller, B., Smith & Bowles, J. G. 2011.** Airborne imagery of a disintegrating Sargassum drift line. *Deep Sea*

Research Part I: Oceanographic Research Papers, 58: 316- 321.

- Martínez, M. L., Gallego-Fernández, J. B., García-Franco, J. G., Moc-tezuma, C. & Jiménez, C. D., 2006.** Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. *Environmental Conservation*, 33: 109-117.
- Maurer A. S., Stapleton S. P. & Layman C. A., 2018.** Impacts of the Caribbean Sargassum influx on sea turtle nesting. In: *Proceedings of the 71st Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 327-329.
- Maurer, A. S., De Neef, E., Stapleton, S., 2015.** Sargassum accumulation may spell trouble for nesting sea turtles. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13 (7): 394-395.
- Méndez-Tejeda, R. & Rosado-Jiménez, G. A., 2019.** Influence of climatic factors on Sargassum arrivals to the coast of the Dominican Republic. *Journal of Oceanography and Marine Research*, 10(2): 22-32.
- Mercadé, S., 2019.** La forma correcta de proceder con la limpieza de las playas turísticas y el levante del sargazo. Universidad de la Costa, Colombia, 431-449
- Meyer-Reil, L. A. & Köster, M. 2000.** Eutrophication of marine waters: effects on benthic microbial communities. *Marine Pollution Bulletin*, 41: 255-263.
- Milledge, J. J. & Harvey, P. J., 2016.** Golden tides: problem or golden opportunity? The valorisation of Sargassum from beach inundations. *Journal of Marine Science and Engineering*, 43: 60.
- Moreira, A. & Alfonso, G. 2013.** Inusual arribazón de *Sargassum* fluitans (Børgesen) Børgesen en la costa centro-sur de Cuba. *Revista Investigaciones Marinas*, 33(2): 17-20.
- NOAA's Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, 2021.** <https://www.aoml.noaa.gov>
- Oxenford, H. A., Cox, S. A., van Tussenbroek, B. I. & Desrochers, A., 2021.** Challenges of Turning the Sargassum Crisis into Gold: Current Constraints and Implications for the Caribbean. *Phycology*, 1: 27-48.
- Oyesiku, O. O. & Egunyomi, A., 2014.** Identification and chemical studies of pelagic masses of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon and *S. fluitans* (Borgesen) Borgesen (brown algae), found offshore in Ondo State, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 13: 1188-1193.
- Pendleton, L., Krowicki, F., Strosser, P. & Hallett-Murdoch, J., 2014.** Assessing the value of marine and coastal ecosystem services in the Sargasso Sea. In: *A Report Prepared for the Sargasso Sea Alliance: Duke Environmental and Energy Economics Working Paper Series (Working Paper EE 14-05)*.
- Peynador, C. & Méndez-Sánchez, F., 2010.** Managing coastal erosion: A management proposal for a littoral cell in Todos Santos Bay, Ensenada, Baja California, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 53: 350-357.
- Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B., Jordán-Dahlgren, E., 2016.** Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe Mexicano (2014-2015). In: *García- Mendoza, E., Quijano-Scheggia, S.I., Olivos-Ortiz, A., Núñez-Vázquez, E.J. (Eds.), Florecimientos algales nocivos en México. CICESE, Ensenada, México. pp. 352-365.*
- Rodríguez-Martínez, R. E., Medina-Valmaseda, A. E., Blanchon, P., Monroy-Velázquez, L. V., Almazán-Becerril, A., Delgado-Pech, B., Vásquez-Yeomans, L., Francisco, V. & García-Rivas, M. C., 2019.** Faunal mortality associated with massive beaching and decomposition of pelagic Sargassum. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 201-205.
- Rodríguez-Martínez, R. E., Torrescano-Valle, N., Roy, P. D., Cabanillas-Terán, N., García-Sánchez, M., Carrillo, S., Collado-Vides, L., van Tussenbroek, B.I., 2020.** Element concentrations in pelagic Sargassum along the Mexican Caribbean coast in 2018-2019. *Peer J* 8: e8667.
- Roig-Munar F. X., Martín-Prieto J. Á., Rodríguez-Perea A., Batista Ó. O., 2018.** Environmental Analysis and Classification of Coastal Sandy Systems of the Dominican Republic. In: *Botero C., Cervantes O., Finkl C. (eds) Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies. Coastal Research Library, vol 24. Springer: 59-74.*
- Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. Á. & Gelabert Ferrer, B., 2019.** Cuantificación de la pérdida de sedimento por la retirada mecánica de bermas (banquettes) de *Posidonia oceanica* en las playas de las islas Baleares: consecuencias geomorfológicas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 32 (2): 73-86.
- Roig-Munar, F. X., Olivo Batista, O., Martín-Prieto, J. A., Bala-guer-Huguet, P., Rodríguez-Perea, A., Gelabert, B I & del Toro, P., 2021.** Cuantificación de la pérdida de sedimento por la retirada de depósitos de *Thalassia testudinum* en las playas del Caribe: efectos geomorfológicos. *Nemos*, 11: 28-37.
- Schell, J. M., Goodwin, D. S., Siuda, A., 2015.** Recent Sargassum inundation events in the Caribbean: shipboard observations reveal dominance of a previously rare form. *Oceanography*, 28 (3): 8-10.
- Semarnat, 2021.** Lineamientos Técnicos y de Gestión para la Atención de la Contingencia Ocasional por Sargazo en el Caribe Mexicano y el Golfo de México (2021). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ejército Nacional, No. 223: 50 pp.
- Serebryakova, A., Aires, T., Viard, F., Serrao, E. A. & Engelen, A. H., 2018.** Summer shifts of bacterial communities associated with the invasive Brown seaweed *Sargassum muticum* are location and tissue dependent. *PLOS ONE*. 13(12): e0206734.
- Simeone, S. & de Falco, G. 2013.** *Posidonia oceanica* banquette removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications. *Journal of Coastal Research*, 65: 1045-1050.
- Sissini, M. N., de Barros Barreto, M. B. B., Széchy, M. T. M., de Luce-na, M. B., Oliveira, M. C., Gower, J., Liu, G., de Oliveira Bastos,**



- E., Milstein, D., Gusmão, F. & Martinelli-Filho, J. E., 2017.** The floating *Sargassum* (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean—likely scenarios. *Phycologia*, 56: 321-328.
- Smetacek, V. & Zingone, A., 2013.** Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 504 (7478), 84-88.
- Stoner, A. W., & Greening, H. S. 1984.** Geographic variation in the macrofaunal associates of pelagic *Sargassum* and some biogeographic implications. *Marine Ecology Progress Series*, 20:185- 192.
- Tedesco, M. Fettweis, X., Mote, T., Wahr, J., Alexander, P., Box, J., & Wouters, B. 2013. Evidence and analysis of 2012.** Greenland records from spaceborne observations, a regional climate model and reanalysis data. *The Cryosphere Discussions*, 7(2): 6015-630.4939-4976.
- Thiel, M. & Gutow, L., 2005.** The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 43, 279–418.
- Thiel, M., & Fraser, C. 2016.** The role of floating plants in dispersal of biota across habitats and ecosystems. In E. Olafsson (Ed.), *Marine macrophytes as foundation species*.
- van Tussenbroek, B. I., Hernández Arana, H. A., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Avalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., Barba-Santos, M. G., Vega-Zepeda, A., Collado-Vides, L., 2017.** Severe impacts of brown tides caused by *Sargassum* spp. on near-shore Caribbean seagrass communities. *Mar. Pollut. Bull.*, 122: 272–281.
- Wang M., Hu C., Barnes B. B., Mitchum G., Lapointe B. & Montoya J. P. 2019.** The great Atlantic *Sargassum* belt. *Science*, 365: 83-87.
- Wang, M., & Hu, C. 2016.** Mapping and quantifying *Sargassum* distribution and coverage in the Central West Atlantic using MODIS observations. *Remote Sensing of Environment*, 183: 350-367.
- Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B. & Montoya, J. P., 2019.** The great Atlantic *Sargassum* belt. *Science*, 365: 83–87.
- Wells, R. J. D., & J. R. Rooker, 2004.** Spatial and temporal patterns of habitat use by fishes associated with *Sargassum* mats in the northwestern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 74: 81-99.
- Williams, A., & Feagin, R. 2010.** *Sargassum* as a natural solution to enhance dune plant growth. *Environmental Management*, 46: 738-747.
- Witherington, B., Hirma, S. & Hardy, R. 2012.** Young sea turtles of the pelagic *S. Sargassum* dominated drift community: habitat use, population density, and threats. *Marine Ecology Progress Series*, 463: 1-22.

# Catàleg actualitzat i claus d'identificació de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (Barcelona)

Àngel Manuel Hernández Cardona

Secció de Ciències Naturals, Centre Excursionista de Terrassa, Sant Llorenç 10. E-08221. amhernandezcardona@gmail.com.

Sant Llorenç del Munt i l'Obac és el nom que reben dos massissos situats entre les comarques del Vallès Occidental i del Bages, a la província de Barcelona (Catalunya). Una gran part d'aquest territori correspon al Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, que té una superfície de 137 quilòmetres quadrats. El punt culminant és la Mola (1.103 m). A la part sud hi ha esquistos i vulcanites del paleozoic, i també una intrusió granítica i una faixa de materials triàsics. Tanmateix, la major part dels dos massissos és constituïda per conglomerats de l'eocè. El clima és mediterrani, amb estius calorosos i hiverns benignes. Les pluges es concentren a la primavera i sobretot a la tardor. Pel que fa a la vegetació, hi predomina l'alzinar, sovint amb pins i a vegades amb roures. També són comunes les brolles, les pastures seques i les plantes rupícoles. La flora, de caràcter bàsicament mediterrani, és molt rica, amb més d'un miler d'espècies.

Respecte a les gramínies o poàcies, cal subratllar que és una de les famílies de fanerògames més importants, amb més d'11.000 espècies, a la qual pertanyen els cereals, base de l'alimentació humana i del bestiar. Són plantes quasi sempre herbàcies. Les fulles són estretes i paral·lelinèrvies. Les flors solen ser hermafrodites, amb tres estams i dos estigmes plomosos, però no tenen periant sinó que presenten a la base un lemma i una pàlea. Una o més flors s'agrupen en una espigueta, la qual duu a la base dues glumes. Les espiguetes, a la vegada, s'agrupen en espigues, raïms o panícules. El fruit és una cariopsi. La metodologia en l'estudi de les gramínies consisteix en l'observació de la planta a la natura i també del seu examen a casa o en el laboratori, amb la utilització d'una lupa de mà o binocular. Estudis especialitzats requereixen altres tècniques. En molts casos és important l'assecatge i premsat de les plantes per a la seva conservació en herbari.

Les gramínies eren les plantes menys conegudes de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, coneixement que ara s'ha ampliat enormement. Els resultats d'aquest estudi han estat la confecció d'un catàleg actualitzat i comentat de 107 espècies (cinc de les quals amb dues subespècies presents a la contrada), i la realització de claus dicotòmiques d'identificació, una important eina de treball per a investigacions futures.

Paraules clau: *Sant Llorenç del Munt i l'Obac, Barcelona, el Vallès Occidental, el Bages, gramínies, catàleg actualitzat, claus d'identificació.*

## Updated catalogue and identification keys for the grasses of Sant Llorenç del Munt i l'Obac (Barcelona)

Sant Llorenç del Munt i l'Obac is the name given to two massifs located between the counties of el Vallès Occidental and el Bages, in the province of Barcelona (Catalonia). A large part of this territory corresponds to the Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, which has an area of 137 square kilometers. The highest point is La Mola (1,103 m). In the southern part there are Paleozoic schists and vulcanites, as well as a granitic intrusion and a strip of Triassic materials. However, most of the massifs are of Eocene conglomerates. The climate is Mediterranean, with hot summers and mild winters. Rainfall is concentrated in spring and, specially, in autumn. In terms of vegetation, woods of holm oak predominate, often mixed with pine and sometimes with oak. Shrubs, dry meadows and rock-dwelling plants are also common. The flora, basically Mediterranean, is very rich, with more than a thousand species.

With regard to grasses or Poaceae, it should be emphasized that this is one of the most important families of

Phanerogams, with more than 11,000 species identified, and to which cereals, the basis of both the human and livestock food chain, belong.

They are almost always herbaceous plants. The leaves are narrow with parallel nerves. The flowers are usually hermaphrodites, with three stamens and two feathery stigmas, but instead of a perianth they have a lemma and a palea at the base. One or more flowers are grouped in a spikelet, which bears two glumes at the base. The spikelets, in turn, are grouped into spikes, racemes or panicles. The fruit is a caryopsis. The methodology in the study of grasses consists of observing the plant in nature and also examining it at home or in the laboratory, using a hand-lens or a dissecting microscope. Specialized studies require other techniques. In many cases it is important to dry and press the plants for conservation in herbarium.

Grasses were the least known plants in Sant Llorenç del Munt and l'Obac, the knowledge of which that has now expanded enormously. The results of this study have been the preparation of an updated and annotated catalogue of 107 species (five of which with two subspecies in the area), and the realization of dichotomous identification keys, an important working tool for future research.

Keywords: *Sant Llorenç del Munt i l'Obac, Barcelona, el Vallès Occidental, el Bages, grasses, updated catalogue, identification keys.*

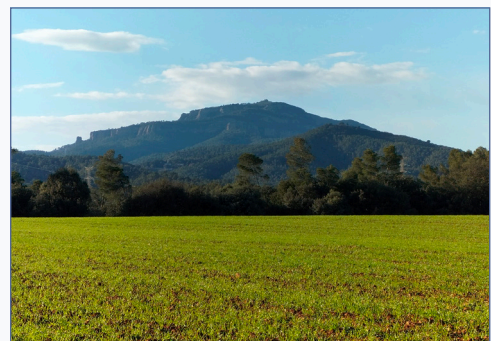
Amb l'aparició recent del volum 19 (en dos toms) de *Flora iberica*, dedicat íntegrament a les gramínies (Devesa et al., 2020; Romero et al., 2021), s'ha pogut posar al dia l'estudi florístic de Sant Llorenç del Munt i l'Obac fet per l'autor (Hernández, 1993) en allò que respecta a la família de les gramínies o poàcies.

Sant Llorenç del Munt i l'Obac és la denominació que reben conjuntament dos massissos (el de Sant Llorenç a llevant i el de l'Obac a ponent) pertanyents a la serralada Prelitoral catalana i situats a la província de Barcelona, entre les comarques del Vallès Occidental i del Bages. La separació entre els dos massissos és establerta per la riera de les Arenes i el torrent d'Estenalles. Vers l'est, el riu Ripoll delimita clarament el massís de Sant Llorenç, mentre que el massís de l'Obac queda delimitat a l'oest per Sant Jaume de Vallhonesta, Rellinars i els Cingles de Vacarisses. Al sud, Sant Llorenç del Munt i l'Obac limita amb Castellar del Vallès, Matadepera i les masies del nord de Terrassa. Al nord, els límits els estableixen Sant Llorenç Savall, Mura i Rocafort. Una gran part d'aquest territori correspon al Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, una àrea de protecció creada el 1987 i que abasta una superfície de 13.694 hectàrees, és a dir, de 137 quilòmetres quadrats en nombre rodó.

Els punts culminants del massís de Sant Llorenç del Munt són la Mola (1.103 m), on es troba l'antic monestir de Sant Llorenç del Munt (Fig. 1) i el Montcau (1.056 m). Al massís de l'Obac, el turó de Castellsapera (939 m) és el cim més elevat. La topografia de la zona es pot

visualitzar a la pàgina web de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (<http://www.icc.cat/vissir3/>).

Des del punt de vista geològic, la part sud dels dos massissos pertany al sistema orogràfic dels Catalànids. Els substrats en aquesta part són esquistos (llicolles) i vulcanites d'origen marí, tots ells datats del final del paleozoic o era primària. També hi ha una petita intrusió de roques magmàtiques granítiques i una estreta faixa de materials triàsics (de l'era secundària), concretament conglomerats quarsosos, gresos i calcàries. Tanmateix, la major part dels dos massissos és constituïda per conglomerats, gresos i lutites de l'eocè (primera meitat del cenozoic o era terciària),



**FIGURA 1.** Sant Llorenç del Munt i en primer terme un camp de cereals. Foto: F. Jonch.

Sant Llorenç del Munt and in the foreground a cereal field. Photo: F. Jonch.

materials que geològicament formen part de la depressió de l'Ebre. El clima és mediterrani, amb estius calorosos i hiverns benignes. Les pluges es concentren a la primavera i sobretot a la tardor, i són de l'ordre de 850 mm anuals a la Mola i inferiors a aquest valor a les parts baixes. La temperatura mitjana anual és de 10° C a la Mola i un parell de graus menys a les parts baixes, encara que aquestes dades són poc significatives per les grans variacions estacionals.

Pel que fa a la vegetació, hi predomina l'alzinar, sovint mixt amb el pi blanc i en els llocs més humits també amb roure martinenc. Les rouredes pures d'aquesta espècie són escasses i també apareix el roure de fulla gran al canal de les Teixoneres i al sot de la Bota. També hi abunden les brolles i els prats secs. Són molt interessants les comunitats saxícoles i rupícoles, atesa l'extensió que ocupen les codines i els roquissars. Respecte a la flora, és bàsicament mediterrània amb algunes petites àrees (en canals i paratges fresquívol) on prosperen plantes eurosiberianes. La gran varietat d'hàbitats permet l'existència d'una flora molt rica, superior al miler d'espècies. Són moltes les plantes endèmiques, d'àrea disjunta o interessants per diversos motius.

Respecte a les gramínies, cal subratllar que és una de les famílies de fanerògames més importants, no sols pel nombre d'espècies, més de 11.000 segons estimacions recents, sinó també perquè a ella pertanyen els cereals (blat, panís, arròs, ordi, civada, etc.), base de l'alimentació mundial, no sols humana, sinó també en gran mesura de la del bestiar i de l'aviram, i a més formen part consubstancial dels prats i per tant, trobant-se a la base de la piràmide tròfica, constitueixen el menjar de moltíssims animals herbívors, tant silvestres com domèstics. Això a part de moltes altres utilitats.

Les gramínies són plantes herbàcies o rarament amb les tiges lignificades (canyes, bambús i poques més). Les fulles són més o menys allargades i estretes, paral·lelinèrvies, amb una beina que envolta la tija i una lígula o petita expansió membranosa o formada per pèls en el lloc d'unió de la beina i el limbe. Les flors normalment són hermafrodites, amb tres estams i un ovari amb dos estigmes plomosos, i no tenen periant (és a dir, els manca el calze i la corol·la), sinó que presenten a la base unes bràctees o glumèl·les, la inferior anomenada lemma i la superior pàlea, i a la part interna unes petites peces esquamoses anomenades glumèl·lules o lodícules, que han estat interpretades com un periant

vestigial. Una o més flors s'agrupen en una inflorescència elemental anomenada espigueta o espícula, la qual duu a la base dues bràctees denominades glumes. Les espiguetes, a la vegada s'agrupen en espigues, raïms o panícules. El fruit, anomenat cariopsi, és monosperm, és a dir, amb una única llavor, la qual, com és el cas de totes les monocotiledònies, té un sol cotiledó (Hernández, 1981: 89-90).

## Material i mètode

La metodologia en l'estudi de les gramínies consisteix, d'una banda, en l'observació de la planta a la natura, relacionant-la amb el seu hàbitat: substrat geològic on es fa, tipus de sòl on creix, condicions climàtiques de l'indret on es troba, comunitat vegetal de la qual forma part, etc., i d'altra banda en l'estudi diguem-ne de gabinet o de laboratori, en el qual s'examina la planta de la qual s'ha recollit una mostra, necessàriament amb l'ajut d'una lupa com a mínim de cinc o sis augments i millor d'una lupa binocular. Estudis especialitzats ja requereixen altres tècniques, com poden ser la realització de talls histològics de la fulla o de la tija, comptatge de cromosomes, seqüenciació d'ADN, observació del pol·len al microscopi, cultius experimentals, etc.

Respecte al material, és important en molts casos i especialment en estudis científics especialitzats, la preparació de mostres d'herbari. La planta s'ha de recollir en les millors condicions possibles i assecar-la i premsar-la. Un cop col·locada en plec de paper (que pot ser molt bé de diari) es fica a la premsa entre cartons, coixinets de paper absorbent o plantilles de buata, que cal canviar sovint fins que la planta estigui ben seca. Després es col·loca en papers més presentables, juntament amb una etiqueta on figurin les dades bàsiques: nom científic en llatí de la planta (i si es vol també el popular), lloc on s'ha recollit (si pot ser amb indicacions precises), hàbitat, recol·lector i data de la recol·lecció. La planta així premsada es pot conservar en un herbari particular o bé en les col·leccions d'alguna universitat o d'alguna institució científica.

## Resultats

### Catàleg actualitzat de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac

En aquest catàleg no s'han inclòs els cereals cultivats que poden aparèixer com a restes de cultiu, ni les

espècies que encara que hagin estat citades són manifestament errònies, ni les que es troben en els encontorns de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, però que no s'ha pogut verificar la seva presència dins d'aquest territori. En la nomenclatura de les espècies, les abreviatures de noms d'autors i el tractament taxonòmic, es segueixen estrictament els criteris de *Flora ibérica* (Devesa et al., 2020; Romero et al., 2021). En el cas de les graminies, els noms populars són escassos i només aquelles espècies que tenen alguna utilitat o alguna particularitat en tenen. La majoria, doncs, de noms populars són manlleus del llatí científic. Els presentats ací han estat seleccionats per l'autor a partir d'obres diverses (Bolòs & Vigo, 2001; Cadevall, 1937; Devesa et al., 2020; Masclans, 1981; Romero et al., 2021; Vallès, 2014) o bé adaptats directament del nom científic.

***Aegilops geniculata*** Roth (traiguera). De les regions mediterrània i iranoturànica (o iranoturànica). Prospera en pastures, ermassos i vores de camins, sobretot a les zones baixes (Fig. 2).

***Aegilops triuncialis*** L. (traiguera llarga, blat bord). Pròpia de les regions mediterrània i iranoturànica. Creix en erms, guarets i herbassars, a les parts baixes d'ambdós massissos.

***Agrostis castellana*** Boiss. et Reut. (agrostis castellana). Espècie pròpia del sud d'Europa i nord d'Àfrica. Es fa en brolles i terrenys incultes, preferentment sobre substrats silícics o descalcificats, tot i que aquest no és el cas de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, ja que és bastant freqüent a les zones mitjanes, de caràcter calcari.

***Agrostis stolonifera*** L. (agrostis estolonífera). Estesa per una gran part de les regions temperades i fredes de l'hemisferi nord. Es fa en pastures humides i terrenys

molls. És comuna a les zones inferiors i mitjanes.

***Aira caryophyllea*** L. (nebulosa europea). Present a la major part d'Europa i en algunes localitats properes d'Àfrica i Àsia. Forma part de pradells d'herbes anuals, preferentment sobre substrats silícics o descalcificats. No és gaire abundant en cap dels dos massissos.

***Aira cupaniana*** Guss. (nebulosa mediterrània). Es troba a la regió mediterrània i en alguna de les illes Canàries. Creix en terrenys flocs, tant silícics com calcaris. És molt freqüent, tant al massís de Sant Llorenç del Munt com al de l'Obac.

***Ampelodesmos mauritanicus*** (Poir.) T. Durand et Schinz (càrritx). De la regió mediterrània occidental i central. Mentre que és molt abundant al nord d'Àfrica i a les illes Balears, a la península Ibèrica només es troba amb profusió al massís càrstic de Garraf i molt escassament en altres localitzacions del quadrant nord-oriental. Creix en màquies, matolls, roquissars i pinedes esclarissades de pi blanc, sobre substrats calcaris i en llocs assolellats. A Sant Llorenç del Munt i l'Obac és molt rar i només es troba en localitats aïllades o en afloraments de roques calcinades, com és el cas de Roques Blanques (Hernández & Comellas, 2021: 114) (Fig. 3).

***Andropogon distachyos*** L. (andropògon). De distribució paleotropical, ateny la regió mediterrània i l'Àsia sud-occidental. Creix en prats secs, brolles esclarissades, pedregars, esplanades i rocams, sobre calcàries, llicorelles i més rarament granits. Apareix esporàdicament en indrets assolellats de les parts baixes.

***Anthoxanthum odoratum*** L. (gram d'olor). Àmpliament estès per Euràsia i algunes muntanyes nordafricanas, i introduït a Amèrica. Creix en prats, boscos clars, talussos, vores de camins, preferentment sobre



FIGURA 2. *Aegilops geniculata*.



FIGURA 3. *Ampelodesmos mauritanicus*.

sòls silícics o descarbonatats i en ambients una mica humits. És bastant freqüent en canals, sots, raconades ombrívols i al voltant de fonts. El nom popular li ve de la forta olor a cumarina que presenta.

***Apera interrupta*** (L.) P. Beauv. (agrostis interrompuda). La seva àrea de distribució abasta una gran part d'Europa i algunes localitats properes del nord d'Àfrica i l'oest d'Àsia, i també es troba introduïda al con sud d'Amèrica del Sud. Es fa en pastures, marges de camps i clarianes de bosc, sobretot en terrenys sorrencs. Va ser recollida per Conrad Pujol l'any 1899 a la Mata (BC-Cadevall 824114) i caldria fer una prospecció meticulosa per tal d'asseverar-ne l'existència actual a Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Mentrestant, s'inclou en aquest catàleg de manera provisional.

***Arrhenatherum elatius*** (L.) J. Presl et C. Presl subsp. ***elatius*** (fromental). D'àmplia distribució paleàrtica. És la gramínia més típica dels prats de dall pirinencs, però també es fa en altres pastures i en hàbitats humits diversos. Es troba fins i tot a cotes baixes, però sempre en paratges de sòl profund i amb una certa humitat ambiental.

***Arrhenatherum elatius*** (L.) J. Presl et C. Presl subsp. ***sardoum*** (Em. Schmid) Gamisans (fromental sard). Propi de zones muntanyoses de la regió mediterrània. Creix en pastures, matolls i pedregars calcaris. És la subespècie predominant en aquests tocoms.

***Arundo donax*** L. (canya). D'origen asiàtic, la canya comuna està naturalitzada, des de temps antics, a la regió mediterrània i en altres parts del món. És una de les més terribles espècies invasores, que ha desplaçat, en molts casos, la vegetació autòctona de rius i rieres. Es fa, a més dels riberals, en talussos, especialment els que

flanquegen les vies de tren, marges, vores de camins, immediacions de cases de camp i marges d'horts i conreus. Abunda al costat dels corrents d'aigua (riu Ripoll, riera de Nespres, riera de Gaià, etc.) i al costat de les masies. (Fig. 4).

***Avellinia festucoides*** (Link) Valdés et H. Scholz (avel·línia). De la regió mediterrània. Creix en pradells d'herbes anuals, erms i brolles, sobre terrenys sorrencs o calcaris. Es coneix de la perifèria de la zona considerada, concretament de Terrassa (Cadevall, 1937: 241) i de Sant Llorenç Savall (Mercadé, 2016: 94).

***Avena barbata*** Pott ex Link subsp. ***barbata*** (cugula petita). Nadiua de les regions mediterrània, iranoturànica i macaronèsica, i introduïda en algunes altres parts del món. Creix en ermassos i pradells assolellats, sobretot a les parts baixes.

***Avena sterilis*** L. subsp. ***sterilis*** (cugula gran). Originària de les regions mediterrània, iranoturànica i macaronèsica, actualment es troba, introduïda, en algunes altres regions biogeogràfiques. Prospera en camps cultivats o incultes, vores de camins, esplanades i herbassars ruderals, principalment a les zones baixa i mitjana.

***Bothriochloa ischaemum*** (L.) Keng (botriocloa). Estesa per la meitat sud d'Euràsia i pel nord d'Àfrica, i naturalitzada en alguns països d'Amèrica. Es fa en prats secs, ermassos, marges de camins i carreteres, talussos i esplanades, sempre en ambients eixuts i assolellats, sobre substrats de tota mena. Hi és bastant freqüent, sobretot a les zones baixes.

***Brachypodium distachyon*** (L.) P. Beauv. (llostó menut, fenàs menut). De les regions mediterrània, iranoturànica i macaronèsica. Es fa en pastures assolellades i erms terofítics, preferentment sobre terrenys calcaris. És freqüent als dos massissos.

***Brachypodium phoenicoides*** (L.) Roem. et Schult. (fenàs de marge). Propi de la regió mediterrània occidental i central. Forma prats mesoxeròfils (mitjament secs), anomenats fenassars, i també prospera en marges de camps i camins. Abunda a les zones mitjanes i altes.

***Brachypodium retusum*** (Pers.) P. Beauv. (llostó). Té una àmplia àrea de distribució mediterrània. Creix en pastures calcícoles eixutes que reben el nom de llostons. És bastant comú a les zones mitjanes i altes.

***Brachypodium sylvaticum*** (Huds.) P. Beauv. subsp. ***sylvaticum*** (fenàs de bosc). És la principal subespècie i



FIGURA 4. *Arundo donax*.

és present a moltes regions temperades i fredes d'Europa, Àsia i Àfrica septentrional. Prospera en boscos i raconades ombrívols. És molt freqüent en ambients nemorosos, tant a Sant Llorenç del Munt com a l'Obac.

**Briza maxima** L. (belluguet gros). La seva àrea de distribució abasta el sud d'Europa, el nord d'Àfrica i l'oest d'Àsia. Creix en brolles i pastures, principalment sobre substrat silícic. És freqüent a les zones silíciques meridionals (Fig. 5).

**Briza media** L. (belluguet mitjà). Viu a una gran part d'Europa i d'Àsia occidental. Es fa en herbassars, prats i clarianes de bosc, sobre tot tipus de substrat. Apareix escassament a les zones d'altitud mitjana de la meitat septentrional. Havia estat trobada primerament per Pius Font Quer a Mura (Font, 1914: 15) i posteriorment per Antoni Comellas al nord del Montcau (Comellas, 1994: 27) i al torrent de les Vendranes (Comellas, 2007: 62).

**Bromus diandrus** Roth (estripa-sacs). Nadiu del sud i sud-oest d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia, i introduït en altres parts del món. Indiferent al substrat, creix en indrets herbosos de tendència ruderal i vores de camins. Hi és poc abundant.

**Bromus erectus** Huds. (bromus erecte). Present a una gran part d'Euràsia i d'Àfrica septentrional. Es fa en pastures d'humitat mitjana, normalment sobre terrenys calcaris. Hi és poc freqüent.

**Bromus hordeaceus** L. subsp. *hordeaceus* (bromus hordeaci, cua de guilla). Estès per Europa, Àfrica septentrional i Àsia occidental i central, i introduït a Amèrica i Austràlia. Es fa en herbassars, camps incultes, clarianes de bosc, matolls esclarissats i lleres de rieres. És comú als dos massissos.

**Bromus madritensis** L. (bromus madrileny). Propi del

sud i sud-oest d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest i centre d'Àsia, s'ha introduït en altres parts temperades del món. Es fa en pradells d'annuals, brolles, ermots, lleres de rieres i vores de camins, sobre substrats diversos. Hi és bastant freqüent.

**Bromus ramosus** Huds. (bromus ramós). Estès per una gran part d'Europa, pel nord d'Àfrica i per l'Àsia occidental i central. Prospera en zones boscoses, sobre sòls profunds i rics en matèria orgànica. Hi és bastant escàs.

**Bromus rubens** L. (bromus rogenic). Aborigen d'Europa meridional, Àfrica septentrional i Àsia occidental i central, s'ha estès a algunes altres parts del globus. Es fa en comunitats d'herbes anuals, ermassos, pedregars i vores de camins, fins i tot en indrets àrids. Apareix bastant freqüentment en codines de les zones mitjanes i altes.

**Bromus squarrosus** L. (bromus esquarrós). Es troba al sud d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia, i, com a planta introduïda, en algunes parts d'Amèrica. Creix en pastures, vessants assolellats i vores de camins, preferentment sobre sòls calcaris i nitrificats. Només ha estat referit del massís de l'Obac.

**Bromus sterilis** L. (bromus estèril). Natural d'Euràsia i nord d'Àfrica, i naturalitzat en altres parts de la Terra. Creix en herbassars, vores de camins i ermassos humits, en terrenys molt diversos. Apareix dispers per les zones altes i mitjanes.

**Bromus tectorum** L. (bromus teulader). Originari de les regions mediterrània, iranoturànica i macaronèsica, i estès a altres regions biogeogràfiques d'Euràsia, Amèrica i Austràlia. Es fa en margenades, teulades, murs de pedra seca, talussos, vores de camins i pradells d'herbes anuals, sobre substrats de tot tipus, encara que prefereix les llicorelles i altres roques silícies. Escàs als dos massissos, és més freqüent al de l'Obac.

**Catapodium rigidum** (L.) C. E. Hubbard (catapodi). Estès per la regió mediterrània, Europa occidental i Àsia sud-occidental, i introduït en altres parts del món. Es fa en comunitats de teròfits, pastures, brolles, camps incultes i pedregars, sobre substrats calcaris, principalment. És molt abundant a tots dos massissos.

**Corynephorus divaricatus** (Pourr.) Breistr. (corinèfor). De la meitat occidental de la regió mediterrània. Es fa en pradells d'herbes anuals, sobre sòls sorrencs. És molt rar a Sant Llorenç del Munt i l'Obac, amb poques localitats conegudes.



FIGURA 5. *Briza maxima*.

*Cynodon dactylon* (L.) Pers. (gram). És autòcton del sud d'Europa, nord d'Àfrica i oest d'Àsia, però actualment es troba a una gran part de l'orbe. Creix en conreus, gespes, jardins, pastures, ermots, vores de camins, arenys i altres hàbitats de caràcter arvenses o ruderals. És molt comú prop de masies i en llocs concorreguts.

*Cynosurus echinatus* L. (cua de gos). Nadiu de les regions mediterrània, iranoturànica i macaronèsica, i introduït a diversos països de l'Europa atlàntica i central. Es fa en brolles, pastures seques i prats terofítics, sobre sòls silícics o descalcificats. Hi és força comú, sobretot en canals, torrents i proximitat de fonts (Fig. 6).

*Dactylis glomerata* L. (cucurulla). Estesa per les zones temperades i fredes del Vell Món. Prospera en un ampli espectre d'hàbitats: prats, vores de camins, marges de camps, erms, riberes, esplanades, ribassos, etc. És molt comuna, tant ací com a la resta d'Europa, amb moltes varietats diploides, tetraploides i hexaploides, a vegades considerades subespècies.

*Danthonia decumbens* (L.) DC. (dantònia). Present en una gran part del continent europeu i en algunes muntanyes del nord d'Àfrica, de l'Àsia Menor i del Caucas. Creix en brugueres, prats humits, paratges ombrívols i clarianes de bosc, sobre substrats silícics o descalcificats. Era coneguda del massís de l'Obac, concretament de la Torre de l'Àngel (Lapraz, 1974: 96) i s'aporta ací, com a novetat florística, la localitat de l'Obaga del Marquet, situada al massís de Sant Llorenç del Munt.

*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (forcadella). Estesa per les regions càlides i temperades dels dos hemisferis.

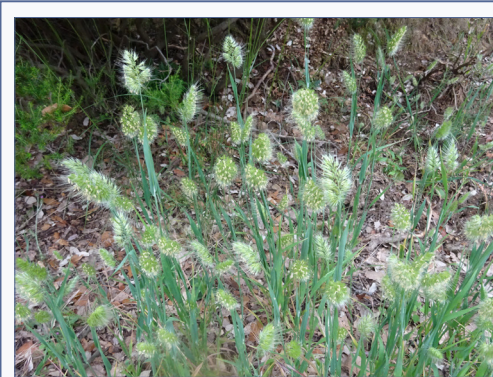


FIGURA 6. *Cynosurus echinatus*.

A la península Ibèrica i illes Balears és considerada com a naturalitzada i es troba a quasi tot el territori peninsular i insular. Creix en camps, horts, jardins poc cuidats, vores de camins, marges de séquies, herbassars i ermossos, sobre tota mena de sòls, però preferentment els nitrificats i amb una certa humitat. És bastant freqüent a les zones baixes, particularment en ambients agrícoles i al costat de fonts.

*Echinaria capitata* (L.) Desf. (equinària). De la regió mediterrània i el sud-oest d'Àsia. Prospera en pedregars i pradells d'herbes anuals, sobre calcàries, margues i guixos. Molt rara a Sant Llorenç del Munt i l'Obac, amb citacions antigues de Joan Cadevall i de Carles Maturana (Cadevall, 1897: 120; Maturana, 1977: 297).

*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (pota de gall). Originària d'Euràsia, actualment es troba, com a espècie introduïda, a bona part del món. Creix en horts, camps conreats o incultes, vores de séquies, esplanades humides i herbassars nitròfils. Només apareix a les zones baixes.

*Eleusine tristachya* (Lam.) Lam. (eleusina geminada). Espècie al·lòctona oriünda d'Amèrica del Sud. Apareix en indrets ruderals i arvenses. De manera dispersa i escassa, es troba a tots dos massissos.

*Elymus campestris* (Godr. et Gren.) Kerguelen (agropir campestre). Habita el sud-oest d'Europa i ha estat introduït a Austràlia. Viu en prats d'humitat mitjana, ribassos i vores de camins. Hi és poc freqüent.

*Elymus caninus* (L.) L. (agropir caní). Estès per Europa i Àsia occidental i central. Creix en clarianes i vorades de bosc, matolls esclarissats, talussos i riberals de torrents i rieres. Apareix ací i allà, sense ser-hi abundant.

*Elymus hispidus* (Opiz) Melderis (agropir hispíid). Es troba en una gran part d'Europa i de l'Àsia occidental i central. Apareix en pastures, matolls esclarissats i marges de conreus. Només se'n coneix una citació (Maturana, 1977: 187).

*Eragrostis barrelieri* Daveau (eragrostis de vinya). Nadiu de la regió mediterrània i naturalitzada en altres regions biogeogràfiques. Creix en ermossos, vinyes, guarets i planells herbosos, principalment sobre sòls arenosos o en terres remogudes. Hi és molt escassa.

*Eragrostis cilianensis* (All.) Vignolo ex Janch. (eragrostis major). Espècie mediterrània, que actualment es troba en diverses parts del món. Prospera en hortes i herbassars nitrificats, preferentment sobre sòls



sorrencs o argilosos. Hi és bastant rara.

**Eragrostis minor** Host. (eragrostis menor). Pròpia de les regions mediterrània i eurosiberiana. Es fa en camps de conreu o incultes, herbassars ruderals i vores de camins, sobre sòls arenosos o argilosos. A Sant Llorenç del Munt i l'Obac és rara i queda relegada les zones baixes. La referència d'aquesta espècie al Vallès Occidental (Bolòs & Vigo, 2001: 561) estava basada en una troballa feta a les Pedritxes, una urbanització de Matedepera (Hernández, 1997: 40).

**Festuca heterophylla** Lam. subsp. **heterophylla** (festuca heterofil·la). Planta eurosiberiana, amb una àrea de distribució compresa entre Anglaterra i Rússia occidental. A la península Ibèrica només ateny els Pirineus i algunes muntanyes catalanes. Es fa en boscos de caducifolis i de coníferes. A Sant Llorenç del Munt i l'Obac es troba en rouredes i pinedes de pi roig i de pinassa.

**Festuca inops** De Not. subsp. **inops** (festuca pobra). De la regió mediterrània occidental (centre i est d'Espanya, sud-est de França i nord-oest d'Itàlia). Calcícola preferent, creix en joncedes, brolles i codines. És comuna a les zones mitjanes i altes.

**Festuca rubra** L. subsp. **rubra** (festuca rogenca). De distribució holàrtica poc coneguda, que a la península Ibèrica es troba només a la meitat nord. Viu en boscos, prats i herbassars humits. Hi és bastant escassa.

**Gastridium ventricosum** (Gouan) Schinz et Thell. (blat de perdiu). De distribució mediterrània i atlàntica. Creix en llistonars i altres pastures seques, pedregars i matolls esclarissats, principalment sobre terrenys calcaris. Hi és bastant rar.

**Glyceria notata** Chevall. (glicèria). Nadiua d'Euràsia i nord d'Àfrica, i introduïda a Amèrica i Nova Zelanda. Creix vora corrents d'aigua, estanys i basses, i també en prats molls. Es troba al riu Ripoll, massís de Sant Llorenç del Munt.

**Helictochloa bromoides** (Gouan) Romero Zarco subsp. **bromoides** (avènula de brolla). Estesa pel sud-oest d'Europa i el nord d'Àfrica. Es fa en brolles i pastures seques, sobre substrat calcari, a tots dos massissos.

**Helictochloa pratensis** (L.) Romero Zarco subsp. **gonzaloi** (Sennen) Romero Zarco (avènula de prat). L'àrea de distribució d'aquesta subespècie comprèn el quadrant nord-oriental de la península Ibèrica i s'endinsa una mica en el sud de França. Creix en prats secs o d'humitat mitjana, boscos aclarits, matolls poc densos

i raconades assolellades o a mitja ombra. Malgrat que es considera com a moderadament calcícola, a Sant Llorenç del Munt i l'Obac prospera tant en terrenys calcaris com silícics. Alguns dels exemplars observats en els dos massissos s'acosten, per les seves característiques, no gaire diacrítics, a la subespècie *iberica* (St. Yves) Romero Zarco (avènula ibèrica), extrem aquest que caldria confirmar.

**Heteropogon contortus** (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult. (heteropògon). Estès per les zones tropicals i subtropicals de la Terra, ateny també la regió mediterrània. Creix en prats secs, matolls, codines i relleixos de roques, sobre substrats calcaris. És comú en molts pedregars orientats al sud i arrecerats, entre 400 i 800 metres (Comellas & Pérez, 1987: 42-43).

**Holcus lanatus** L. (holcus llanós). Natural d'Europa, nord d'Àfrica i oest d'Àsia, i naturalitzat a Amèrica i Àsia oriental. Es fa en prats humits, vores de canals de reg, herbassars, torrents i entorns de fonts. Hi és bastant freqüent, sobretot a altituds baixes i mitjanes.

**Hordeum murinum** L. subsp. **leporinum** (Link) Arcang. (margall, ordi bord). Estès pel sud d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia, i també naturalitzat en altres parts del món. Creix en marges de camps, vores de camins i terrenys incultes. Abunda a les zones baixes i mitjanes dels dos massissos.

**Hordeum murinum** L. subsp. **murinum** (margall petit). Es troba a una gran part d'Europa, però escasseja al sud del continent. Es fa en vores de camins i hàbitats ruderalitzats humits. Aquesta subespècie és escassa i es localitza a les parts altes i mitjanes, preferentment vora de fonts.

**Hyparrhenia hirta** (L.) Stapf (abellatge gran). S'estén



FIGURA 7. *Hyparrhenia hirta*.

per la regió mediterrània, per una gran part d'Àfrica i pel sud-oest d'Àsia. Indiferent al substrat, es fa en pastures seques, clarianes de pinedes i alzinars, regalls, roquissars i talussos, sempre en exposicions soles. És freqüent a Sant Llorenç del Munt i l'Obac, en els susdits hàbitats. El nom popular d'abellatge li ve de l'ús tradicional que se'n feia per al capciró dels bucs d'abelles (Coromines, 1980: 9-10) (Fig. 7).

***Hyparrhenia sinaica*** (Delile) G. López (abellatge petit). De la regió mediterrània i de l'Àsia sud-occidental. Creix en prats secs, clarianes de matolls, talussos, marges eixuts i altres indrets assolellats, tant en terrenys calcaris com silícics. Menys abundant que l'espècie congènere anteriorment comentada, i sovint convivint amb ella, es fa a tots dos massissos.

***Jarava plumosa*** (Spreng.) S. W. L. Jacobs et J. Everett (plomallet). Oriünda del sud d'Amèrica del Sud, aquesta gramínia s'ha naturalitzat a diverses parts del món. A Catalunya és una espècie invasora en contínua expansió. Es fa en herbassars, ermassos i vores de camps i camins. Des de fa pocs anys, ha començat a envair les zones baixes.

***Koeleria pyramidata*** (Lam.) P. Beauv. subsp. ***pyramidata*** (herba piramidada). D'àmplia distribució holàrtica, però que a la península Ibèrica només apareix al quadrant nord-oriental. A Espanya hi ha dues altres subespècies, una de les zones costaneres del mar Cantàbric i una altra dels Pirineus i de la Serralada Cantàbrica. Es fa en prats i herbassars humits. Es troba escassament al massís de Sant Llorenç del Munt.

***Koeleria vallesiana*** (Honck.) Gaudin subsp. ***vallesiana*** (herba rodona). S'estén pel sud-oest d'Europa i per les muntanyes del nord d'Àfrica. Existeix una altra subespècie, endèmica dels Alps orientals. Es fa en pastures xeròfiles, farigolars, brolles assolellades i diverses comunitats saxícoles, sobre substrats calcaris. Abunda a les codines, a partir dels 500 metres d'altitud.

***Lamarckia aurea*** (L.) Moench (lamàrquia, raspallet). Del sud d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia. Creix en pradells d'herbes anuals, ermassos, vores de camins i talussos assolellats, en tota mena de terrenys. Apareix, escassament, en zones baixes de la part sud.

***Lolium perenne*** L. (jull perenne, raigràs anglès). D'Euràsia, nord d'Àfrica i illes de la Macaronèsia, es troba naturalitzat en altres parts del món i molt cultivat arreu com a gespa. Creix en pastures, camps, planells herbosos i marges humits, sobre tot tipus de sòl. S'hi

troba en localitats disperses.

***Lolium rigidum*** Gaudin (jull rígid). Natural de la meitat meridional d'Euràsia i del nord d'Àfrica, i actualment introduït en altres parts del globus. Prospera en conreus, lleres de rieres, vores de camins, pastures i herbassars. Es troba, molt dispers, a tots dos massissos.

***Lolium temulentum*** L. subsp. ***temulentum*** (jull, zitzània). Es troba a una gran part d'Euràsia i també, naturalitzat, en altres parts del planeta. Creix en camps i en els seus voltants. Actualment és rar a tota la contrada, a causa de la disminució del conreu de cereals, atès que es tracta d'una planta típicament messeguera.

***Melica ciliata*** L. subsp. ***ciliata*** (mèlica ciliada petita). Estesa per la meitat meridional d'Europa i pel nord d'Àfrica. Creix en prats secs i pedregars, sobre substrats calcaris. Hi és bastant abundant, sobretot a altituds mitjanes.

***Melica ciliata*** L. subsp. ***magnolii*** (Gren. et Godr.) K. Richt. (mèlica ciliada gran). De les regions mediterrània, eurosiberiana meridional, iranoturànica i macaronèsica. Es fa en pastures, matolls, clarianes d'alzinars i pinedes, pedregars i ermassos, sobre substrats de tot tipus. Hi és força freqüent, principalment en zones baixes i mitjanes.

***Melica minuta*** L. subsp. ***minuta*** (mèlica menuda de fulla estreta). De la regió mediterrània. Es fa en roquissars, clapers i vessants pedregosos, sobre substrats calcaris. És escassa a Sant Llorenç del Munt i l'Obac.

***Melica minuta*** L. subsp. ***latifolia*** (Coss.) Valdés et Mateos (mèlica menuda de fulla ampla). Estesa per la regió mediterrània occidental i per les illes Canàries. Creix en alzinars, rouredes i brolles, sobre sòls silícics o descalcificats. Escasseja en aquests verals.

***Melica uniflora*** Retz (mèlica uniflora). Present a una gran part d'Europa i muntanyes del Magreb. Prospera en boscos d'arbres caducifolis i en paratges humits. Hi és bastant freqüent en canals, sots, torrents i proximitats de fonts.

***Micropyrum tenellum*** (L.) Link (micropir). És propi de la regió mediterrània, però s'estén fins a l'Europa central i a les illes macaronèsiques. Es fa en pedregars, erms, talussos, lleres de riera i clarianes de bosc, en companyia d'altres herbes anuals. S'hi troba dispers, tant en cotes altes com a baixa altitud.

***Molinia caerulea*** (L.) Moench (molínia, herba molinera). Natural de les zones temperades i fredes

d'Europa, Àsia i nord d'Àfrica, i introduïda en altres parts del món. Creix en prats molls, herbassars higròfils, vores de rius, torrents i estanys, deus d'aigua i al peu de balços regalimosos. Ha estat referida del riu Ripoll i dels torrents de les Vendranes i de Rellinars (Pintó, 1994: 198), primeres citacions fetes a Sant Llorenç del Munt i l'Obac.

*Paspalum dilatatum* Poir. (serreig d'arròs). De procedència sud-americana, s'ha naturalitzat a una gran part del món. Es fa en herbassars humits ruderalitzats. Hi és present a les zones baixes.

*Paspalum distichum* L. (gram d'aigua). D'origen neotropical, es troba naturalitzat al sud d'Europa i en diverses altres zones temperades i càlides. Es fa vora l'aigua i en indrets embassats o molt humits. Es localitza principalment al riu Ripoll.

*Phalaris arundinacea* L. (escaiola d'aigua). De distribució circumboreal. Es fa en canyissars i altres comunitats vegetals hidròfiles. Només ha estat detectada la seva presència al riu Ripoll, límit oriental del massís de Sant Llorenç del Munt.

*Phalaris canariensis* L. (escaiola). De les regions mediterrània i macaronèsica. Creix en hàbitats ruderalitzats. L'autor d'aquest article ha trobat escaiola tant a Sant Llorenç del Munt com a l'Obac, però no ha pogut confirmar-hi la presència de l'espècie afí *Phalaris brachystachys* Link.

*Phleum phleoides* (L.) H. Karst. (flèum llarguerut). Present a una gran part d'Euràsia i en algunes localitats del nord d'Àfrica. Creix en clarianes de bosc, torrents i pastures humides, tant a les parts baixes com a les parts altes.



FIGURA 8. *Phragmites australis*.

*Phleum pratense* L. (flèum de prat). D'àmplia distribució paleàrtica. Es fa en prats i en vorades de bosc. Només es troba, escassament, en indrets humits de la part alta.

*Phragmites australis* (Cav.) Steudel subsp. *australis* (canyís). Planta subcosmopolita. Creix en estanys, basses, aiguamolls i cursos d'aigua. És poc o molt abundant al riu Ripoll i a quasi tots els torrents i rieres (Fig. 8).

*Piptatherum coerulegens* (Desf.) P. Beauv. (ripoll blavís). De les regions mediterrània i iranoturànica. Creix en roquissars calcaris. Es troba als dos massissos, però sempre localitzat en hàbitats rupestres.

*Piptatherum miliaceum* (L.) Coss. subsp. *miliaceum* (ripoll). Originari de la regió mediterrània, és planta adventícia en algunes altres parts del món. Prospera en herbassars, vores de camins, ermassos i en general en llocs oberts i ruderalitzats. És molt comú a tota la contrada.

*Piptatherum paradoxum* (L.) P. Beauv. (ripoll boscà). De la regió mediterrània occidental. Es fa en boscos, vorades de bosc i raconades ombrívols. A Sant Llorenç del Munt i l'Obac és comú en zones boscoses.

*Poa annua* L. subsp. *annua* (poa anual). Subcosmopolita, possiblement d'origen mediterrani. Creix en herbassars, horts, marges de camps, vores de camins, erms humits, riberes, clarianes de bosc i esplanades. Abunda a tots dos massissos.

*Poa bulbosa* L. subsp. *bulbosa* (poa bulbosa). La seva àrea de distribució abasta una gran part d'Euràsia, Àfrica del Nord i arxipèlags macaronèsics, a més d'algunes altres zones geogràfiques, on es troba naturalitzada. Creix en pastures, brolles, erms i pedregars, sobre tota mena de substrats. En aquestes serres viu sobretot en codines una mica terroses.

*Poa compressa* L. (poa comprimida). D'àmplia distribució paleàrtica i també introduïda en altres parts del món. Viu en terres remogudes, pedregars, pastures, herbassars i marges de camins, principalment sobre substrats calcaris. Sense ser rar, hi és poc freqüent.

*Poa flaccidula* Boiss. et Reut. (poa flàccida). De l'oest de la regió mediterrània. Creix en pedregars, penyalars, matolls i pastures, preferentment sobre substrats calcaris. És molt rara al massís de l'Obac, on ha estat descoberta recentment (Hernández & Comellas, 2021: 51).

*Poa infirma* Kunth (poa malaltissa). De les regions

mediterrània, iranoturànica i macaronèsica, i també introduïda en altres regions biogeogràfiques. Es fa en indrets ruderalitzats, preferentment en terrenys de textura sorrenca. Suporta bé el trepig i les calors estivals. Es troba, poc freqüentment, a les zones baixes.

*Poa nemoralis* L. subsp. *nemoralis* (poa nemoral, poa de bosc). Estesa per una gran part d'Euràsia i algunes muntanyes magrebines. Viu en boscos, raconades humides, fons de vall i talussos ombrívols, en tot tipus de terreny. És força freqüent en ambients nemorals, principalment a altituds mitjanes.

*Poa pratensis* L. subsp. *pratensis* (poa de prat). Ocupa una extensa àrea geogràfica d'Euràsia, Àfrica del Nord i illes de la Macaronèsia, i també, com a planta introduïda, en una gran part d'Amèrica i Austràlia. Creix en prats de diversa composició florística, herbassars humits, clarianes de bosc, regalls i proximitat de fonts, sobre tota mena de sòls, però millor si són flocs i rics en nutrients. És bastant comuna en hàbitats humits de les parts mitjanes i altes.

*Poa trivialis* L. subsp. *trivialis* (poa trivial). D'àmplia distribució paleàrtica i també naturalitzada en altres zones temperades de la Terra. Sense preferències edàfiques, prospera en herbassars humits, pastures diverses, jonqueres, aiguaneixos, vores de fonts i torrents, regalls i racons ombrívols. És bastant freqüent als dos massissos.

*Polygonum monspeliensis* (L.) Desf. (pelosa, polipògon pelós). Herba molt estesa en zones temperades i subtropicals d'Europa, Àsia i Àfrica, i també naturalitzada a Amèrica i Austràlia. Es fa en herbassars humits i nitrificats. Apareix escassament a les parts baixes i mitjanes.

*Polygonum viridis* (Gouan) Breistr. (verdosa, polipògon verdós). Natural de la regió mediterrània i actualment present a moltes altres regions biogeogràfiques. Creix en sòls humits i rics en nitrogen. És freqüent als dos massissos, sobretot en la proximitat de fonts i torrents.

*Psilurus incurvus* (Gouan) Schinz et Thell. (psilur). De les regions mediterrània i iranoturànica. Herba silicícola, forma part de pastures terofítiques, sobre arenys o pedregars. És una espècie rara a la zona considerada.

*Rostraria cristata* (L.) Tzvelev (rostrària). Nadiua de les regions mediterrània i iranoturànica, i introduïda a Amèrica, Àfrica meridional i Austràlia. Creix en ermassos, vores de camins, camps i esplanades, juntament amb altres herbes anuals de caràcter ruderal o

arvense. És molt comuna a les zones baixes, però no tant a les zones mitjanes i altes.

*Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelen (xereix gràcil). Oriünda d'Amèrica del Nord, actualment és estesa a moltes zones tropicals i subtropicals, i també al sud d'Europa. Creix en herbassars nitròfils i vores de camins. Fou descoberta l'any 1991 als Caus del Guitart, massís de l'Obac (Hernández, 2007: 32).

*Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. (xereix groc). Natural d'una gran part d'Euràsia i introduïda en altres zones del globus. Prospera en conreus, guarets, ermots i herbassars amb una certa humitat edàfica. Ha estat descoberta als dos massissos.

*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. (xereix aferradís). De distribució subcosmopolita. Creix en horts, vergers, jardins, regalls i herbassars nitròfils. Apareix amb freqüència a les zones baixes i mitjanes, en els hàbitats indicats.

*Setaria viridis* (L.) P. Beauv. (xereix verd). Nadiua de les regions temperades i tropicals del Vell Món, s'ha estès a quasi tot l'orbe terrestre. De gran amplitud ecològica, es fa en camps, regalls, vores de camins, ermassos i lleres de rambles i rieres. És present tant a Sant Llorenç del Munt com a l'Obac.

*Sorghum halepense* (L.) Pers. (canyota). Planta natural de l'est de la regió mediterrània i del sud-oest d'Àsia, que s'ha estès per totes les regions extremament o moderadament càlides. Creix en conreus, ermassos, regalls, marges de séquies i vores de camins, preferentment sobre sòls nitrificats i humits. Prospera fàcilment a les zones baixes.

*Sporobolus indicus* (L.) R. Br. (agrostis índica, cua de rata). Aquesta gramínia, estesa per moltes regions tropicals i subtropicals, ateny, com a planta introduïda, la regió mediterrània. Es fa en prats més o menys ruderalitzats, vores de camins i esplanades calcigades. Ha estat trobada per l'autor d'aquest article a Can Torres, massís de Sant Llorenç del Munt.

*Stipa bromoides* (L.) Dörf. (aristel·la). De la regió mediterrània i Àsia sud-occidental. Creix en boscos esclarissats, brolles i vores de camins, preferentment sobre terrenys silícics. Hi és bastant abundant, encara que ha estat poc citada per la dificultat de diferenciar-la en estat vegetatiu.

*Stipa iberica* Martinovský (pelaguer). D'àrea limitada a Espanya peninsular, França meridional i Itàlia occidental. Es fa en prats secs, codines i vessants assolellats,

sobre substrat calcari. A l'Obac va ser donada a conèixer per Antoni Comellas l'any 1993 (Comellas, 1997: 10) i posteriorment també ha estat trobada en aquest mateix massís per l'autor de l'article.

***Stipa offneri*** Breistr. (sanadella). De la regió mediterrània occidental. Es fa en brolles, farigolars, prats secs, clarianes d'alzinars i de pinedes de pi blanc, codines i altres hàbitats assolellats, sobre substrat calcari. És bastant comuna als dos massissos (Fig. 9).

***Tragus racemosus*** (L.) All. (cerretes, escanyagats). S'estén per zones subtropicals d'Àfrica i temperades d'Europa i Àsia occidental. Es fa en erms, pedregars, conreus i vores de camins, sempre en tocoms secs i assolellats, sobre qualsevol tipus de substrat. No és gaire freqüent, però hi apareix esparsament.

***Trisetum flavescens*** (L.) P. Beauv. subsp. *flavescens* (fromental bord). Viu a una gran part d'Europa, Àfrica septentrional i Àsia occidental, i també, com a planta introduïda, a Amèrica del Nord i Nova Zelanda. Es fa en prats, herbassars humits i clarianes de bosc. A la península Ibèrica només es troba a la meitat nord i a Sierra Nevada. Va ser recol·lectat l'any 1899 per Conrad Pujol prop de la Mata (BC-Cadevall 824354) i caldria fer-hi una prospecció acurada per tal d'asseverar-ne l'existència actual a Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Mentrestant, s'inclou en aquest catàleg de manera provisional.

***Vulpia ciliata*** Dumort. subsp. *ciliata* (vúlpia ciliada). Estesa per la meitat sud d'Europa, nord d'Àfrica i sud-oest d'Àsia, i introduïda en altres zones temperades del planeta. Creix en pastures diverses, vores de camins, codines i camps no cultivats, en ambientes secs i assolellats, sobre sòls nitrificats. Abunda als dos massissos, des de les zones basals fins als cims més alts.



FIGURA 9. *Stipa offneri*.

***Vulpia myuros*** (L.) C. C. Gmel. subsp. *myuros* (vúlpia de ratolí, pèl de boc). De les regions temperades i fredes d'Europa, Àsia i Àfrica, i naturalitzada en altres continents. Es fa en pastures, herbassars i pedregars, sobre substrats de tot tipus. És freqüent tant a Sant Llorenç del Munt com a l'Obac.

***Vulpia myuros*** (L.) C. C. Gmel. subsp. *sciuroides* (Roth) Rouy (vúlpia d'esquirol). Nadiua de les regions mediterrània, eurosiberiana i macaronèsica, i naturalitzada en altres regions biogeogràfiques. Es fa en prats i herbassars, sobre tot tipus de sòls. Aquesta subespècie és menys freqüent que l'altra.

***Vulpia unilateralis*** (L.) Stace subsp. *unilateralis* (vúlpia unilateral). De les regions mediterrània i iranoturànica, i de l'Europa atlàntica. Creix en prats secs, erms, codines i roquissars, sobre substrats calcaris. Es troba als dos massissos, encara que escassament.

#### Claus d'identificació de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac

Les claus d'identificació que ací es presenten són claus dicotòmiques, molt emprades pels naturalistes. Hi ha un seguit de proposicions disjuntives, de manera que a cada pas s'ha d'escollir una opció.

A continuació hi figura una clau general per a arribar als gèneres i 26 claus parcials per a determinar les espècies en el cas de gèneres que en tinguin més d'una a l'àrea considerada. S'ha procurat en tots els casos (llevat de la clau del gènere *Festuca*) no utilitzar caràcters difícils d'observar (histologia foliar, forma del call o cal·lus, mida i forma de les lodícules, etc.).

S'ha d'afegir que aquestes claus són específiques per a les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Per a altres contrades de la península Ibèrica i illes Balears s'han de fer servir altres claus d'identificació (Bolòs & Vigo, 2001; Romero, 2015; Devesa et al., 2020; Romero et al., 2021).

#### Clau general per als gèneres

Aquesta clau val per a determinar els gèneres, 58 en total, que fins al moment s'han descobert a Sant Llorenç del Munt i l'Obac. En el cas de gèneres monotípics o que tinguin solament una espècie dins l'àrea considerada, s'indica entre parèntesis l'espècie corresponent. Si el gènere identificat té més d'una espècie present a Sant Llorenç del Munt i l'Obac, aleshores se li agrega una fletxa de derivació cap a la respectiva clau parcial.

|    |   |   |
|----|---|---|
| 1  | — Espiguetes disposades en espigues o en raïms espiciformes (els quals en aquesta clau seran anomenats espigues, en pro de la simplicitat) . . . . .  | 2   |
|    | — Espiguetes disposades en panícules . . . . .  | 23  |
| 2  | — Espigues agrupades . . . . .  | 3   |
|    | — Espigues aïllades . . . . .   | 11  |
| 3  | — Les espigues arrenquen d'un sol punt o de punts d'inserció molt propers . . . . .   | 4   |
|    | — Les espigues arrenquen de punts diferents . . . . .   | 10  |
| 4  | — Espigues geminades (de dos en dos) . . . . .  | 5   |
|    | — Espigues digitades (unes quantes surten d'un sol punt o de punts propers) . . . . .   | 8   |
| 5  | — Espigues situades a l'extrem de branques . . . . .  | <i>Hyparrhenia</i> → p. 82                  |
|    | — Espigues situades al capdamunt de la tija . . . . .   | 6   |
| 6  | — Espiguetes amb més de 4 flors . . . . .   | <i>Eleusine</i> ( <i>E. tristachya</i> )    |
|    | — Espiguetes amb 2 flors . . . . .  | 7   |
| 7  | — Herba terrícola; espigues amb arestes; espiguetes amb la flor superior hermafrodita o masculina, i la inferior estèril . . . . .  | <i>Andropogon</i> ( <i>A. distachyos</i> )  |
|    | — Herba hidròfila; espigues sense arestes; espiguetes amb la flor superior hermafrodita i la inferior estèril . . . . .   | <i>Paspalum</i> → p. 83                     |
| 8  | — Espigues amb arestes . . . . .  | <i>Bothriochloa</i> ( <i>B. ischaemum</i> ) |
|    | — Espigues sense arestes . . . . .  | 9   |
| 9  | — Herba anual, cespitosa; glumes molt diferents, la inferior reduïda a una esquama . . . . .  | <i>Digitaria</i> ( <i>D. sanguinalis</i> )  |
|    | — Herba perenne, rizomatosa; glumes poc diferents . . . . .   | <i>Cynodon</i> ( <i>C. dactylon</i> )       |
| 10 | — Herba anual, cespitosa; lígula absent . . . . .   | <i>Echinochloa</i> ( <i>E. crus-galli</i> ) |
|    | — Herba perenne, rizomatosa; lígula membranosa amb flocs de pèls laterals . . . . .   | <i>Paspalum</i> → p. 83                     |
| 11 | — Espiga globosa i espinosa . . . . .   | <i>Echinaria</i> ( <i>E. capitata</i> )     |
|    | — Espiga no globosa ni espinosa . . . . .   | 12  |
| 12 | — Espiguetes proveïdes de llargues bràctees setàcies (cerres que arrenquen de la base de les flors) . . . . .   | <i>Setaria</i> → p. 84                      |
|    | — Espiguetes sense bràctees setàcies . . . . .  | 13  |
| 13 | — Espiguetes amb 1 sola gluma . . . . .   | 14  |
|    | — Espiguetes amb 2 glumes . . . . .   | 15  |
| 14 | — Espiga filiforme; espiguetes amb 1 o 2 flors fèrtils . . . . .  | <i>Psilurus</i> ( <i>P. incurvus</i> )      |
|    | — Espiga no tan prima; espiguetes amb més de 2 flors fèrtils . . . . .  | <i>Lolium</i> → p. 82                       |
| 15 | — Una de les glumes amb agullons ganxuts . . . . .  | <i>Tragus</i> ( <i>T. racemosus</i> )       |
|    | — Glumes sense agullons . . . . .   | 16  |
| 16 | — Espiguetes amb 1 flor hermafrodita fèrtil o amb flors de diversos tipus . . . . .   | 17  |
|    | — Espiguetes amb 2 o més flors hermafrodites fèrtils . . . . .  | 19  |
| 17 | — Espiguetes amb 1 flor hermafrodita fèrtil; glumes amb una banya o aresta de 0,3 a 1 mm. . . . .   | <i>Phleum</i> → p. 83                       |
|    | — Espiguetes amb flors de diversos tipus . . . . .  | 18  |
| 18 | — Herba anual; lígula membranosa; espiguetes de tres en tres, la central amb una flor hermafrodita fèrtil i les laterals amb una flor estèril; glumes i lemme amb arestes de 10 a 35 mm, disposades al llarg de tota l'espiga . . . . .   | <i>Hordeum</i> → p. 82                      |
|    | — Herba perenne; lígula ciliada; espiguetes aparellades, les de la part inferior de l'espiga amb una flor masculina acompanyada d'una flor estèril vestigial, i les de la part superior amb una flor femenina acompanyada d'una flor masculina o d'una estèril; lemme de les flors femenines amb arestes de 50 a 75 mm, que s'entortolliquen al capdamunt de l'espiga . . . . . | <i>Heteropogon</i> ( <i>H. contortus</i> )  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 19 | — Espiguetes més o menys ventrudes; glumes amb 3 o 4 arestes de 20 a 40 mm; lemma amb 2 o 3 arestes de 5 a 35 mm i sovint amb una dent . . . . .                               | <i>Aegilops</i> → p. 79                     |
|    | — Espiguetes no ventrudes i glumes no aristades . . . . .  | 20  |
| 20 | — Espiguetes de més de 10 mm; lemma de més de 6 mm . . . . .   | 21  |
|    | — Espiguetes de menys de 10 mm; lemma de menys de 6 mm. . . . .  | 22  |
| 21 | — Espiguetes amb un curt peduncle (d'1 a 3 mm) i amb 6 a 25 flors; glumes desiguals; lemma amb 7 nervis . . . . .  | <i>Brachypodium</i> → p. 81                 |
|    | — Espiguetes sèssils i amb 4 a 12 flors; glumes quasi iguals; lemma amb 5 nervis . . . . .   | <i>Elymus</i> → p. 81                       |
| 22 | — Espiga dística; glumes quasi iguals . . . . .  | <i>Micropyrum</i> ( <i>M. tenellum</i> )    |
|    | — Espiga unilateral; glumes molt desiguals. . . . .  | <i>Vulpia</i> → p. 84                       |
| 23 | — Hi ha espiguetes fèrtils (amb 1 o més flors hermafrodites fèrtils, acompanyades o no de flors estèrils) i espiguetes estèrils (sense cap flor hermafrodita fèrtil) . . . . . | 24  |
|    | — Espiguetes totes fèrtils (amb 1 o més flors hermafrodites fèrtils, acompanyades o no de flors estèrils) . . . . .  | 26  |
| 24 | — Herba perenne; panícula piramidal, laxa, de més de 10 cm . . . . .   | <i>Sorghum</i> ( <i>S. halepense</i> )      |
|    | — Herba anual; panícula ovoide i més o menys unilateral, compacta, de menys de 10 cm . . . . .   | 25  |
| 25 | — Espiguetes fèrtils amb 1 flor hermafrodita fèrtil; espiguetes estèrils sense arestes; anteres de menys d'1 mm . . . . .  | <i>Lamarckia</i> ( <i>L. aurea</i> )        |
|    | — Espiguetes fèrtils amb 2 o 3 flors hermafrodites fèrtils; espiguetes estèrils amb arestes; anteres de més de 2 mm . . . . .  | <i>Cynosurus</i> ( <i>C. echinatus</i> )    |
| 26 | — Espiguetes amb 1 flor hermafrodita fèrtil . . . . .  | 27  |
|    | — Espiguetes amb 2 o més flors hermafrodites fèrtils. . . . .  | 41  |
| 27 | — Glumes inflades i lluent per la part inferior . . . . .  | <i>Gastridium</i> ( <i>G. ventricosum</i> ) |
|    | — Glumes no inflades ni lluent per la part inferior . . . . .  | 28  |
| 28 | — Espiguetes amb arestes . . . . .   | 29  |
|    | — Espiguetes sense arestes . . . . .   | 37  |
| 29 | — Glumes proveïdes d'arestes . . . . .   | <i>Polypogon</i> → p. 84                    |
|    | — Glumes sense arestes (però sí que en duen els lemmes). . . . .   | 30  |
| 30 | — Flor hermafrodita fèrtil acompanyada de dues flors estèrils o d'una flor masculina. . . . .  | 31  |
|    | — Flor hermafrodita fèrtil no acompanyada de cap flor estèril o masculina . . . . .  | 33  |
| 31 | — Herba que fa olor de cumarina; flor hermafrodita fèrtil acompanyada de dues flors estèrils; androceu amb 2 estams . . . . .  | <i>Anthoxanthum</i> ( <i>A. odoratum</i> )  |
|    | — Herba sense olor de cumarina; flor hermafrodita fèrtil acompanyada d'una flor masculina; androceu amb 3 estams . . . . .   | 32  |
| 32 | — Per sota de la flor hermafrodita fèrtil, n'hi ha una de masculina proveïda d'una aresta geniculada (doblegada en angle) . . . . .  | <i>Arrhenatherum</i> → p. 80                |
|    | — Per damunt de la flor hermafrodita fèrtil, n'hi ha una de masculina proveïda d'una aresta uncinada (amb la punta encorbada en forma de ganxo) . . . . .                      | <i>Holcus</i> ( <i>H. lanatus</i> )         |
| 33 | — Lemma amb una aresta apical . . . . .  | 34  |
|    | — Lemma amb una aresta no apical . . . . .   | 36  |
| 34 | — Fulles planes, almenys al principi; aresta caduca . . . . .  | <i>Piptatherum</i> → p. 83                  |
|    | — Fulles enrotllades; aresta persistent. . . . .   | 35  |
| 35 | — Lemma molt més llarg que les glumes, amb un plomall de pèls en la part apical, com un fals vil·là ( <i>J. plumosa</i> ) . . . . .  | <i>Jarava</i> ( <i>J. plumosa</i> )         |
|    | — Lemma més curt que les glumes, sense un plomall de pèls en la part apical . . . . .  | <i>Stipa</i> → p. 84                        |
| 36 | — Herba anual; aresta dorsal o subapical, de més de 5 mm . . . . .   | <i>Apera</i> ( <i>A. interrupta</i> )       |
|    | — Herba perenne; aresta basal, de menys de 5 mm . . . . .  | <i>Agrostis</i> → p. 79                     |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 37 | — Espiguetes de menys de 4 mm, sense flors estèrils . . . . .  | 38   |
|    | — Espiguetes de més de 4 mm, amb 2 o 3 flors estèrils . . . . .  | 40   |
| 38 | — Lígula de pèls curts; lemma molt més llarg que les glumes . . . . .  | <i>Sporobolus</i> ( <i>S. indicus</i> )        |
|    | — Lígula membranosa; lemma més curt que les glumes . . . . .   | 39   |
| 39 | — Lemma poc més curt que les glumes; pàlea bastant més curta que el lemma; anteres de més d'1 mm . . . . .   | <i>Agrostis</i> → p. 79                        |
|    | — Lemma molt més curt que les glumes; pàlea poc més curta que el lemma; anteres de menys d'1 mm . . . . .  | <i>Polypogon</i> → p. 84                       |
| 40 | — Espiguetes amb 2 o 3 flors estèrils reunides al capdamunt en una estructura en forma de maça . . . . .   | <i>Melica</i> → p. 82                          |
|    | — Espiguetes amb 2 flors estèrils a la base . . . . .  | <i>Phalaris</i> → p. 83                        |
| 41 | — Planta gran (de més de 160 cm d'alçada); flors amb llargs pèls sedosos . . . . .   | 42   |
|    | — Planta petita o moderadament gran (de menys de 160 cm d'alçada); flors sense llargs pèls sedosos . . . . .   | 44   |
| 42 | — Glumes tan llargues com les flors . . . . .  | <i>Arundo</i> ( <i>A. donax</i> )              |
|    | — Glumes més curtes que les flors . . . . .  | 43   |
| 43 | — Glumes desiguals, molt més curtes que els pèls . . . . .   | <i>Phragmites</i> ( <i>P. australis</i> )      |
|    | — Glumes quasi iguals, tan llargues com els pèls . . . . .   | <i>Ampelodesmos</i> ( <i>A. mauritanicus</i> ) |
| 44 | — Lemmes amb aresta . . . . .  | 45   |
|    | — Lemmes sense aresta . . . . .  | 53   |
| 45 | — Aresta articulada, amb un anell de pèls a l'articulació, i engruixida a l'àpex en forma de clava . . . . .   | <i>Corynephorus</i> ( <i>C. divaricatus</i> )  |
|    | — Aresta sense anell de pèls ni engruixida a l'àpex . . . . .  | 46   |
| 46 | — Aresta de posició dorsal, basal o subapical . . . . .  | 47   |
|    | — Aresta de posició apical . . . . .   | 52   |
| 47 | — Ovari amb un petit apèndix pelós a l'àpex; estigmes de posició subapical (inserits una mica més avall de l'àpex de l'ovari) . . . . .  | <i>Bromus</i> → p. 80                          |
|    | — Ovari sense apèndix apical; estigmes inserits al capdamunt de l'ovari . . . . .  | 48   |
| 48 | — Espiguetes amb 2 flors situades a un mateix nivell (l'artell del raquidi entre les dues flors és quasi nul, inferior a 0,1 mm) . . . . .   | <i>Aira</i> → p. 80                            |
|    | — Espiguetes amb 2 o més flors situades a diferent nivell (artells del raquidi de mida superior a 0,1 mm) . . . . .  | 49   |
| 49 | — Herba anual . . . . .  | 50   |
|    | — Herba perenne . . . . .  | 51   |
| 50 | — Lígula de més de 2 mm; panícula de més de 10 cm; espiguetes de més de 10 mm; glumes quasi iguals; lemma de més de 12 mm; aresta de més de 13 mm; anteres de més de 2 mm . . . . .                | <i>Avena</i> → p. 80                           |
|    | — Lígula de menys d'1 mm; panícula de menys de 10 cm; espiguetes de menys de 5 mm; glumes molt desiguals; lemma de menys de 4 mm; aresta de menys de 3 mm; anteres de menys d'1 mm . . . . .       | <i>Avellinia</i> ( <i>A. festucoides</i> )     |
| 51 | — Fulles glabres o glabrescents, verdoses; espiguetes de més de 12 mm, amb més de 3 flors; aresta de més de 9 mm; anteres de més de 4 mm . . . . .   | <i>Helictochloa</i> → p. 82                    |
|    | — Fulles peloses, groguenques; espiguetes de menys de 7 mm, amb 2 o 3 flors; aresta de menys de 9 mm; anteres de menys de 3 mm . . . . .   | <i>Trisetum</i> ( <i>T. flavescens</i> )       |
| 52 | — Tija comprimida en la part basal i mitjana, és a dir, l'envoltada per les beines; espiguetes reunides en glomèruls compactes; glumes quasi iguals; aresta molt curta (de menys d'1 mm) . . . . . | <i>Dactylis</i> ( <i>D. glomerata</i> )        |
|    | — Tija tota ella cilíndrica; espiguetes no reunides en glomèruls; glumes molt desiguals; aresta no tan curta (de més d'1 mm) . . . . .   | <i>Vulpia</i> → p. 84                          |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 53 | Espiguetes molt bellugadisses (amb el vent o quan és moguda la planta); glumes i lemmes de la consistència del papir o del paper; flors molt imbricades . . . . . | <b>Briza</b> → p. 80                     |
|    | Espiguetes poc o gens bellugadisses; glumes i lemmes no papiràcies; flors poc o gens imbricades . . . . .   | 54                                       |
| 54 | Espiguetes amb 2 o 3 flors estèrils reunides al capdamunt en una estructura en forma de maça . . . . .  | <b>Melica</b> → p. 82                    |
|    | Espiguetes sense flors estèrils o a vegades amb una al capdamunt . . . . .  | 55                                       |
| 55 | Lígula de pèls. . . . .   | 56                                       |
|    | Lígula membranosa . . . . .   | 58                                       |
| 56 | Herba hidròfila; panícula llarga (de més de 20 cm); espiguetes amb 2 a 4 flors; anteres de més de 2 mm . . . . .  | <b>Molinia</b> ( <i>M. caerulea</i> )    |
|    | Herba terrícola; panícula curta o no tan llarga (de menys de 20 cm); espiguetes amb 3 a 30 flors; anteres de menys de 2 mm . . . . .                              | 57                                       |
| 57 | Panícula curta (de 2 a 6 cm); espiguetes amb 3 a 8 flors; lemma tridentat i amb un serrell de cilis a les vores; anteres d'1,5 a 2 mm. . . . .                    | <b>Danthonia</b> ( <i>D. decumbens</i> ) |
|    | Panícula de mida mitjana (de 5 a 30 cm); espiguetes amb 6 a 30 flors; lemma no tridentat ni ciliat a les vores; anteres de 0,2 a 0,5 mm . . . . .                 | <b>Eragrostis</b> → p. 81                |
| 58 | Espiguetes generalment amb més de 7 flor. . . . .   | 59                                       |
|    | Espiguetes generalment amb menys de 7 flor . . . . .  | 60                                       |
| 59 | Herba anual, terrícola . . . . .  | <b>Catapodium</b> ( <i>C. rigidum</i> )  |
|    | Herba perenne, hidròfila. . . . .   | <b>Glyceria</b> ( <i>G. notata</i> )     |
| 60 | Panícula més o menys densa . . . . .  | 61                                       |
|    | Panícula més o menys laxa . . . . .   | 62                                       |
| 61 | Herba anual; lemma d'àpex bidentat, amb 5 nervis; anteres petites (de menys de 0,7 mm) . . . . .  | <b>Rostraria</b> ( <i>R. cristata</i> )  |
|    | Herba perenne; lemma d'àpex agut o mucronat, amb 3 nervis; anteres grans (de més d'1,4 mm) . . . . .  | <b>Koeleria</b> → p. 82                  |
| 62 | Lemma dorsalment arrodonit . . . . .  | <b>Festuca</b> → p. 81                   |
|    | Lemma dorsalment angulós. . . . .   | <b>Poa</b> → p. 83                       |

### Claus parcials per a les espècies

Aquestes claus serveixen per a identificar les espècies o subespècies en el cas que els gèneres corresponents en tinguin més d'una dins l'àrea de Sant Llorenç del Munt i l'Obac.

#### ***Aegilops***

- Espiga oblonga (de 15 a 30 mm, sense comptar les arestes), amb 2 o 3 espiguetes ventrudes; glumes amplem-ent ovades, amb 3 o 4 arestes (que poden fins i tot ser 5 en la gluma superior) . . . . . ***A. geniculata***
- Espiga allargada (de 30 a 60 mm, sense comptar les arestes), amb 4 o 5 espiguetes poc o gens ventrudes; glumes estretament ovades, amb 2 o 3 arestes. . . . . ***A. triuncialis***

#### ***Agrostis***

- Herba cespitosa, amb rizomes o estolons curts; panícula laxa, amb les branques inferiors nues fins a la mei-tat o més; lemma sovint amb una aresta inserida prop de la base (caràcter propi de la varietat típica); pàlea de més de dos terços la longitud del lemma . . . . . ***A. castellana***
- Herba estolonífera, amb estolons sovint molt llargs; panícula densa, amb les branques inferiors nues fins a un terç o menys; lemma sense aresta; pàlea de menys de dos terços la longitud del lemma . . . ***A. stolonifera***

**Aira**

- Espiguetes de més de 2,5 mm; pedicels amb un engruiximent poc conspicu, claviforme; glumes agudes; lemma amb una aresta (sempre present a les dues flors) de més de 3 mm; anteres de més de 0,3 mm ..... *A. caryophylla*
- Espiguetes de menys de 2,5 mm; pedicels amb un engruiximent conspicu, arrodonit; glumes obtuses o truncades, denticulades a l'apex; lemma amb una aresta (generalment present a les dues flors) de menys de 3 mm; anteres de menys de 0,3 mm. .... *A. cupaniana*

**Arrhenatherum**

- Planta cespitosa, alta (de 60 a 130 cm); panícula gran (de 13 a 25 cm), amb més de 60 espiguetes, les quals mesuren més de 8 mm; aresta de la flor inferior llarga (de 12 a 20 mm) ..... *A. elatius* subsp. *elatius*
- Planta estolonífera, baixa (de 20 a 80 cm); panícula petita (de 5 a 14 cm), amb menys de 60 espiguetes, les quals mesuren menys de 8 mm; aresta de la flor inferior curta (de 9 a 13 mm) . . . *A. elatius* subsp. *sardoum*

**Avena**

- Espiguetes de menys de 32 mm; glumes que, si fa o no fa, igualen les flors; part inferior dels lemmes recoberta de pèls blanquinosos; lemmes palesament bifids, acabats en dues setes o petites arestes (arístules); lemma de la flor inferior de menys de 26 mm, amb una aresta de menys de 50 mm; les flors granades es desprenen separadament ..... *A. barbata* subsp. *barbata*
- Espiguetes de més de 32 mm; glumes que solen ultrapassar les flors; part inferior dels lemmes recoberta de pèls rossos o d'un groc torrat; lemmes merament bidentats o bifids, sense setes o petites arestes (arístules); lemma de la flor inferior de més de 26 mm, amb una aresta de més de 50 mm; les flors granades es desprenen juntes ..... *A. sterilis* subsp. *sterilis*

**Brachypodium**

- 1 — Herba anual; anteres petites (de menys d'1,2 mm) ..... *B. distachyon*
- 1 — Herba perenne; anteres grans (de més de 2,8 mm) ..... 2
- 2 — Lígula de més de 2 mm; lemmes (almenys les de les flors superiors) amb una aresta de més de 6 mm ..... *B. sylvaticum*
- 2 — Lígula de menys de 2 mm; lemmes sense aresta o amb una aresta de menys de 3 mm ..... 3
- 3 — Tiges ramificades; fulles dístiques, que formen amb la tija un angle de 45 a 80 graus. .... *B. retusum*
- 3 — Tiges simples o ramificades solament a la part inferior; fulles no alineades, que formen amb la tija un angle de menys de 45 graus. .... *B. phoenicoides*

**Briza**

- Herba anual; lígula de més de 3 mm; espiguetes de més de 9 mm; glumes de més de 4 mm ..... *B. maxima*
- Herba perenne; lígula de menys de 3 mm; espiguetes de menys de 9 mm; glumes de menys de 4 mm ..... *B. media*

**Bromus**

- 1 — Gluma inferior amb 1 nervi i la superior amb 3; aresta dreta, que arrenca de l'extrem apical del lemma ..... 2
- 1 — Gluma inferior amb 3 a 5 nervis i la superior amb 5 a 9; aresta corbada o divaricada, que arrenca d'una mica més avall de l'apex del lemma ..... 8
- 2 — Herba perenne; espiguetes lleugerament estretides vers l'apex; aresta més curta que el lemma. .... 3
- 2 — Herba anual; espiguetes lleugerament eixamplades vers l'apex; aresta més llarga que el lemma ..... 4
- 3 — Planta alta, de més de 80 cm; fulles amb el limbe de més de 8 mm d'amplada, totes semblants; lígula de més de 2 mm; panícula amb les branques patents ..... *B. ramosus*
- 3 — Planta no tan alta, de menys de 80 cm; fulles amb el limbe de menys de 5 mm d'amplada, dimorfes, les inferiors més estretes i fins i tot enrotllades; lígula de menys de 2 mm; panícula amb les branques erectes ..... *B. erectus*

- 4 [ Lemma de més de 22 mm; aresta de més de 40 mm, de més d'una vegada i mitja la longitud del lemma; anteres de més de 2 mm. .... **B. diandrus**
- 4 [ Lemma de menys de 22 mm; aresta de menys de 40 mm, de fins a una vegada i mitja la longitud del lemma; anteres de menys de 2 mm ..... 5
- 5 [ Branques de la panícula penjants, almenys durant la fructificació, d'igual llargària o més llargues que les espiguetes ..... 6
- 5 [ Branques de la panícula patents o erectes en tot moment, la majoria més curtes que les espiguetes ..... 7
- 6 [ Branques de la panícula flexuoses; espiguetes de menys de 20 mm, solitàries o agrupades unes poques en cada branca; anteres de menys d'1 mm ..... **B. tectorum**
- 6 [ Branques de la panícula no flexuoses; espiguetes de més de 20 mm, solitàries en cada branca; anteres de més d'1 mm ..... **B. sterilis**
- 7 [ Panícula més aviat laxa, de més de 7 cm, verda, amb poques espiguetes (menys de 22) i amb algunes branques basals de més de 10 mm; espiguetes de més de 20 mm ..... **B. madritensis**
- 7 [ Panícula compacta, de menys de 7 cm, sovint amb tonalitats vermellores, amb moltes espiguetes (més de 30) i amb branques molt curtes, totes de menys de 10 mm; espiguetes de menys de 20 mm ..... **B. rubens**
- 8 [ Panícula compacta; espiguetes de menys de 15 mm; glumes iguals o poc desiguals, amb els nervis molt marcats; arestes dretes ..... **B. hordeaceus** subsp. **hordeaceus**
- 8 [ Panícula laxa, unilateral; espiguetes de més de 15 mm; glumes desiguals, amb els nervis poc marcats; arestes corbades i divaricades ..... **B. squarrosus**

**Elymus**

- 1 [ Lemmes amb arestes llargues (almenys algunes de l'espigueta de més de 10 mm) ..... **E. caninus**
- 1 [ Lemmes sense arestes o rarament amb algunes de menys d'1 mm ..... 2
- 2 [ Fulles amb els nervis de l'anvers ben palesos, pròxims entre ells; glumes agudes; lemmes més o menys aguts ..... **E. campestris**
- 2 [ Fulles amb els nervis de l'anvers poc palesos, separats entre ells; glumes obtuses o truncades; lemmes obtusos ..... **E. hispidus**

**Eragrostis**

- 1 [ Herba amb algunes espiguetes que surten de les beines de les fulles caulinars; gluma superior amb 1 nervi; glumes i lemmes sense glàndules ..... **E. barrelieri**
- 1 [ Herba sense espiguetes que surten de les beines de les fulles caulinars; gluma superior amb 3 nervis; glumes i lemmes amb glàndules ..... 2
- 2 [ Fulles amb glàndules crateriformes (de forma acopada o còncava) sobre el nervi medial del revers; beines foliars glabres ..... **E. cilianensis**
- 2 [ Fulles sense glàndules crateriformes sobre el nervi medial del revers; beines foliars generalment piloses ..... **E. minor**

**Festuca**

- 1 [ Fulles dels brots estèrils filiformes, ben diferents de les fulles de les tiges floríferes (dimorfisme foliar); secció de les fulles dels brots estèrils de contorn romboidal ..... **F. heterophylla**
- 1 [ Fulles totes més o menys semblants; secció de les fulles no romboidal ..... 2
- 2 [ Secció de les fulles en forma d'U; esclerènquima continu, adossat al revers de les fulles ..... **F. inops** subsp. **inops**
- 2 [ Secció de les fulles en forma de V; esclerènquima en illots, adossat al revers de les fulles ..... **F. rubra** subsp. **rubra**

**Helictochloa**

- Herba relativament baixa (de 35 a 110 cm); fulles basals amb el nervi mitjà engruixit, blanquinós, ben palès; gluma inferior de 5 a 8,5 mm, i la superior de 7,5 a 11 mm; lemma de la segona flor de 8 a 11 mm, amb una aresta de 9 a 16 mm ..... *H. bromoides* subsp. **bromoides**
- Herba relativament alta (de 70 a 175 cm); fulles basals amb el nervi mitjà a penes engruixit, verdós, poc palès; gluma inferior de 10 a 16 mm i la superior de 12 a 19; lemma de la segona flor de 12 a 17 mm, amb una aresta de 15 a 23 mm ..... *H. pratensis* subsp. **gonzalo**

**Hordeum**

- Espigues de més de 9 mm d'amplada (sense comptar les arestes); espiguetes agrupades de tres en tres, la central amb un pedicel relativament llarg (de més de 0,6 mm), més curta que les laterals; gluma interna de les espiguetes laterals ciliada a tots dos marges ..... *H. murinum* subsp. **leporinum**
- Espigues de menys de 9 mm d'amplada (sense comptar les arestes); espiguetes agrupades de tres en tres, la central sèssil o amb un pedicel molt curt (de menys de 0,6 mm), igual de llarga que les laterals; gluma interna de les espiguetes laterals ciliada en un sol marge ..... *H. murinum* subsp. **murinum**

**Hyparrhenia**

- Herba alta, de més de 80 cm; tiges gruixudes, que a la part baixa fan de 2 a 4 mm de diàmetre; peduncle que sosté les dues espigues (en realitat raïms espiciformes) amb un seguit de pèls llargs (de 2 a 6 mm) al capdamunt; bràctea propera al parell d'espigues amb pèls llargs (de 3 a 6 mm); arestes curtes (de 13 a 22 mm) ..... *H. hirta*
- Herba baixa, de menys de 80 cm; tiges primes, que a la part baixa fan d'1 a 2 mm de diàmetre; peduncle que sosté les dues espigues sense pèls llargs al capdamunt; bràctea propera al parell d'espigues sense pèls llargs; arestes llargues (de 20 a 35 mm) ..... *H. sinaica*

**Koeleria**

- Base de les tiges inflada i recoberta amb les restes de les beines foliars, totalment adherides a la tija, amb aspecte de feltre reticulat; limbe de les fulles de menys d'1 mm d'ample; panícula espiciforme ..... *K. vallesiana* subsp. **vallesiana**
- Base de les tiges més o menys inflada, amb les beines foliars descompostes fàcilment separables; limbe de les fulles de més d'1 mm d'ample; panícula de forma piramidal durant l'antesi (és a dir, en plena floració) i després compactada. .... *K. pyramidata* subsp. **pyramidata**

**Lolium**

- Lemma inflat en estat madur i generalment amb una aresta de més de 5 mm
- 1 ..... *L. temulentum* subsp. **temulentum**
- Lemma no inflat ni aristat, o molt rarament alguns lemmes presenten una aresta de menys de 5 mm ... 2
- 2 — Herba perenne, cespitosa, amb brots laterals estèrils; espiga de 7 a 20 cm, amb 8 a 20 espiguetes; gluma de 5 a 10 mm; antereres de menys de 3 mm ..... *L. perenne*
- Herba anual, sense brots laterals estèrils; espiga de 5 a 30 cm, amb 15 a 30 espiguetes; gluma de 4 a 20 mm; antereres de més de 3 mm ..... *L. rigidum*

**Melica**

- 1 — Lemma llargament ciliat ..... 2
- Lemma glabre ..... 3
- 2 — Planta de fins a 70 cm d'alçària; lígula de 2 a 4 mm; panícula de 5 a 14 cm, no lobulada; panícula de 5 a 14 cm; glumes quasi iguals, amb menys d'1,1 mm entre elles ..... *M. ciliata* subsp. **ciliata**
- Planta de fins a 100 cm d'alçària; lígula de 3 a 7 mm; panícula de 10 a 27 cm; glumes desiguals, amb més d'1,5 mm de diferència entre elles. .... *M. ciliata* subsp. **magnolii**

- 3 {
  - Lígula curta, de 0,2 a 1,2 mm; branques de la inflorescència amb tendència a fer-se ascendents; espiguetes amb 1 flor fèrtil; glumes quasi iguals; lemma de menys de 6 mm. .... *M. uniflora*
  - Lígula llarga, de 2,2 a 7 mm; glumes desiguals; branques de la inflorescència amb tendència a esdevenir horitzontals; espiguetes amb 2 flors fèrtils; lemma de més de 6 mm. .... 4
- 4 {
  - Fulles estretes i convolutes (és a dir, enrotllades); gluma superior de més de 6,5 mm  
..... *M. minuta* subsp. *minuta*
  - Fulles amples; gluma superior de menys de 6, .....  
..... *M. minuta* subsp. *latifolia*

**Paspalum**

- {
  - Herba alta, erecta, d'herbassars o ermots humits; inflorescència formada per 3 a 5 espigues distants, generalment de més de 6 cm; espiguetes amb pèls llargs ..... *P. dilatatum*
  - Herba baixa, prostrada, estolonífera, de llocs aigualosos; inflorescència formada per 2 espigues geminades de menys de 6 cm; espiguetes glabres o amb escassos pèls curts i febles ..... *P. distichum*

**Phalaris**

- {
  - Herba perenne, alta (de més de 80 cm); panícula lobulada, amb branques llargues (la majoria de més de 2 cm); glumes de carena no alada ..... *P. arundinacea*
  - Herba anual, poc alta (de menys de 80 cm); panícula compacta, amb branques curtes (de menys d'1 cm), ocultades per les espiguetes; glumes de carena alada. .... *P. canariensis*

**Phleum**

- {
  - Base de la tija no engruixida; inflorescència espiciforme de més de 5 cm de llargària; espiguetes sostingudes per branques curtes (quan es doblega la inflorescència, esdevé lobulada); glumes obliquament truncades i gradualment prolongades en una aresta bastant recta, generalment de menys de 0,5 mm; carena de les glumes escàbrida ..... *P. phleoides*
  - Base de la tija engruixida; inflorescència espiciforme de menys de 5 cm de llargària; espiguetes atansades al raquis de la inflorescència (quan es doblega la inflorescència, no esdevé lobulada); glumes transversalment truncades i brusquement prolongades en una aresta corbada cap a fora, generalment de més de 0,5 mm; carena de les glumes amb cilis llargs i gruixuts ..... *P. pratense*

**Piptatherum**

- 1 {
  - Panícula amb 4 o més branques en el nus inferior; espiguetes de menys de 5 mm. ....  
..... *P. miliaceum* subsp. *miliaceum*
  - Panícula amb un màxim de 4 branques en el nus inferior; espiguetes de més de 5 mm ..... 2
- 2 {
  - Lígula curta, de menys d'1 mm; lemma amb una aresta de 14 a 16 mm, palesament exserta ..... *P. paradoxum*
  - Lígula llarga, de més de 3 mm; lemma amb una aresta de 2 a 3 mm, no exserta ..... *P. coerulecens*

**Poa**

- 1 {
  - Herba anual; branques de la panícula llises; flor superior de l'espigueta quasi sempre femenina; lemma no llanós ni pelós a la base, amb 5 nervis molt marcats. .... 2
  - Herba perenne; branques de la panícula poc o fortament escabres; flors de l'espigueta totes hermafrodites; lemma generalment llanós o pelós a la base, amb 5 nervis poc o molt marcats ..... 3
- 2 {
  - Herba baixa (generalment de 5 a 30 cm); fulles relativament amples (d'1,5 a 5,5 mm); lemma de més de 2,8 mm; anteres de més de 0,6 mm, més llargues que amples ..... *P. annua* subsp. *annua*
  - Herba molt baixa (generalment de 2 a 15 cm); fulles estretes (d'1 a 2 mm); lemma de menys de 2,8 mm; anteres de menys de 0,6 mm, tan llargues com amples. .... *P. infirma*
- 3 {
  - Planta bulbosa a la base, sovint aparentment vivípara (en realitat amb bulbils, òrgans de reproducció vegetativa) ..... *Poa bulbosa* subsp. *bulbosa*
  - Planta no bulbosa, sense bulbils ..... 4

- 4 Tiges molt comprimides, geniculades i decumbents. . . . . ***Poa compressa***  
 4 Tiges cilíndriques o poc comprimides, no geniculades i en general no decumbents. . . . . 5
- 5 Verticils de la panícula amb 1 o 2 branques (majoritàriament els verticils inferiors i mitjans amb 2); lemma i pàlea amb minúsculs pèls aplicats i sedosos en els espais situats entre els nervis. . . . . ***P. flaccidula***  
 5 Verticils de la panícula normalment amb més de 2 branques (de 3 fins a 5 o 6); lemma i pàlea glabres en els espais situats entre els nervis . . . . . 6
- 6 Lígula molt curta o quasi nul·la (com a màxim de 0,5 mm); panícula llarga i estreta; lemma amb els nervis poc o gens marcats, amb la base glabra o amb uns pocs pèls . . . . . ***P. nemoralis*** subsp. ***nemoralis***  
 6 Lígula de més de 0,5 mm; panícula piramidal o ovoide; lemma amb els nervis molt marcats, amb la base pelosa o llanosa. . . . . 7
- 7 Planta amb rizomes; lígula curta (de menys de 2,5 mm); glumes poc desiguals; lemma llanós a la base . . . . . ***P. pratensis*** subsp. ***pratensis***  
 7 Planta sense rizomes, però sí amb estolons curts i superficials; lígula llarga (de més de 3 mm, fins a 8 o 9); glumes molt desiguals; lemma pelós a la base . . . . . ***P. trivialis*** subsp. ***trivialis***

### ***Polypogon***

- Herba anual; panícula interrompuda, amb les branques més o menys verticil·lades; glumes amb una aresta de 4 a 9 mm, de marge curtament ciliat; lemma generalment amb una curta aresta de 0,5 a 2,5 mm; antereres de menys de 0,5 mm. . . . . ***P. monspeliensis***  
 Herba perenne; panícula densa, però més o menys lobulada; glumes sense aresta, de marge no ciliat; lemma sense aresta; antereres de més de 0,5 mm. . . . . ***P. viridis***

### ***Setaria***

- 1 Herba perenne; espiga (en realitat panícula espiciforme) de menys de 6 mm d'ample (sense tenir en compte les setes) . . . . . ***S. parviflora***  
 1 Herba anual; espiga (en realitat panícula espiciforme) de més de 6 mm d'ample (sense tenir en compte les setes) . . . . . 2
- 2 Setes retrorses (amb els denticles dirigits cap avall), les quals s'arrapen fortament a la roba . ***S. verticillata***  
 2 Setes antrorses (amb els denticles dirigits cap amunt), les quals no s'arrapen a la roba . . . . . 3
- 3 Espiga (en realitat panícula espiciforme) groguenca; la gluma superior cobreix menys dels tres quarts del lemma de la flor hermafrodita (de les dues, la de dalt i més grossa); per tant aquest lemma és ben visible i, a més, presenta solcs transversals . . . . . ***S. pumila***  
 3 Espiga (en realitat panícula espiciforme) verdosa; la gluma superior cobreix el lemma de la flor hermafrodita (de les dues, la de dalt i més grossa); per tant aquest lemma queda ocult i, a més, és llis. . . . . ***S. viridis***

### ***Stipa***

- 1 Lígula molt curta (de menys de 0,3 mm); aresta del lemma de menys de 2 cm, recta. . . . . ***S. bromoides***  
 1 Lígula bastant llarga (de més de 3 mm); aresta del lemma de més de 22 cm, geniculada i diferenciada en dues parts, una de basal (columna) i una altra de terminal (seta) . . . . . 2
- 2 Aresta del lemma de més de 22 cm, amb la seta plomosa (amb pèls o bàrbules de 5 a 6,5 mm) . . . . ***S. iberica***  
 2 Aresta del lemma de menys d'11 cm, amb la seta no plomosa . . . . . ***S. offneri***

### ***Vulpia***

- 1 Inflorescència en raïm o espiga unilateral de menys de 5 mm d'amplada; lemma sense aresta o amb una aresta de menys de 6 mm; 3 antereres exsertes. . . . . ***V. unilateralis*** subsp. ***unilateralis***  
 1 Inflorescència en panícula o en raïm o espiga de més de 5 mm d'amplada; lemma amb una aresta de més de 7 mm; 1 antera no exserta. . . . . 2
- 2 Espiguetes amb 1 o 2 flors basals fèrtils i les 4 a 7 restants estèrils; lemma ciliat, amb 3 nervis poc visibles . . . . . ***V. ciliata*** subsp. ***ciliata***  
 2 Espiguetes amb 3 a 8 flors basals fèrtils i rarament amb 1 o 2 superiors estèrils; lemma glabre, amb 5 nervis

- poc visibles. . . . . 3
- 3 { Inflorescència amb la base embolcallada per la beina de la fulla superior; la branca més llarga del nus basal de la inflorescència és més curta o a penes més curta que el primer entrenús. . . . *V. myuros* subsp. *myuros*
- Inflorescència amb el peduncle que clarament s'alça per sobre de la fulla superior; la branca més llarga del nus basal de la inflorescència és més llarga que el primer entrenús. . . . . *V. myuros* subsp. *sciuroides*

## Discussió i conclusions

Les gramínies eren les plantes menys conegudes de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. En l'herbari de Joan Cadevall, conservat a l'Institut Botànic de Barcelona, curiosament són molt poques (no passen de la mitja dotzena) les gramínies que va recollir en aquestes muntanyes. El botànic Antoni de Bolòs, ajudat pel seu fill Oriol de Bolòs, va prospectar botànicament les comarques properes a Barcelona (Bolòs, 1950) i va citar una trentena d'espècies de gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. El botànic provençal Guy Lapraz, professor que fou del Liceu Francès de Barcelona, va fer el comentari de mitja dotzena de gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (Lapraz, 1953), però en diversos altres treballs seus n'esmenta una cinquantena. Carles Maturana, en la seva tesi doctoral (Maturana, 1977) cita prop de cinquanta espècies de gramínies de Sant Llorenç del Munt del Munt i l'Obac.

En l'estudi florístic de Sant Llorenç del Munt i l'Obac fet per l'autor gràcies a un ajut concedit per la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació de la Generalitat de Catalunya, hi eren consignades una vuitantena d'espècies de gramínies (Hernández, 1993: 298-306). Per una altra part, en un catàleg florístic de les plantes vasculares de Sant Llorenç del Munt i l'Obac, contingut en la memòria d'un reeixit mapa de vegetació de la zona a escala 1:25.000 realitzat per Josep Pintó i Josep Maria Panareda, són llistades una seixantena d'espècies de gramínies (Pintó i Panareda, 1995: 117-119).

Ara, en el present article es relacionen 107 espècies (més 5 subespècies, a banda de la principal referida), moltes de les quals (quasi una trentena) són novetats per a la flora llorençana. És a dir, que s'ha millorat notablement el coneixement de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. No s'aporta una simple llista de plantes, sinó que es fa un comentari sobre la corologia de l'espècie, el seu hàbitat i la seva distribució als dos massissos.

A més a més, la confecció de les corresponents

claus d'identificació representa una important eina de treball per a futures investigacions botàniques en aquestes muntanyes.

## Bibliografia

- Bolòs, A. 1950.** Vegetación de las comarcas barcelonesas. Instituto Español de Estudios Mediterráneos. Barcelona.
- Bolòs, O. & Vigo, J. 2001.** Flora dels Països Catalans, 4 (monocotiledònies). Barcino. Barcelona
- Cadevall, J. 1897.** Flora del Vallés. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 2(1): 1-138.
- Cadevall, J. 1937.** Flora de Catalunya, 6. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Comellas, A. 1994.** Notes florístiques de l'àrea de Sant Llorenç del Munt i serra de l'Obac. II Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac: 27-29.
- Comellas, A. 1997.** Notes florístiques. III Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac: 9-10.
- Comellas, A. 2007.** Notes sobre flora i fauna. VI Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac: 61-69.
- Comellas, A. & Pérez, J. 1987.** Ecologia i distribució d'*Allium oleraceum*, *Scilla autumnalis* i *Heteropogon contortus*. El medi natural del Vallès. II Col·loqui de Naturalistes Vallesans: 40-50.
- Coromines, J. 1980.** Diccionari etimològic i complementari de la llengua catalana, 1. Curial. Barcelona.
- Devesa, J. A., Romero, C., Buira, A., Quintanar, A. & Aedo, C. 2020.** Flora iberica, 19(1). Gramineae (partim). Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Font, P. 1914.** Ensayo fitotopográfico de Bages. Tipografía mahonesa. Maó.
- Hernández, A. M. 1981.** Las familias de fanerógamas de la flora iberica. Omega. Barcelona.
- Hernández, A. M. 1993.** Estudi florístic de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (memòria CIRIT). Barcelona.
- Hernández, A. M. 1997.** Comentaris sobre algunes plantes poc o gens conegudes de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. III Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac: 37-40. Barcelona.
- Hernández, A. M. & Comellas, A. 2021.** 22 itineraris de natura pels voltants de Terrassa. Fundació Torre del Palau. Terrassa.
- Lapraz, G. 1953.** Contribution à l'étude de la flore de Catalogne. I. Pté-

- ridophytes, Gymnospermes et Monocotyledones. *Collectanea botanica*, 3(3): 385-394.
- Lapraz, G. 1974.** Recherches phytosociologiques en Catalogne (troisième partie). *Collectanea botanica*, 9: 77-181.
- Masclans, F. 1981.** Els noms de les plantes als Països Catalans. Montblanc-Martín. Granollers.
- Maturana, C. 1977.** Estudio de la flora y vegetación natural de la vertiente noroccidental de Montserrat y de Sant Llorenç del Munt (tesi doctoral). Universidad de Santiago.
- Mercadé, A. 2016.** Estudis de flora i vegetació del Moianès i àrees properes (tesi doctoral). Universitat de Barcelona.
- Pintó, J. 1994.** La dinàmica de la vegetació a Sant Llorenç del Munt (tesi doctoral). Universitat de Barcelona.
- Pintó, J. & Panareda, J. M. 1995.** Memòria del mapa de la vegetació de Sant Llorenç del Munt (Barcelona). Àster. Terrassa.
- Romero, C. 2015.** Las gramíneas de la Península Ibérica e Islas Baleares. Jolube Consultor Botánico y Editor. Jaca.
- Romero, C., Rico, E., Crespo, M. B., Devesa, J. A., Buira, A. & Aedo, C. 2021.** Flora iberica, 19(2). Gramineae (partim). Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Vallès, J. (dir.) 2014.** Noms de plantes. Corpus de fitonímia catalana. Termcat. Barcelona.



# Una nova varietat de *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) per a Castelló i Tarragona

P. Pablo Ferrer-Gallego<sup>1</sup>, Emilio Laguna<sup>1</sup>, Roberto Roselló<sup>2</sup>, Romà Senar<sup>3</sup> & Juan B. Peris<sup>2</sup>

1. Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000. CIEF (Centre per a la Investigació i Experimentació Forestal). Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. Av. Comarques del País Valencià, 114, 46930 Quart de Poblet, València.

2. Departament de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de València. Av. Vicent Andrés Estellés, s/n. 46100 Burjassot, València.

3. C/ Cèsar Cataldo, 13, 12580 Benicarló, Castelló.

Es descriu i il·lustra una nova varietat de *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae) per a l'est peninsular ibèric, i se'n presenta una descripció morfològica i els principals caràcters diagnòstics. Aquesta nova varietat s'ha trobat formant una població d'uns 40 exemplars a la serra d'Irta (Castelló), on es presenta en matollars de segona línia, no directament sobre el penya-segat litoral, i també a Siurana (Tarragona) on els exemplars s'han localitzat als voltants del poble, dins d'una vegetació de pi blanc (*Pinus halepensis* Mill.).

Paraules clau: Comunitat Valenciana, Cupressaceae, Espanya, *Juniperus phoenicea*, taxonomia, varietat.

## A new variety of *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) from Castelló and Tarragona provinces

A new subspecies of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae) for the Iberian Peninsula is described and illustrated. A morphological description and the main diagnostic characters are discussed. This new variety, forming a population of ca. 40 individuals, has been found in the 2nd line coastal shrublands of the Irta mountains (Castelló, Spain), but not directly on the shoreline cliffs. Another population has also been located in Siurana (Tarragona), where the plants have been found around the village within a copse of white pine (*Pinus halepensis* Mill.).

Keywords: Valencian Community, Cupressaceae, Spain, *Juniperus phoenicea*, taxonomy, variety.

El 2018, una part dels autors del present article van visitar diverses zones de la serra d'Irta (Castelló) per tal de conèixer en detall els substrats geològics sobre els quals creixen els dos endemismes exclusius d'aquesta serra, *Limonium perplexum* L. Sáez & Rosselló i *L. irtaense* P.P. Ferrer et al. (*Plumbaginaceae*), tot i aprofitant l'ocasió per a visitar, entre d'altres zones, la microreserva de flora Cala Argilaga. Aquest indret alberga una de les translocacions de conservació fetes amb la primera d'ambdues espècies (Laguna et al. 2016). En revisar les comunitats de màquia litoral situades a prop dels penya-segats on viuen les espècies de *Limonium*, s'hi va observar un fenotip particular de l'espècie *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae) (Fig. 1). Posteriorment, durant el desenvolupament de la XIV edició de la Setmana de la Biodiversitat, organitzada des del Banc de Dades de Biodiversitat de la Comunitat Valenciana pel Servei de Vida Silvestre de

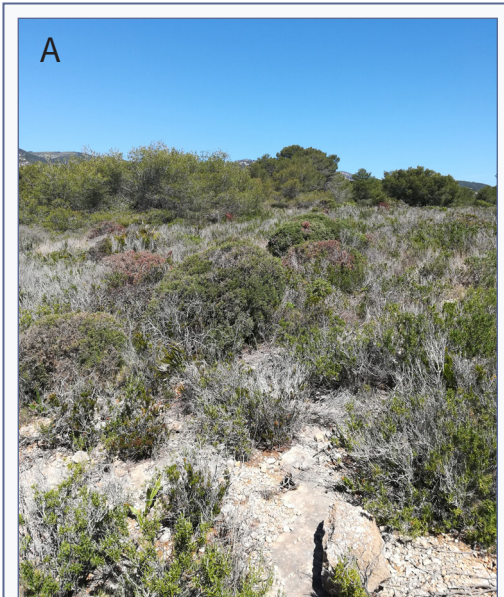
la Generalitat, es va aprofundir en la revisió d'aquestos exemplars.

La morfologia atípica observada consisteix en una miniaturització de les plantes i tots els seus òrgans, concretat per l'existència d'un hàbit de creixement distint al de les formes típiques, sense una dominància apical marcada, amb un escurçament dels verticils i els entrenusos, branques i fulles molt atapeïdes entre si, i amb tots els seus òrgans de menor mida, traduint-se tot açò principalment en una clara disminució de les dimensions de les fulles, estròbils masculins, gàbuls i llavors (Fig. 2 i 3). En conclusió, tot aquest quadre morfològic l'encaixem en el conjunt de caràcters que atorga a la planta un aspecte globós i compacte, cosa que evidencia que es tracta d'un fenomen d'enanisme.

Entre les coníferes, però també en molts altres vegetals, la presència d'exemplars nans dins de les poblacions naturals de certes espècies, sobretot en els

gèneres *Pinus* (vegeu Ferrer-Gallego & Laguna, 2010) i *Juniperus* no és un fenomen gens rar. En la majoria d'ocasions sol tractar-se d'individus aïllats dins de les poblacions, però també n'hi ha casos en què un major nombre d'individus en exigües poblacions mostren aquestes característiques aberrants, producte del fenomen del nanisme.

Les formes rares, teratològiques o monstruoses, entre les quals les nanes, han sigut tractades des del punt de vista de la classificació de manera molt diversa, i s'han descrit amb diferents rangs taxonòmics, sense



**FIGURA 1. A:** Aspecte de l'hàbitat litoral on creix *Juniperus phoenicea* var. *forneri*, Cala Argilaga (Peníscola, Castelló); **B:** exemplar d'aquesta varietat dins de la població castellonenca.

**A:** Habitat of *Juniperus phoenicea* var. *forneri*, Cala Argilaga (Peníscola, Castelló province, Spain); **B:** specimen of this variety from this population of Castelló province.



**FIGURA 2.** Diferents exemplars de *Juniperus phoenicea* var. *forneri* presents en la població de Cala Argilaga (Peníscola, Castelló).

Several plants of *Juniperus phoenicea* var. *forneri* from Cala Argilaga population (Peníscola, Castelló province).



**FIGURA 3.** Detall dels gàlbuls i llavors de *Juniperus phoenicea* var. *forneri* (Cala Argilaga, Peníscola).

Detail of globules and seeds of *Juniperus phoenicea* var. *forneri* (Cala Argilaga, Peníscola).

que hi haja en l'actualitat un vertader acord general (Grumman, 1954; Reveal, 1991; Burt, 1981; Compton et al., 2004; Vázquez, 2014). Aquestes formes nanes han estat objecte de recerca per horticultors i col·leccionistes, ja que en jardineria i paisatgisme solen ser molt preades degut a la seua exclusivitat i alt valor ornamental, sempre que agrupen una sèrie de condicions, quasi sempre lligades a la facilitat de reproducció i multiplicació, resistència a les plagues, longevitat, vitalitat, etc. Tot i que tradicionalment es van considerar com a simples mutacions, existeixen cada vegada més evidències que, en la majoria de casos, serien resultat de la infecció per fitoplasmes (Ferrer-Gallego & Laguna, 2010). Cal destacar que les infeccions per fitoplasmes poden transferir-se directament des de les plantes mare a llurs descendents, mitjançant els teixits de les llavors que només tenen dotació genètica materna, en aquest cas els nous espècimens posseeixen el 100 % dels seus òrgans afectats de nanisme i altres trets morfològics —vegeu més endavant— que corresponen al grau d'infecció 5 de l'escala de Ferrer-Gallego & Laguna (2010). En tals casos, atés que la morfologia es manté en successives generacions, l'aplicació de nivells taxonòmics infraespecífics com a varietats o formes sol estar acceptada, i ha donat lloc a exemples com els analitzats en el gènere *Pinus* (Ferrer-Gallego & Laguna, 2010).

*Juniperus phoenicea* és una espècie arbustiva-arbòria comuna en la flora valenciana, que està present des de la vegetació litoral fins a les altes muntanyes, on colonitza sovint sòls poc desenvolupats o afloraments rocosos. La seua distribució general s'estén per la conca mediterrània i les regions macaronèsiques, des de Madeira i les illes Canàries a l'oest, fins a Jordània i Aràbia Saudita a l'est, i és molt més freqüent a tota la part mediterrània de la península Ibèrica i nord d'Àfrica. Des del punt de vista taxonòmic, existeixen diverses propostes sobre el nombre de tàxons que integra l'espècie (Jalas & Suominen, 1973; Farjon, 1998, 2005; Lebreton & Pérez de Paz, 2001; Mao et al. 2010; Farjon & Filer 2013, Adams et al. 2014, 2015, Farjon et al. 2018, Ferrer-Gallego & Laguna, 2021; Pavon et al. 2020); no obstant això, desconeixem la descripció de la morfologia que tot seguit es detalla en la present comunicació, per la qual cosa es considera apropiada una proposta taxonòmica que reconega aquesta variabilitat mereixedora, si més no, del rang varietal.

## Material i mètodes

El material herboritzat ha estat estudiat des d'una perspectiva analítica i morfomètrica. Per a abordar la ubicació taxonòmica, s'han revisat les descripcions i materials de tàxons amb què poguera tindre més relació, tipificant aquells noms per als quals no s'ha trobat una tipificació anterior. Les dades i les observacions qualitatives, corresponen als criteris habitualment emprats en la identificació i diagnosi de les espècies del gènere *Juniperus* (Adams, 2004, 2008, 2014; Farjon, 2005, 2010, 2014; Mazur et al. 2016). Els plecs testimoni estudiats es troben dipositats a l'herbari VAL (Jardí Botànic de la Universitat de València, València). Per a la resta d'acrònims dels herbaris citats se segueix el que exposa Thiers (2021).

D'altra, i per tal d'afinar l'enclavament taxonòmic en les subespècies o variabilitat actualment reconeguda de *J. phoenicea*, es va fer el recompte del nombre de llavors i es van mesurar, sobre una mostra de 30 gàlbuls

recollits sobre 10 exemplars, 3 per cada peu arbustiu, a la població de Cala Argilaga.

Per a la nomenclatura de les espècies citades al text s'ha emprat el treball de Mateo & Crespo (2014), per la qual cosa s'ha obviat incloure les abreviatures normalitzades dels autors de cada tàxon. Pel que fa a les comunitats vegetals, s'ha seguit el llistat o 'checklist' de Rivas-Martínez et al. (2001).

## Resultats i discussió

### Descripció

*Juniperus phoenicea* var. *forneri* P.P. Ferrer, E. Laguna, R. Roselló & J.B. Peris, **var. nov.**

**Diagnosi.** A *Juniperus phoenicea sensu stricto habito saepe globulatis densissimum et minoris. Foliis minoris 1-1,2 × 0,9-1 mm longis. Strobilis minoribus 6-8 mm longis. Galbulis minoris (5) 6-8 mm longis. Seminibus 3-4 × 2-3 mm saepe minoris differt.*



**FIGURA 4.** Exemplar de *Juniperus phoenicea* var. *forneri* (Siurana, Tarragona).

Specimen of *Juniperus phoenicea* var. *forneri* (Siurana, Tarragona).

Es diferencia de *Juniperis phoenicea* s. str. per ser planta de menor mida, sense creixement monopòdic ni clara dominància apical i d'aspecte general esfèric-globós o apinyat i molt compacte, copa densa i branques molt atapeïdes, amb els entrenusos més curts; fulles més xicotetes, 1-1,2×0,9-1 mm; gàbulbs menors, (5)6-8 mm; llavors més xicotetes, 3-4×2-3 mm. A banda d'aquests caràcters, cal destacar que manca del

color verd fosc propi de la resta d'exemplars coneguts de l'espècie, i exhibeix més aviat un to lleugerament platejat, sobre un fons verd-grisenc, a voltes mesclat amb el marró-rogenç.

**Holotypus:** Hs. Castelló, Peníscola (el Baix Maestrat), Cala Argilaga, 30T 782611 / 4463677, 8-V-2019, P. Pablo Ferrer-Gallego & E. Laguna, VAL 247600 (Fig. 5). **Isotypus:** VAL 247601. **Paratypus:** Tarragona, Siurana, voltants



**FIGURA 5.** Holotip de *Juniperus phoenicea* var. *forneri*, procedent de Cala Argilaga (Peníscola, Castelló) conservat a l'herbari del Jardí Botànic de la Universitat de València (VAL).

Holotype of *Juniperus phoenicea* var. *forneri*, from Cala Argilaga (Peníscola, Castelló) and preserved in the herbarium of the Botanical Garden of the University of Valencia (VAL).

del poble, 31TCF2669, 26-XI-2019, P. Pablo Ferrer-Gallego, VAL 247599 (Fig. 4; *in vivo*).

**Etimologia:** L'epítet "*forneri*" ret homenatge a Enric Forner i Valls (Vinaròs, 1956). Paleontòleg. Llicenciat en Geografia i Història per la Universitat de València. Investigador en malacologia, tant de mol·luscs fòssils com vivents, que és autor de diverses espècies noves per a la ciència. Fou vicepresident de la Fundació Caixa Castelló des d'on va impulsar l'activitat cultural

castellonenca. Actualment és president de l'Ateneu de Natura i director de la revista *Nemus*. A banda de la seua contribució científica al coneixement del medi natural, ha publicat també diversos estudis d'onomàstica i de llengua catalana.

**Notes taxonòmiques i nomenclaturals.** Les formes nanes o de baixa talla —en ocasions prostrades— de *Juniperus phoenicea* han rebut diversos tractaments. Willkomm (1893: 4) va descriure amb rang varietal

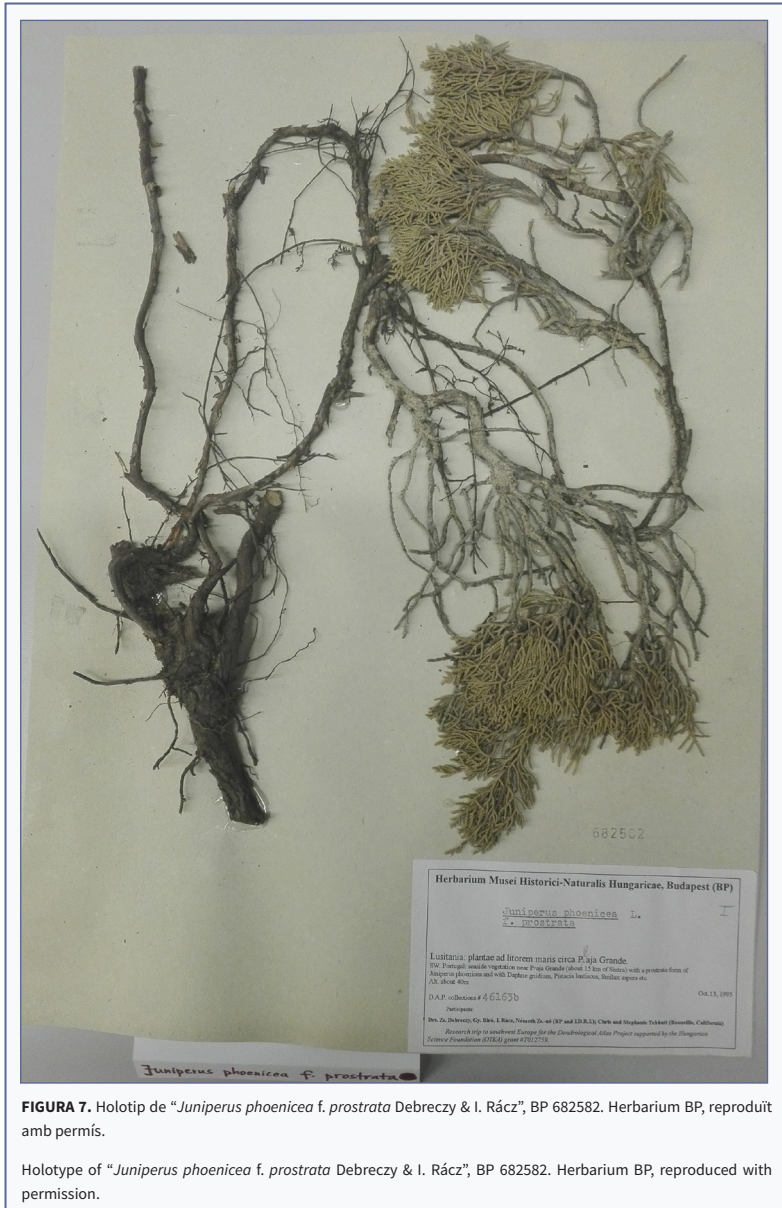


**FIGURA 6.** Lectotip de *Juniperus phoenicea* var. *prostrata* Willk., K000089200. Herbarium K, reproduït amb permís.

Lectotype of *Juniperus phoenicea* var. *prostrata* Willk., K000089200. Herbarium K, reproduced with permission.

[“β”] un nou tàxon dins de *J. phoenicea*, amb un escriptur protòleg que indica el següent: “83. *Juniperus phoenicea* L. Adde: β. *prostrata*, truncis procumbentibus. In prov. Malac. (Sierra de la Nieve, Reverch. 1889)”. A l’herbari K (Royal Botanic Gardens, Kew), hem localitzat un espècimen de l’exsiccatum “Plantas de l’Andalousie 1889” d’Elisée Reverchon, citat per Willkomm en el protòleg K000089200. Aquest sintipus fou repartit

amb el número 418, i conté material de *J. phoenicea*. En concret, l’espècimen K000089200 es compon de tres branques (amb fulles i dos gàbulus la branca situada a la part central), i està acompanyat per una etiqueta original impresa de l’exsiccatum de Reverchon, en la qual apareix la següent anotació: “*Juniperus phoenicea* L. var. *prostrata* Nobis / Lange / Sierra de la Nieve, terrains calcaires rocheux. / 10 août.”.



**FIGURA 7.** Holotip de “*Juniperus phoenicea* f. *prostrata* Debreczy & I. Rácz”, BP 682582. Herbarium BP, reproduït amb permís.

Holotype of “*Juniperus phoenicea* f. *prostrata* Debreczy & I. Rácz”, BP 682582. Herbarium BP, reproduced with permission.

En conseqüència, designem com a lectotip del nom *Juniperus phoenicea* ["β"] var. *prostrata* Willk., Suppl. Prodr. Fl. Hispan.: 4. 1893, l'espècimen K000089200 (**lectotypus, hic designatus**) (Fig. 6).

Cal indicar que el protòleg de Willkomm només fa referència a l'hàbit de les tiges. No obstant, l'estudi del material tipus ens permet identificar-lo com pertanyent a una forma d'altitud de *J. phoenicea* s. str., amb les fulles i fruits una mica menors a les del tipus de *J. phoenicea*, i al mateix temps lleugerament majors a les de les plantes castellonenques i tarraconines.

D'altra banda, el material castellanenc i tarragoní podria encaixar amb "*Juniperus phoenicea* f. *prostrata* Debreczy & I. Rácz", tàxon descrit per a Portugal, a prop de la localitat de Sintra (Debreczy & Rácz, 1999), el material tipus de la qual es conserva a BP (holotip) (Fig. 7), amb duplicats a LISC, LISI, i COI (isotips). L'estudi del material tipus ens permet identificar-lo com pertanyent a *J. phoenicea* s. str. Dissortadament, *J. phoenicea* f. *prostrata* Debreczy & I. Rácz (en Stud. Bot. Hung. 29: 87. 1999) és un homònim posterior de *J. phoenicea* var. *prostrata* Willkomm (en Suppl. Prodr. Fl. Hispan.: 4. 1893) malgrat que els dos noms s'apliquen a tàxons de rang infraespecífic diferent. Així, d'acord amb allò que s'exposa a l'art. 53.3 del Codi de Shenzhen (Turland et al., 2018), el més recent, *J. phoenicea* f. *prostrata* Debreczy & I. Rácz, és il·legítim.

Atés l'hàbitat colonitzat —vegeu-ho més endavant—, durant el procés d'identificació de la planta d'Irta també es va plantejar que es poguera tractar d'una forma de *J. phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Nyman [= *J. turbinata* Guss., *J. phoenicea* var. *turbinata* (Guss.) Parl.], molt especialment després d'haver-se atribuït a l'esmentat tàxon la identitat d'allò que es va descriure com a *J. lycia* var. *tarraconensis* Sennen, citat per als penya-segats de la Punta de la Mora (Altafulla, Tarragona). No obstant això tant pel que fa a l'observació del sintipus ([https://c1.staticflickr.com/5/4915/45283291835\\_3777feb0dc\\_o.jpg](https://c1.staticflickr.com/5/4915/45283291835_3777feb0dc_o.jpg)), conservat a l'herbari GDA de l'Universitat de Granada, així com d'imatges dels savinars costaners de l'esmentada zona de Tarragona (v.g., [http://mediambient.gencat.cat/ca/activitats\\_galeriabig/galeria\\_multimedia/espais-naturals-protectes/camp-de-tarragona/index.html?idGaleria=3114](http://mediambient.gencat.cat/ca/activitats_galeriabig/galeria_multimedia/espais-naturals-protectes/camp-de-tarragona/index.html?idGaleria=3114)) ens van fer desistir d'aquesta assignació taxonòmica. Una de les principals diferències entre la subsp. *turbinata* i les plantes d'Irta és que la primera posseeix gàlbuls

proporcionalment molt grans, usualment ovoides i de 12-14 mm (Franco, 1986), mentre que els fruits de les plantes irtanés tot just abasten la meitat d'aquestes dimensions. A tal efecte, a més d'observacions pròpies dels autors en diverses zones de Portugal, Espanya o els territoris costaners de Còrsega i Sardenya, es van obtenir il·lustracions d'altres dades comparatives facilitades des de Sicília, de la localitat clàssica de la subsp. *turbinata* (V. di Dio, A. Troia i S. Pasta, comm. pers.), de la costa italiana de la Toscana (V. Lazzeri, comm. pers.) i de l'entorn de Marsella (E. Vela i D. Pavon, comm. pers.), que evidenciaven clarament aquestes diferències.

Aquest caràcter de la grossària, forma i dimensions dels gàlbuls, és de fet el que ve considerant-se com a més important a l'hora de diferenciar tal planta de les genuïnes *J. phoenicea* en altres països propers (Lebreton & Rivera, 1988; Dzialuk et al., 2011; Pavon et al. 2020), al temps que també poguera ser un caràcter addicional el nombre de llavors, ja que de conformitat amb Pavon et al. (2020) serien 4-7 (9) en la subsp. *turbinata* i (3) 7-10 (13) en la subsp. *phoenicea*. Aquest darrer caràcter podria tindre menor valor en el nostre cas, ja que un dels caràcters que cal esperar en les formes nanes de plantes llenyoses és una menor quantitat de llavors. Un cop realitzades les medicions de 30 gàlbuls recol·lectats dels exemplars de Cala Argilaga, la dimensió mitjana observada fou de  $0,826 \pm 0,083 \times 0,767 \pm 0,065$  cm, allunyant-se per tant aquestes mides ben poc de la forma esfèrica, més característica de la subsp. *phoenicea*. El nombre de llavors trobades fou de  $6,200 \pm 1,324$ , valor que es troba en la franja de transició entre ambdues subespècies, encara que si atenem a allò que s'indicà adés sobre la influència del nanisme, és més prudent decantar-se cap a la subsp. *phoenicea*. Convé destacar que es van observar un nombre rellevant de llavors inviables,  $1,733 \pm 0,907$  per cada fruit, en contra de  $4,467 \pm 1,196$  viables. Com a criteri addicional en favor de la subsp. *phoenicea* cal senyalar que a les zones properes a la microreserva Cala Argilaga podem trobar exemplars dispersos de *J. phoenicea* que per les seues característiques corresponen clarament a la dita subsp. *phoenicea*, sense trets de nanisme. Fins ara no s'han localitzat plantes de la subsp. *turbinata* a la província de Castelló.

**Hàbitat.** L'hàbitat en què creixen els exemplars de *J. phoenicea* var. *forneri* en la serra d'Irta se situa en segona línia litoral, localment defensat per una barrera



de màquia de *Quercus cocciferae-Lentiscetum* Br.-Bl., Font Quer, G. Br.-Bl., Frey. Jansen & Moor 1936 amb particular abundància de margalló (*Chamaerops humilis*), que caracteritza gran part del front costaner de la serra d'Irta; s'allunya per tant de l'hàbitat òptim de la subsp. *turbinata*, que creix directament sobre dunes o a les roques del penya-segat litoral, i precedeix eixa mateixa línia de màquia amb margalló. Es tracta d'un matollar dins del qual aquesta espècie resulta codominant amb diverses espècies de matollars termòfils, i que conforme a la revisió de Stübing et al. (1989) correspondria a una forma successionalment avançada de transició al *Quercus cocciferae-Lentiscetum* d'estepar romeral de *Rosmarinion officinalis* Br.-Bl. Ex Molinier 1934, expressat localment mitjançant la subassociació *anthyllidetosum cytisoidis* pertanyent a l'associació *Anthyllido cytisoidis-Cistetum clusii* Br.-Bl., Font Quer, G. Br.-Bl., Frey. Jansen & Moor 1936 corr. O. Bolòs 1967. Es tracta d'un matollar que a zones properes de la serra d'Irta presenta una forta dominància d'*Anthyllis cytisoides*, però que a la zona on creix aquesta forma peculiar de savina negral exhibeix una major abundància de *Cistus monspeliensis*, *Rosmarinus officinalis* i *Erica multiflora*. Conforme a Stübing et al. (1989) aquesta subassociació s'instal·la de forma preferent sobre sòls de "terra rossa" amb descalcificació superficial i propers a la costa, que tenen com a principals diferencials a *C. monspeliensis* i *Urginea maritima*, i als quals localment poden afegir-se nombroses espècies herbàcies i bulboses que a la serra d'Irta solen associar-se a aquest tipus de sòls en posicions molt properes a la línia litoral, com ara *Erodium sanguis-christi*, *Narcissus assoanus*, *Romulea columnae*, etc. Entre les espècies que correspondrien a l'etapa de màquia, a més de la mateixa savina, abunden els peus de *Chamaerops humilis*, i en menor mesura *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Pistacia lentiscus* o *Quercus coccifera*. Convé destacar que, encara que les visites es van realitzar al febrer de 2018 i maig de 2019, i que en general tots dos anys no han estat pronunciadament secs, la vegetació presentava un aspecte aclarit i amb dominància de mineralomassa, per l'escassa densitat foliar d'arbustos que localment posseeixen un marcat comportament malacòfil, en especial els ja citats *C. monspeliensis* i *E. multiflora*. Malgrat la singularitat paisatgística de les savines nanitzades, la composició florística enregistrada no és substancialment diferent a la de zones properes amb absència de *J. phoenicea*

var. *forneri* visitades en anys anteriors, per la qual cosa creem que aquesta formació vegetal no és mereixedora per ara d'una descripció formal en qualitat de variant, fàcies o qualsevol altre estatus sintaxonòmic.

A Siurana (Fig. 4), els exemplars s'han localitzat als voltants del poble, als penyals i ambients assolellats, dins d'una vegetació de pi blanc (*Pinus halepensis*). No s'han observat a Siurana exemplars de morfologia intermèdia amb *J. phoenicea* típic.

En previsió del potencial interès taxonòmic de la planta, es realitzà un cens orientatiu d'exemplars, i es trobaren al voltant de 40 exemplars -A. Navarro, com. pers., i cens posterior dels autors- per a una superfície de 0,4 ha dins de la microreserva de flora Cala Argilaga. Açò implicaria una densitat esperable de fins a 100 exemplars/ha. Encara que es van revisar zones properes de contacte, es va observar que el tipus de matollar en el qual creix l'espècie, desapareix ben prompte en favor de la màquia i del pinar de *Pinus halepensis*.

## Discussió

La morfologia compacta i globosa que exhibeix aquesta varietat de savina amb trets de nanisme podria ser deguda amb gran probabilitat al fenomen de nanisme causat per la infecció o interacció de microorganismes com ara fitoplasmes. Una segona explicació poguera ser òbviament la de l'estabilització d'una mutació, per més que *a priori* sembla ser menys probable, ja que difícilment s'haguera mantingut en el temps per l'existència a les zones properes de formes habituals de *J. phoenicea* de major talla, amb les quals s'hauria generat fàcilment una introgressió i progressiva dilució de caràcters diferencials.

La infecció per fitoplasmes és una interacció parasítica que indueix a les plantes hostes creixements anormals i símptomatologies identificables amb les formes nanes i molt compactes. Els fitoplasmes estan associats a malalties de plantes d'un elevat nombre d'espècies (vegeu per exemple Verdin et al., 2003; Spallino et al., 2017; més les referències incloses en aquestos treballs). Són endoparàsits intracel·lulars que causen als individus afectats un conjunt de símptomes entre els quals destaquen el color groguenc o l'envermelliment de les fulles, acurtament dels entrenusos, creixement atrofiat, presència de fulles anormalment xicotetes, gran proliferació de brots, flors estèrils, necrosi als teixits

floemàtics, etc. (Doi et al., 1967; McCoy et al., 1989; Kirkpatrick, 1992). En la majoria dels casos, les espècies estudiades han estat arbòries o d'interès hortícola, però per a un conjunt d'espècies silvestres també es presenten exemplars amb morfologies que reproduïxen la simptomatologia atribuïda a l'afecció per fitoplasmes, com ara espècies dels gèneres *Juniperus*, *Thymus*, *Helichrysum* o *Helianthemum*, entre moltes altres (obs. pers.). Precisament, junt amb les plantes afectades de nanisme de *J. phoenicea*, en Cala Argilaga conviuen també diversos exemplars amb la mateixa simptomatologia i morfologia globosa, pertanyents a *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. Estudis futurs ens podran revelar si aquestes dues afeccions que interessin a espècies diferents del gènere *Juniperus* han sigut causades per la mateixa entitat biològica, o si pel contrari pertanyen a fitoplasmes diferents. D'acord amb les nostres observacions en diferents ecosistemes valencians, fa la impressió que les espècies tenen predisposició a presentar més infecció per fitoplasmes com més s'apropen al límit del seu nínxol ecològic, cosa per la qual són més freqüents en apropar-se al seu límit altitudinal o de continentalitat —p. ex. en *Pinus halepensis*, segons Ferrer-Gallego & Laguna (2010)—, o a la primera línia de costa en espècies de més ampla distribució: aquest darrer cas és molt patent, per exemple, en *Helichrysum stoechas* en el front dunar del Saler, a prop de València capital (obs. pers.), i podria ser també el cas d'aquesta forma peculiar de *J. phoenicea* de la serra d'Irta.

Tal com s'havia exposat adés en la introducció, les formes nanes resulten molt interessants des del punt de vista ornamental, amb un elevat potencial d'ús en jardineria. Per les seues proporcions generalment menudes i lent creixement són utilitzades per a tanques o bé elements aïllats en formacions ajardinades obertes i baixes, a més que tenen gran potencialitat per al seu ús mitjançant la tècnica del bonsai. Alguns exemples de plantes nanes utilitzades en jardineria són la varietat "Globosa Nana" i "Bondai-sugi" de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don, les varietats var. *albertiana* (Brown) Sargent cv. 'Globosa Nana' Rehder, o el cultivar 'Echiniformis' Schimmel-Fichte de *Picea glauca* (Moench.) Voss, el cultivar 'Brepo' de *Pinus nigra*, *Pinus strobus* L. "Brevifolia", així com diversos cultivars de *Taxus baccata* L., *Juniperus communis* L., *Chamaecyparis* sp. pl., *Pinus mugo* Turra, *Thuja* sp. pl. o *Tsuga canadensis* (L.) Carrère, per citar-ne alguns exemples. Per al cas

de *J. phoenicea* var. *forneri* se n'han recollectat gàbuls i emmagatzemat llavors en accessions de la col·lecció activa del CIEF del Banc de Germoplasma de la Flora Silvestre Valenciana, per a les quals es preveu el desenvolupament de proves germinatives.

## Agraïments

A Lajos Somlyay per l'ajuda en l'estudi de material d'herbari conservat en BP (Herbarium Botanical Department, Hungarian Natural History Museum, Budapest, Hungary). Als Drs. Salvatore Pasta i Angelo Troia (Secció de Botànica i Ecologia Vegetal, Università degli Studi di Palermo) i Vincenzo di Dio (director de la Reserva Natural Isole delle Femmine) per l'obtenció i transmissió d'informació i de material fotogràfic de *Juniperus turbinata* en la localitat clàssica de Seccia/Sicciara (actualment Balestrato), a Sicília. Al Dr. Valerio Lazzeri (Secció de Botànica, Museu d'Història Natural de la Mediterrània, Livorno, Toscana, Itàlia) per facilitar-nos dades i imatges de *J. turbinata* en la zona costera de Toscana; id. Daniel Pavon (IMBE – Aix-Marseille Université) i Dr. Errol Vêla (AMAP CIRAD-Université de Montpellier), per facilitats similars en relació al material de la mateixa espècie en la costa mediterrània francesa. A Albert Navarro, Carles Fabregat i a Patricia Pérez Rovira (Vaersa, CIEF-Servei de Vida Silvestre) per la seua primera aproximació al cens de l'espècie a Cala Argilaga.

## Bibliografia

- Adams, R. P. 2004.** Junipers of the World: the genus *Juniperus*. 275 pp. Trafford Publishing Co. Vancouver, Canada.
- Adams, R. P. 2008.** Junipers of the world: the genus *Juniperus*, 2nd edition. 402 pp. Trafford Publishing Co. Vancouver, Canada.
- Adams, R. P. 2014.** Junipers of the World: The genus *Juniperus*, 4rd edition. 422 pp. Trafford Publishing. Victoria.
- Adams, R. P., Altarejos, J. & Arista, M. 2014.** Geographic variation in the volatile leaf oils *J. phoenicea* var. *phoenicea* from throughout its range. *Phytologia*, 96(2): 110-116.
- Adams, R. P., Boratynski, A., Arista, M., Schwarzbach, A. E., Leschner, H., Lliber, Z., Minissale, P., Mataraci, T. & Manolis, A. 2015.** Analysis of *Juniperus phoenicea* from throughout its range in the Mediterranean using DNA sequence data from nrDNA and petN-psbM: the case for the recognition of *J. turbinata* Guss. *Phytologia*, 95: 202-209.
- Burt, B. L. 1981.** Proposal to conserve *Curcuma* Roxb. (1810) *Curcuma* L. (1753). *Taxon*, 30: 358-361.
- Compton, J. A., Grabovskaya, A. B. & Culham, A. 2004.** Proposal to reject the name *Dipleina umbellata* with associated lectotypification of *Actaea erythrocarpa* (Ranunculaceae). *Taxon*, 53(2): 574-575. <https://doi.org/10.2307/4135650>
- Debreczy, Z. & Rácz, I. 1999.** The prostrate form of the Phoenicean

- juniper: *Juniperus phoenicea* f. *prostrata*, f. nov. *Studia bot. hung.* 29: 87–94.
- Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K. & Asuyama, H. 1967.** Mycoplasma or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellow, or *Paulownia* witches broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.*, 33: 259–266.
- Dzialuk, A., Mazur, M., Boratyńska, K., Montserrat, J. M., Romo, A. & Boratyński, A. 2011.** Population genetic structure of *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) in the western Mediterranean Basin: gradient of diversity on a broad geographical scale. *Annals of Forest Science*, 68 (8): 1341–1350.
- Farjon, A. 1998.** *World Checklist and Bibliography of Conifers*. 298 pp. Royal Botanical Gardens. Kew.
- Farjon, A. 2005.** A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. 648 pp. Royal Botanic Gardens. Kew.
- Farjon, A. 2010.** *A Handbook of the world's conifers*. 1112 pp. Brill academic Publishers. Leiden, The Netherlands.
- Farjon, A. 2014.** *Conifers of the world. Resources for conifer research*. On-line database. Available from: <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/conifers> (accessed 15 May 2016).
- Farjon, A. & Filer, D. 2013.** An atlas of the world's conifers: An analysis of their distribution, biogeography, diversity, and conservation status. 512 pp. Brill academic Publishers. Leiden, The Netherlands. <https://doi.org/10.1163/9789004211810>
- Farjon A., Gardner M. & Thomas P. 2018.** *Conifer Database* (version Jan 2014). In: Roskov, Y., Abucay, L., Orrell, T., Nicolson, D., Bailly N., Kirk, P.M., Bourgoin, T., DeWalt, R.E., Decock, W., De Wever, A., Nieukerken, E. van, Zarucchi, J., Penev, L., (eds.) 2018. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life*, 30th January 2018. Digital resource at <https://www.catalogueoflife.org/>. *Species 2000: Naturalis*, Leiden, the Netherlands.
- Ferrer-Gallego, P. P. & Laguna, E. 2010.** *Sobre las variedades enanas de Pinus halepensis Mill. y P. pinea L. (Pinaceae)*. *Toll Negre*, 12: 43–62.
- Ferrer-Gallego, P.P. & Laguna, E. 2021.** Proposal to reject the name *Juniperus lycia* (Cupressaceae). *Taxon*, 70(5): 1134–1136.
- Franco, J. A. 1986.** *Juniperus L.* In: Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, P., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L. (eds.): *Flora ibérica*. Vol. I: Lycopodiaceae–Papaveraceae: 181–188. Real Jardín Botánico-CSIC, Madrid.
- Grumman, V.J. 1954.** Proposal no. 183. *New Art.* 77 bis. *Taxon*, 3: 124.
- Jalas, J. & Suominen, J. 1973.** *Atlas Florae Europaeae* Vol. 2: Gymnospermae. - The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki, 40 pp.
- Kirkpatrick, B.C. 1992.** Mycoplasma-like organisms: plant and invertebrate pathogens. Pp. 4050–4067 In: Balows, A., Truper, H. G., Dworckin, M., Harder, W. & Schleifer, K. H. (eds.), *In The prokaryotes*, 2nd ed., New York, Springer-Verlag.
- Laguna, E., Navarro, A., Pérez-Rovira, P., Ferrando, I. & Ferrer-Gallego, P.P. 2016.** Translocation of *Limonium perplexum* (Plumbaginaceae), a threatened coastal endemic. *Plant Ecology*, 217(10): 1183–1194 <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0643-4>.
- Lebreton, P. & Pérez de Paz, P. L. 2001.** Définition du Genévrier de Phénicie (*Juniperus* aggr. *phoenicea*), reconsidéré à ses limites biogéographiques: Méditerranée orientale (Crète et Chypre) et Atlantique (Îles Canaries). *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon*, 70(4): 73–92.
- Lebreton, P. & Rivera, D. 1988.** Analyse du taxon *Juniperus phoenicea* L. sur des bases biochimiques et biométriques. *Natur. Monsp.*, sér. Bot., 53: 17–41.
- Mao, K., Hao, G., Liu, J., Adams, R. P. & Milne, R. I. 2010.** Diversification and biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): variable diversification rates and multiple intercontinental dispersals. *New Phytologist*, 188: 254–272. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03351.x>
- Mateo, G. & Crespo, M. B. 2014.** *Claves Ilustradas para la Flora Valenciana*. Jaca, Jolube Consultor Botánico y Editor. 502 pp.
- Mazur, M., Minissale, P., Sciandrello, S. & Boratyński, A. 2016.** Morphological and ecological comparison of populations of *Juniperus turbinata* Guss. and *J. phoenicea* L. from the Mediterranean region. *Plant Biosystems*, 150: 313–322. <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.994579>
- McCoy, R. E., Caudwell, A., Chang, C. J., Chen, T.-A., Chiykowski, L. N., Cousin, M. Y., Dale, J. L., Deleew, G. T. N., Golino, D. A., Hackett, K. J., Cirkpatrick, B. C., Marwithz, R., Petzold, H., Sinha, R. C., Sugiura, M., Withcomb, R. F., Yang, I. L., Zhu, B. M. & Seemuller, E. 1989.** Plant diseases associated with mycoplasma-like organisms. In: Whitcomb, R. F. & Tully, J. G. (eds.), *The mycoplasmas*, 5: 546–640. Academic Press. New York.
- Pavon, D., Véla, E. & Médail, F. 2020.** Are Mediterranean trees well known? “*Juniperus turbinata*” (Cupressaceae), a common but misunderstood taxon. *Ecologia Mediterranea*, 46(2): 77–104.
- Reveal, J.L. 1991.** *Erigeron carolinianum* Linnaeus (1753), an earlier name for *Euthamia (Solidago) tenuifolia* (Pursh, 1814) E. Greene (Asteraceae). *Taxon*, 40: 505–508.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2001.** Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, 14: 5–341.
- Spallino, R.E., Rizza, S., Oliveri, C., Catara, V., Marzachi, C. & Tessitori, M. 2017.** Plant teratologies as a result of phytoplasma infections. *Plant Biosystems*, 151: 931–939. <https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1330779>.
- Stübing, G., Peris, J. B. & Costa, M. 1989.** Los matorrales seriales termófilos valencianos. *Phytocopenologia*, 17(1): 1–69.

- Thiers, B. 2021.** Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/ih>
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Kusber, W. H., Li, D. Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monroe, A. M., Prado, J., Price, M. J. & Smith, G. F. 2018.** International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
- Vázquez, F. M. 2014.** (023-024) Proposals to add a new Article and some Examples under Article 5. Taxon, 63(5): 1142. <https://doi.org/10.12705/635.21>
- Verdin, E., Salar, P., Danet, J. L., Coueiri, E., Jreijiri, F., El Zamm, S., Gélie, B. & Bové, J. 2003.** “*Candidatus* Phytoplasma phoenicium” sp. Nov., a novel phytoplasma associated with an emerging lethal disease of almond trees in Lebanon and Iran. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 53: 833-838. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02453-0>
- Willkomm, H.M. 1893.** Supplementum Prodromi Florae Hispanicae. E. Schweizerbart, Stuttgart.

# *Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis* ass. nov. (*Hypericion ericoidis*), nova associació setabenca saxícola de la serra de les Raboses (Cullera, València, Espanya)

Albert Guillén<sup>1</sup>, Roberto Roselló<sup>1</sup>, P. Pablo Ferrer-Gallego<sup>2\*</sup> & Juan B. Peris<sup>1</sup>

1. Departament de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de València. Av. Vicent Andrés Estellés, s/n. E-46100 Burjassot (València).

2. Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000. CIEF (Centre per a la Investigació i Experimentació Forestal). Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. Av. Comarques del País Valencià, 114, 46930 Quart de Poblet, València).

\*autor para la correspondencia: flora.cief@gva.es

Es proposa una nova associació de l'aliança *Hypericion ericoidis* (*Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis*) pròpia de la serra de Cullera (València, Espanya).

Paraules clau: *Fitosociologia, Cullera, València, sintaxonomia, matollar camefític.*

## ***Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis* ass. nov. (*Hypericion-Ericoidis*), a new association from serra de les Raboses (Cullera, València, Spain)**

A new association of the *Hypericion ericoidis* alliance (*Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis*), typical of the Sierra de Cullera (Valencia, Spain) is proposed.

Keywords: *Phytosociology, Cullera, Valencia, syntaxonomy, camephytic scrub.*

La serra de les Raboses de Cullera, darrera estribació del sistema Ibèric abans d'aplegar a la Mediterrània, fou una illa farà uns 9.000-14.000 anys (Mapa Geològic d'Espanya, escala 1:50.000; 1ª sèrie; fulla 747 (Sueca). Llevat de la seua cara nord, amb penya-segats mitjans (zona del far i voltants) que encara es troben sotmesos als típics processos d'erosió marina, actualment la resta dels seus punts cardinals es troba envoltada de materials quaternaris que han anat reblint un antic espai palustre. Aquesta zona humida, que encara hui roman en diversos àmbits de la seua façana nord, sud i oest, es veu actualment en part transformada en arrossars, gràcies a la seua saturació més o menys completa produïda pels sediments fluvials que procedeixen dels rius Xúquer i Túria. D'altra banda, a la façana oriental s'ha originat una barra de restinga, que en separar la mar de la serra de les Raboses o muntanya de l'Or, conforma la badia arenosa de Cullera.

No obstant, en la major part de la serra la morfologia resultant és de caràcter continental, amb materials rocosos de naturalesa calcària-dolomítica del Cretàcic Superior que afluoren amb gran potència

(altitud màxima 233 ms.n.m.), i que descansen de manera discordant sobre materials juràssecs. En la seua cara oest apareix un extens penya-segat de gran espectacularitat i interès paisatgístic, i en la resta de les façanes, excepte en llurs contraforts —suau tossals que sorgeixen entre arrossars—, apareixen abruptes i extensos vessants d'elevada inclinació i difícil accés. Nogensmenys, degut al desenvolupament turístic del territori i a la necessitat dels servicis que això genera, s'ha establert una xarxa de carreteres que pràcticament permet l'accés a qualsevol zona de la serra, entre les quals cal destacar les que obrin pas als enclavaments més elevats on s'ubica un radar meteorològic. És justament ací on es troben extensos llosars, sobre els quals apareixen sòls discontinus i esquelètics en les esclatxes i espais rocosos buits, on es desenvolupa una comunitat vegetal saxícola i subrupícola, un matollar estenòtop caracteritzat per camèfits de notable originalitat florística, formació que es proposa com a una nova associació, la *Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis*, setabenca i ombroclimàticament seca. Aquesta vindria a sumar-se a altres associacions d'*Hypericion ericoidis* proposades

amb anterioritat a la Comunitat Valenciana, que, de nord a sud són: *Helianthemo mollis-Hypericetum ericoidis* R. Roselló 1994, valencià-tarraconenc (espadànic), seca-subhúmida, la més septentrional, amb la seua frontera nord al riu Millars (Castelló); *Helianthemo glabrati-Hypericetum ericoidis* M.B. Crespo 1994, espadànic també, però d'ombroclima sec; *Sideritido juryi-Hypericetum ericoidis* M.B. Crespo 1999, edetànic, d'òptim sec-semiàrid, i *Thymo piperellae-Hypericetum ericoidis* Costa, Peris & Stübing in Costa & Peris 1985, setabenc, sec-subhúmida (Crespo, 1999). Al territori murcià-almerienc es troba extensament representada l'associació termomediterrània semiàrida *Fumano ericoidis-Hypericetum ericoidis* O. Bolòs 1957, que abraça també la província d'Alacant, i que ocupa les zones semiàrides del centre i sud d'aquesta província.

## Material i mètodes

L'estudi de la vegetació s'ha efectuat segons l'escola sigmatista de Zurich-Montpellier o de Braun-Blanquet

& Tuxen, tot seguint les indicacions dels manuals clàssics sobre la matèria (Braun-Blanquet, 1979; Rivas-Martínez, 1987), encara que a la taula fitosociològica tan sols expressem el grau de cobertura dels individus presents, com sol fer-se darrerament. Per al marc sintaxonòmic, s'ha seguit el criteri de Costa & Peris (1984), Rivas-Martínez et al. (1999, 2001, 2002) i Rivas-Martínez (2007, 2011a, 2011b), sense perdre de vista els clàssics (Folch & Guillén, 1981). Per a la nomenclatura de les plantes s'ha seguit el manual de Mateo & Crespo (2014), amb les següents excepcions: *Centaurea resupinata* subsp. *virens* (Pau) Ferrer et al. [sub *C. setabensis* Coincy subsp. *humilis* (Pau) Mateo & Crespo en Mateo & Crespo op. cit.]; *Teucrium valentinum* Schreb. s.l.; *T. roselloi* Peris et al. en Fl. Montiberica 82 (2022), i *Salvia rosmarinus* (L.) Schleid. S'han pres inventaris procedents en llur majoria de la zona de la serra amb major altitud, ja que és allí precisament on apareixen extensos llosars de pedra calcària, horitzontals o de poca inclinació, amb sòls esquelètics discontinus atrapats entre els seus clivells i forats, una



FIGURA 1. *Teucrio roselloi-Hypericetum ericoidis*, serra de Les Raboses (Cullera, València).

| Nº Ordre  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Àrea (m <sup>2</sup> )  | 50  | 25  | 30  | 40  | 20  |
| Cobertura (%)   | 50  | 40  | 60  | 50  | 50  |
| Altitud (m)   | 191 | 189 | 223 | 185 | 133 |
| Característiques territorials d'associació i aliança  |     |     |     |     |     |
| <i>Hypericum ericoides</i>  | 2   | 2   | 2   | 2   | +   |
| <i>Teucrium roselloi</i>  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| <i>Dianthus saetabensis</i>   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| <i>Centaurea virens</i>   | 1   | +   | 1   | 1   | +   |
| Característiques d'ordre ( <i>Rosmarinetalia officinalis</i> ) i classe ( <i>Rosmarinetea officinalis</i> ) |     |     |     |     |     |
| <i>Satureja valentina</i>   | 1   | 1   | 1   | 1   | +   |
| <i>Fumana ericoides</i>   | 1   | +   | 1   | 1   | +   |
| <i>Coris monspeliensis</i>  | +   | +   | +   | +   | +   |
| <i>Salvia rosmarinus</i>  | +   | +   | .   | +   | +   |
| <i>Helianthemum syriacum</i>  | +   | +   | .   | +   | .   |
| <i>Globularia alypum</i>  | +   | +   | .   | +   | .   |
| <i>Teucrium valentinum</i>  | +   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Lithodora fruticosa</i>  | .   | .   | .   | +   | .   |
| <i>Bupleurum fruticosum</i>   | +   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Aphyllantes monspeliensis</i>  | +   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Ulex parviflorus</i>   | +   | .   | .   | .   | .   |
| Transgressives d'aliança ( <i>Rosmarino-Ericion multiflorae</i> , i <i>Teucrio-Thymenion piperellae</i> )   |     |     |     |     |     |
| <i>Helianthemum marifolium</i>  | 1   | +   | 1   | 1   | +   |
| <i>Erica multiflora</i>   | 1   | +   | +   | +   | .   |
| <i>Thymus aestivus</i>  | +   | +   | +   | .   | +   |
| <i>Polygala rupestris</i>   | +   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Thymus piperella</i>   | .   | .   | .   | .   | +   |
| Companyes de <i>Sedion micrantho-sediformis</i>   |     |     |     |     |     |
| <i>Sedum album</i>  | 1   | +   | +   | .   | .   |
| <i>Sedum sediforme</i>  | +   | +   | .   | .   | +   |
| Companyes (d' <i>Asplenietalia petrarchae</i> i <i>Teucrion buxifolii</i> )                                 |     |     |     |     |     |
| <i>Rhamnus borgiae</i>  | 1   | 1   | 1   | 1   | .   |
| <i>Jasonia glutinosa</i>  | .   | .   | +   | .   | +   |
| <i>Phagnalon rupestre</i>   | +   | .   | .   | .   | .   |
| <i>Galium fruticosum</i>  | +   | .   | .   | .   | .   |
| Companyes (de <i>Thero-Brometalia</i> )   |     |     |     |     |     |
| <i>Reichardia picroides</i>   | +   | .   | +   | +   | .   |
| Companyes (de <i>Pegano-Salsoletea</i> )  |     |     |     |     |     |
| <i>Ruta angustifolia</i>  | +   | +   | .   | +   | .   |
| Companyes (de <i>Festuco-Ononidetea</i> )   |     |     |     |     |     |
| <i>Koeleria vallesiana</i>  | +   | .   | +   | +   | .   |
| Companyes (de <i>Lygeo-Stipetea</i> )   |     |     |     |     |     |
| <i>Brachypodium retusum</i>   | 1   | .   | .   | 1   | .   |
| <i>Phagnalon saxatile</i>   | .   | .   | .   | +   | .   |
| Companyes (de <i>Pistacio-Rhamnetalia alaterni</i> )  |     |     |     |     |     |
| <i>Coronilla juncea</i>   | .   | .   | +   | .   | .   |
| <i>Asparagus horridus</i>   | .   | +   | .   | .   | .   |
| Companyes característiques d'altres sintaxons   |     |     |     |     |     |
| <i>Schoenus nigricans</i> (+ en 2), <i>Centaureum barrelieri</i> (+ en 2).                                  |     |     |     |     |     |

**TAULA 1.** *Teucrio roselloi-Hypericum ericoides* ass. nova (*Hypericum ericoides*, *Rosmarinetalia officinalis*, *Rosmarinetea officinalis*). Procedència dels inventaris: tots procedeixen de la serra de les Raboses (Cullera), registrats el juny de 2021. Inventari 1: UTM: 30S 737164, 4339325. Inventari 2: UTM 30S 737189, 4339295. Inventari 3: UTM 30S 737484, 4339859. Inventari 4: UTM 30S 737477, 4339303. Inventari 5: UTM 30S 737707, 4339406.

mena d'ecòtops encara no massa afectats per la degradació i l'alta pressió antropozògena que pateix la resta de formacions vegetals d'aquesta serra. A la taula fitosociològica les subespècies són indicades de forma binària, ço és, per als casos de subespècies o varietats s'hi omet l'epítet específic i només figuren els noms del gènere i de la subespècie o varietat que corresponga a cada tàxon. Coordenades dels inventaris: Datum European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89).

## Resultats i discussió

La taula fitosociològica amb els inventaris realitzats (Taula 1) ens mostra l'existència d'un nou matollar saxícola, subrupícola i estenòtop, amb presència d'endemismes d'àrea restringida o fins i tot exclusius que li atorguen una indubtable originalitat florística en el context de les altres associacions valencianes de l'*Hypericion ericoidis* adés esmentades. Dins de les sèries de vegetació del territori, aquesta comunitat té el significat de vegetació permanent dins dels dominis climàtics del carrascal *Rubio longifoliae-Quercetum rotundifoliae* Costa Peris & Figueroa 1983.

***Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis*** A. Guillén, R. Roselló, P. P. Ferrer & J. B. Peris, ass. nova (*Hypericion ericoidis*, *Rosmarinetalia*, *Rosmarinetea*), Taula 1, inventaris 1-5, Holosintipus inventari nº 1, (Fig. 1).

Aquesta associació encaixa perfectament dins de l'aliança *Hypericion ericoidis* pròpia de matollars calcaris saxícoles o subrupícoles, desenvolupats sobre els clivells de substrats rocosos com ara lloses calcàries, pròpia dels estatges termo i mesomediterrani. El territori on s'ubica (la serra de les Raboses), des d'un punt de vista biogeogràfic i segons la proposta de sectorització per a la Comunitat Valenciana (Rivas-Martínez, 2007) forma part de la província de vegetació Calalano-Provençal-Balear Rivas Martínez (sector Setabenc), amb un termotipus general per a la zona termomediterrània, i un ombroclima dominant sec (Costa & Peris, 1984; Roselló, 1994; Rivas-Martínez, 2007).

Atesa la seua composició florística, amb l'associació que presenta major afinitat és amb la *Thymo piperellae-Hypericetum ericoidis* Costa, Peris & Stübing in Costa & Peris 1985, localitzada als estatges termo i mesomediterrani, fins ara l'única associació descrita dins d'aquesta aliança per al sector Setabenc. La nova associació que es proposa se'n diferencia per la presència d'endemismes d'àrea més o menys restringida, sobretot *Teucrium*

*roselloi* Peris et al., però també *Centaurea resupinata* susp. *virens* Ferrer et al., *Dianthus saetabensis* Rouy subsp. *saetabensis*, *Satureja obovata* subsp. *valentina* (G. López) M.B. Crespo). La presència ací de *Thymus piperella* és esporàdica i ocasional (inv. 5), mai constant com ara al *Thymo-Hypericetum*, i per tant cal interpretar-la com a espècie transgressiva però no característica, que no apareix a les zones més altes de la serra, tot i que pot introduir-s'hi en cas que hi haja matollar circumdant de *Rosmarino-Ericion* (Taula 1, inv. 5). Encara que comparteixen una ecologia i tipus d'hàbitat ben pareguts, així com alguns elements florístics com *Hypericum ericoides*, *Satureja valentina* (al pis termomediterrani), *Jasione glutinosa* s.l., *Fumana ericoides*, etc., *Thymo-Hypericetum* presenta un seguici florístic diferent, on destaca la presència d'*Erica terminalis* i *Satureja intricata* (en el pis mesomediterrani), a més de *Sideritis sericea* (localment parlant, a les muntanyes de Bicorp). Cal encara afegir algun darrer matís diferencial, com ara que *Thymo piperellae-Hypericetum ericoidis* és una associació de perfil sec-subhúmid, mentre que *Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis* ho és estrictament seca.

Degut a les seues afinitats ecològiques i als contactes amb altres comunitats locals, *Teucro-Hypericetum* porta certa càrrega d'espècies pròpies d'*Asplenietalia petrarchae* (destaca *Rhamnus borgiae*), *Pistacio-Rhamnetalia*, *Lygeo-Stipetea*, etc., especialment als indrets on s'acumulen grans bosses de terra i en clivells de roca amples entre el pedruscar del territori, seguint la topografia particular del terreny; així com certes espècies crassicaules del *Sedetum micrantho-sediformis* O. Bolòs & Masalles in O. Bolòs 1981, de *Sedo-Scleranthetea* (vegeu Taula 1).

## Esquema sintaxonòmic

Cl. *Rosmarinetea officinalis* (Br.-Bl. 1947) Gaultier 1989  
Or. *Rosmarinetalia officinalis* Br.-Bl. ex Molinier 1934  
Al. *Hypericion ericoidis* Esteve ex Costa & Peris 1985  
Ass. ***Teucro roselloi-Hypericetum ericoidis*** A. Guillén,  
R. Roselló, P.P. Ferrer & J.B. Peris, **ass. nova.**

## Bibliografia

- Braun-Blanquet, J. 1979.** Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. 820 pp. Ediciones Blume, Madrid.
- Costa, M., Peris, J.B. 1984.** Aportación al conocimiento fitosociológico de las sierras del Boquerón y Palomera (Valencia-Albacete): Los matorrales. *Lazaroa* 6: 81-103



- Crespo, M.B. 1999.** Novedades sintaxonómicas y nomenclaturales en matorrales seriales valencianos del Orden Rosmarinetalia Br.-Bl. ex Molinier 1934. Acta Botánica Malacitana 24: 208-220.
- Folch i Guillèn, R. 1981.** La vegetació dels Països Catalans. 513 pp. Institutió Catalana d'Història Natural. Ed. Ketres. Barcelona.
- Mateo, G. & Crespo M.B. 2014.** Claves ilustradas de la Flora Valenciana. 501 pp. Monografías de Flora Montiberica, 6. Jolube. Jaca.
- Rivas-Martínez, S. 1987.** Nociones de Fitosociología, Bioclimatología y Biogeografía. In M. Peinado & S. Rivas-Martínez (Ed.). La vegetación de España: 19-45. Servicio Publicaciones de la Universidad. Alcalá de Henares.
- Rivas-Martínez, S. 2007.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte 1. Itinera Geobotanica 17: 5-435.
- Rivas-Martínez, S. 2011a.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte II(1). Itinera Geobotanica 18(1): 5-424.
- Rivas-Martínez, S. 2011b.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte II(2). Itinera Geobotanica 18(2): 425-800.
- Rivas-Martínez, S., F. Fernández González & J. Loidi 1999.** Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level. Itinera Geobotanica 13: 353-451.
- Rivas-Martínez, S., F. Fernández González, J. Loidi, M. Lousá & A. Penas 2001.** Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobotanica 14: 5-341.
- Rivas-Martínez, S., T.E. Díaz, F. Fernández González, J. Izco, J. Loidi, M. Lousá & A. Penas 2002a.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. Itinera Geobotanica. 15(1): 5-432.
- Rivas-Martínez, S., T.E. Díaz, F. Fernández González, J. Izco, J. Loidi, M. Lousá & A. Penas 2002b.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part II. Itinera Geobotanica. 15(2): 433-922.
- Roselló, R. 1994.** Catálogo florístico y vegetación de la comarca natural del Alto Mijares. Diputació de Castelló. Castelló de la Plana.
- Stübing, G., J. B. Peris, S. Cirujano, J. T. Corbín, J. Martín, R. Morales & R. Roselló 1999.** Elaboración del programa de conservación de especies amenazadas de los géneros *Teucrium* y *Satureja* en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente. València.
- Mateo, G. & Crespo M.B. 2014.** Claves ilustradas de la Flora Valenciana. 501 pp. Monografías de Flora Montiberica, 6. Jolube. Jaca.

# Una nova associació ruderal-nitròfila, *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti* ass. nov. (*Chenopodium muralis*), per a la plana quaternària valenciana (València, Espanya)

Juan R. Vázquez<sup>1</sup>, Albert Guillén<sup>1</sup>, Roberto Roselló<sup>1</sup>, P. Pablo Ferrer-Gallego<sup>2\*</sup> & Juan B. Peris<sup>1</sup>

1. Departament de Botànica, Facultat de Farmàcia, Universitat de València. Av. Vicent Andrés Estellés, s/n. E-46100 Burjassot (València).

2. Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000. CIEF (Centre per a la Investigació i Experimentació Forestal). Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. Av. Comarques del País Valencià, 114, 46930 Quart de Poblet, València).

\*autor per a la correspondència: flora.cief@gav.es

Es descriu una associació nitròfila nova *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti*, amb dues subassociacions noves per a la Comunitat Valenciana (Espanya).

Paraules clau: Comunitat Valenciana, fitosociologia, neòfits, sintaxonomia

## A new ruderal-nitrophilous association, *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti* ass. nov. (*Chenopodium muralis*), for the Valencian Quaternary plain (Valencia, Spain)

A new nitrophilous association *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti*, with two new sub-associations are described for the Valencian Community (Spain).

Keywords: Valencian Community, phytosociology, neophytes, syntaxonomy

L'estudi i coneixement fitosociològic de la vegetació ruderal-viària, tot i haver incitat l'interès de nombrosos botànics (Rivas-Martínez, 1977), encara presenta llacunes i no ens és completament coneguda, malgrat haver-se desenvolupat un esquema sintaxomídic sòlid, com reflecteixen els diversos sintàxons actualment reconeguts dins d'aquest tipus de vegetació, que afecten la península Ibèrica i les illes Balears (Rivas-Martínez et al., 1999, 2001, 2002a, 2002b).

Pel que fa al territori valencià hi ha hagut diverses aportacions de botànics valencians en aquesta matèria (Carretero, 1994, 2004; Carretero & Aguilera, 1994, 1995; Vázquez, 2021), sense que es pugui dir que els esquemes estiguen tancats definitivament, no per omissions o deficiències de la investigació, sinó simplement degut als canvis naturals propis de la dinàmica de les comunitats vegetals, especialment ràpids quan es tracta de certs tipus de vegetació nitròfila inestable, com ara la que ací és objecte d'estudi, que fa que les poblacions i comunitats constituïdes per certes espècies nitròfiles vagen canviant amb el pas dels anys. Potser siga a la plana quaternària litoral

valenciana on aquest tipus de vegetació assoleix una difusió i extensió majors, com a conseqüència de l'altíssima densitat de població i l'elevada pressió urbanística i industrial existents, que en definitiva comporten un progressiu abandó de l'agricultura i de l'ús tradicional del territori que condueixen, tot plegat, a la ruderalització de grans extensions de terreny. Recentment un de nosaltres (Vázquez, 2021) ha establert per a aquesta zona una nova associació ruderal arvense i subnitròfila, *Galio aparines-Sinapisetum mairei* Vázquez 2021.

Precisament és seguint aquesta mateixa línia d'investigació, que es vol ací completar la descripció fitosociològica de què es disposa actualment, per a la qual cosa es formula i proposa una altra nova associació ruderal nitròfila, en aquesta ocasió de fenologia autumnal hivernal: *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti* ass. nov. (*Chenopodium muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936, *Chenopodiotalia muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 em. Rivas-Martínez 1977, *Chenopodio-Stellarietea* Rivas Goday 1956).

L'armoll verd (*Atriplex suberecta* I. Verd.) (Fig. 1) és oriünd d' Austràlia i Tasmània, però s'ha naturalitzat en amplis territoris dels dos hemisferis. A l'hemisferi sud s'han detectat poblacions al sud d'Àfrica (Zimbàbue, província del Cap i Namíbia), Sud-amèrica (Argentina, Xile, Bolívia i Paraguai); fins i tot ha estat citat de l'illa de Santa Elena, a l'Atlàntic sud. D'altra banda a l'hemisferi nord, es coneix de Nord-amèrica (zona de la Costa Pacífica dels Estats Units d'Amèrica i Mèxic, especialment a l'alta i baixa Califòrnia), de la zona sud-atlànica de Mèxic, (fins i tot s'ha citat de la vall de la capital, ciutat de Mèxic) i aplega fins les illes pacífiques de l'arxipèleg de Hawaii. Del territori eurasiàtic i nord-africà, ha estat citat de zones de la conca mediterrània occidental, el Marroc (Molero & Montserrat, 2006), i est de la península Ibèrica. De la mediterrània oriental, ha estat citat a Xipre, Israel, Palestina, Egipte (Sinaí) i península Aràbiga, així com també de les illes orientals de l'arxipèleg canari. De fet en l'actualitat se la considera una espècie subcosmopolita, primocolonitzadora i invasora.

De la península Ibèrica, les primeres citacions



FIGURA 1. L'armoll verd *Atriplex suberecta* I. Verd.

(Castroviejo, 1987) foren per al sud-est ibèric (Oriola i Alacant). Posteriorment es va indicar la seua presència a València (Carretero, 1992) i Múrcia (Robledo et al., 1996), i s'ha ampliat la seua distribució a Andalusia oriental: Jaén i Granada (Fuentes et al., 2021).

## Material i mètodes

S'han aïllat inventaris als voltants de diverses poblacions valencianes ubicades a la franja litoral quaternària (pertanyents a les comarques de l'Horta Nord i Camp de Morvedre) mitjançant la metodologia sigmatista clàssica de l'escola de Zuric-Montpeller, i s'han seguit les indicacions dels manuals sobre la matèria (Braun-Blanquet, 1979; Rivas-Martínez, 1987). Els inventaris s'han integrat en una taula fitosociològica en la qual les espècies són citades sempre de forma binària, i per tant per a les subespècies i/o varietats s'omet l'epítet específic. Per a la sinopsi sintaxonòmica s'ha seguit el criteri de Rivas-Martínez (1977), Rivas-Martínez et al. (1999, 2001, 2002a, 2002b), Rivas-Martínez (2007, 2011a, 2011b) i Vázquez (2021). Per a la nomenclatura de les plantes s'ha seguit el manual de flora valenciana de Mateo & Crespo (2014). Tots els inventaris de la taula han estat realitzats en ecòtops suburbans, ruderal-nitròfils, com ara descampats, runes i talussos ruderalitzats.

Per a la realització del treball s'ha revisat bibliografia bàsica i recent sobre la classe *Chenopodio-Stellarietea* (Rivas-Martínez et al., 1999, 2001, 2002a, 2002b; Vázquez, 2021). D'especial interès ha sigut la consulta sobre la corologia a escala mundial del neòfit australià *Atriplex suberecta* (sobretot a partir de las fitxes publicades a Internet per diverses institucions botàniques), degut a que es tracta d'una espècie dominant als inventaris i a la taula fitosociològica; tanmateix s'han revisat les citacions d'aquesta espècie dins de l'àrea mediterrània, i en especial aquelles que corresponen a localitats ibèriques.

## Resultats

S'ha confeccionat una taula fitosociològica a partir dels inventaris de vegetació dels nínxols suburbans explorats. La taula evidencia que aquesta comunitat es tracta d'un herbassar ruderal-nitròfil d'òptim tardorenc-hivernal, compost fonamentalment per teròfits, a més d'algun hemicriptòfit, que encaixen perfectament dins de l'aliança *Chenopodion muralis*, i que proposem com a novetat:

***Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti*** J.R. Vázquez, R. Roselló, P.P. Ferrer & J.B. Peris, **ass. nov.**  
(Taula 1; inventaris 1-12. Holosintipus inventari nº 2)  
(Fig. 2).

L'espècie dominant en tots els inventaris de l'associació és l'armoll verd (*Atriplex suberecta*), acompanyat d'altres espècies d'apetències similars, especialment la bleada (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), la malva (*Malva parviflora* L.) i diversos blets (*Chenopodium murale* L. i *Ch. album* L.). Proposem, a més, dues subassociacions noves: d'una banda: subass. *dittrichietosum viscosae* (subass. nov., holosintipus inventari 9, Taula 1), de contacte amb el *Dittrichio viscosae-Pipthateretum miliaceae* O. Bolòs 1957 nom. mut. Gómez 2011, pròpia de sòls alterats i remoguts, i d'altra part la subass. *sinapisetosum mairei* (subass. nov., inventaris 10-12, holosintipus inv. 12, Taula 1) (Fig. 3) de contacte amb l'associació *Galio aparines-Sinapisetum mairei* Vázquez 2021, pròpia també d'hàbitats ruderalitzats però subnitròfils, caracteritzada per la mostassa de camp (*Sinapis alba* subsp. *mairei*

(H. Lindb.) Maire), de fenologia òptima centrada més a prop de finals de l'hivern.

Des del punt de vista biogeogràfic i conforme amb la proposta de sectorització per a la Comunitat Valenciana (Rivas-Martínez, 2007), el territori prospectat s'ubica en la província de vegetació Catalano-Provençal-Balear (sector Valencià-Tarraconí), dins del termotip termomediterrani amb ombroclima dominant sec (Rivas-Martínez, 2007). Amb les dades actuals cal situar-la dins del domini climàtic de la sèrie edafo-higròfila de l'omeda *Hedero helices-Ulmeto minoris* O. Bolòs 1979 *sigmetum*, on representa una de les seues darreres etapes degradatives.

Tot apunta que aquesta comunitat s'ha establert recentment al territori estudiat, i que eixa presència caldria explicar-la gràcies als diversos mecanismes de diàspora de l'armoll verd (*Atriplex suberecta*), ja que es pensa que l'expansió a grans distàncies que li permet aplegar a territoris allunyats és accidental (per contaminació de sòls i àrids de diversa índole), però una volta introduït es dispersaria a distàncies curtes



**FIGURA 2.** Aspecte de la comunitat d'armoll verd i bleada *Beto-Atriplicetum suberecti*.

*Beto-Atriplicetum suberecti* association

| Número d'inventari                        | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Localització UTM (30SYJ)                  | 2779    | 2679    | 2679    | 2679    | 2679    | 3588    | 2480    | 2480    | 2480    | 2880    | 2880    | 2880    |
| Altitud (msm)                             | 18      | 19      | 19      | 20      | 23      | 2       | 32      | 31      | 31      | 15      | 16      | 15      |
| Recobriment (%)                           | 90      | 100     | 100     | 90      | 90      | 90      | 70      | 70      | 100     | 90      | 80      | 100     |
| Superfície estudiada (m2)                 | 20      | 30      | 20      | 10      | 5       | 5       | 10      | 20      | 10      | 30      | 10      | 40      |
| Data (mes/any)                            | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 | 12/2021 |
| Característiques d'associació i d'aliança |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Atriplex suberecta</i>                 | 4       | 5       | 5       | 4       | 2       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 4       |
| <i>Beta vulgaris</i>                      | +       | 1       | 2       |         | 2       | 2       |         | +       | 1       | 1       | 1       | 2       |
| <i>Malva parviflora</i>                   | 1       | 1       |         | +       |         | 1       | 1       |         | +       | 1       | +       | 1       |
| <i>Salsola kali</i>                       | 2       |         | +       |         | 1       |         | +       | 2       | +       | 1       | +       | 1       |
| <i>Chenopodium murale</i>                 | 1       | 1       | 2       |         |         |         |         |         |         | 2       |         | 1       |
| <i>Emex spinosa</i>                       | 1       |         | 1       |         |         |         |         |         |         | 1       | 2       | 1       |
| <i>Bassia scoparia</i>                    | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Diferencials de subassociació             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Foeniculum piperitum</i>               |         |         |         |         |         |         |         |         | 2       |         |         |         |
| <i>Dittrichia viscosa</i>                 |         |         |         |         |         |         |         |         | +       |         |         |         |
| <i>Sinapis mairei</i>                     |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 1       | +       | 2       |
| Característiques d'unitats superiors      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Piptatherum miliaceum</i>              | 1       | +       | 1       | 2       | +       | 1       |         | 2       | 3       | 2       | 2       | 1       |
| <i>Sonchus tenerrimus</i>                 | 1       | 1       | +       | 2       | +       | 1       | +       | +       | 1       | +       | 1       | 1       |
| <i>Diplotaxis erucoides</i>               | 1       | 1       | +       | 2       | +       |         | 2       |         | +       | +       | +       | +       |
| <i>Chenopodium album</i>                  | 1       |         | +       |         | 1       |         |         | 1       | +       |         |         |         |
| <i>Conyza bonariensis</i>                 | +       | +       |         |         |         |         | +       | +       | +       |         |         |         |
| <i>Erodium malacoides</i>                 |         | +       |         |         | 1       | +       |         |         | +       |         | 1       | 1       |
| <i>Amaranthus viridis</i>                 | +       | +       | +       |         |         |         |         |         | +       |         |         |         |
| <i>Asphodelus fistulosus</i>              | 2       |         |         |         |         | 1       |         |         |         |         | +       |         |
| <i>Calendula arvensis</i>                 | 1       |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         | +       |
| <i>Sisymbrium irio</i>                    |         |         |         |         | 1       |         | +       |         |         |         |         |         |
| <i>Solanum nigrum</i>                     | +       |         |         |         |         |         |         |         | +       |         |         |         |
| <i>Amaranthus retroflexus</i>             | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Sonchus oleraceus</i>                  |         |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Plantago lanceolata</i>                |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Companyes                                 |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Echium granatense</i>                  |         |         |         |         |         |         | +       | 2       | 2       | +       | +       | +       |
| <i>Euphorbia terracina</i>                |         |         |         |         | +       |         |         | 1       | +       | +       | +       | 1       |
| <i>Symphyotrichum squamatum</i>           | 1       |         | +       | 2       |         | 1       |         | 1       |         |         |         |         |
| <i>Lepidium graminifolium</i>             | +       |         |         |         |         |         |         | 2       | +       |         |         |         |
| <i>Carrichtera annua</i>                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 2       | +       | 1       |
| <i>Cynodon dactylon</i>                   | 1       |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Cyperus rotundus</i>                   |         | 1       |         |         |         |         |         |         |         |         | 1       |         |
| <i>Anacyclus clavatus</i>                 |         |         |         |         |         |         | +       |         | +       |         |         |         |
| <i>Oxalis pes-caprae</i>                  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | +       | +       |
| <i>Amaranthus albus</i>                   | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Portulaca oleracea</i>                 |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Polygonum rurivagum</i>                |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Plantago lanceolata</i>                |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Convolvulus althaeoides</i>            |         |         |         |         | 2       |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Sonchus oleraceus</i>                  |         |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |         |         |
| <i>Plantago coronopus</i>                 |         |         |         |         |         | 2       |         |         |         |         |         |         |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i>            |         |         |         |         |         |         | 1       |         |         |         |         |         |
| <i>Medicago lupulina</i>                  |         |         |         |         |         |         | +       |         |         |         |         |         |
| <i>Nicotiana glauca</i>                   |         |         |         |         |         |         |         | 1       |         |         |         |         |

**TAULA 1.** *Beto vulgaris*-*Atriplicetum suberecti* J.R.Vázquez, R. Roselló, P.P. Ferrer & J.B. Peris, ass. nova. Aliança: *Chenopodium muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936. Ordre: *Chenopodietalia muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 em. Rivas-Martínez 1977. Subclasse: *Chenopodio-Stellarienea* Rivas Goday 1956. Classe: *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preisling ex von Rochow 1951. Procedència dels inventaris: 1-4 Foisos: solars de les rodalies del Centre de Majors; 5 Vinalesa: solar de les rodalies de l'ambulatori; 6 Sagunt: vora d'una séquia de la Marjal dels Moros; 7-9 Alfara del Patriarca: solars de les rodalies del convent de San Diego; 10-12: Albalat dels Sorells, solars de la Macària.

mitjançant un mecanisme d'exozoocòria, atés que els seus fruits s'enganxen al pelatge de gossos i rossegadors, com també a la roba dels humans, essent així fàcilment transportats. No debades als descampats inventariats hi ha gran quantitat de dejeccions de gossos, la qual cosa relaciona la presència del neòfit amb la dels animals esmentats. També hem observat el fàcil despreniment dels fruits de la planta una volta s'han secat, un mecanisme d'anemocòria passiva que explicaria la gran capacitat de diàspora i primocolonitzadora de l'armoll verd, i el seu comportament agressiu com a espècie invasora. Ja comentava Rivas-Martínez (1977) la complexitat, enrevessament i dificultat que comporta l'estudi d'aquests tipus de vegetació ruderal nitròfila, per la gran abundància i mobilitat de les espècies cosmopolites i ubiqüistes que la conformen. Precisament en els solars d'aquest mateix territori on s'ha detectat la nova associació, també es pot trobar una altra comunitat ruderal nitròfila, *Chenopodio albi-Bassietum scopariae* (Peris & Esteso) Carretero & Aguilera 1995 em. nom., caracteritzada per la presència

i dominància del neòfit d'origen pòntic, el mirambell (*Bassia scoparia* (L.) Voss.).

**Esquema sintaxonòmic** (per als sintaxons citats en el text)

Cl. *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohemeyer & Preisling ex von Rochow 1951

Subcl. *Chenopodio-Stellarienea* Rivas Goday 1956

Or. *Chenopodietalia muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 em. Rivas-Martínez 1977

Al. *Chenopodion muralis* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936

Ass. *Beto vulgaris-Atriplicetum suberecti* ass. nov. Vázquez, Roselló, P.P. Ferrer & Peris

subass. *atriplicetosum suberecti* typica

**subass. *dittrichetosum viscosae* nova**

**subass. *sinapisetosum mairei* nova**

Ass. *Chenopodio albi-Bassietum scopariae* (Peris & Esteso) Carretero & Aguilera 1995 em. nom.

Or. *Sisymbrietalia officinalis* J. Tüxen in Lohemeyer & al. 1962 em. Rivas-Martínez, Bascones, T.E. Díaz



**FIGURA 3.** La subassociació *Beto-Atriplicetum suberecti sinapisetosum mairei*.

*Beto-Atriplicetum suberectii sinapisetosum mairei* sub-association.

Fernández, González & Loidi 1991

Al. *Hordeion leporini* Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Wallas 1936 corr. O. Bolòs 1962

As. *Galio aparines-Sinapisetum mairei* Vázquez 2021 em. Vázquez, Roselló, P.P. Ferrer & Peris 2022

Cl. *Lygeo-Stipetea* Rivas-Martínez 1977

Or. *Hyparrhenietalia hirtae* Rivas-Martínez 1977

Al. *Bromo-Oryzopsision miliaceae* O. Bolòs 1970

As. *Dittrichio viscossae-Piptatheretum miliaceae* O. Bolòs 1957 nom. mut. Gómez 2011

## Bibliografía

**African Plant Database (version 3.4.0).** Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève and South African National Biodiversity Institute, Pretoria, Consultat el 26 de desembre de 2021, de <http://africanplantdatabase.ch>.

**Bolòs, O. 1957.** De vegetazione valentina I. Collectanea Botanica (Barcelona), 5(2): 527-596.

**Braun-Blanquet, J. 1979.** Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. 820 pp. Ediciones Blume. Madrid.

**Calflora Information on California plants for education, research and conservation.** [web application]. Berkeley, California: The Calflora Database. Disponible en: <https://www.calflora.org/> Consultat el 26 de desembre de 2021.

**Carretero, J. 1992.** Fragmenta Chorologica Occidentalia 4251-4256. Anales del Jardín Botánico de Madrid, 50(1): 105.

**Carretero, J. L. 1994.** Las comunidades vegetales de *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis* y *Aster squamatus* en España. Ecología nº 8; pág. 193-202. ICONA. Madrid.

**Carretero, J. L. 2004.** Flora arvensis española; las malas hierbas de los cultivos españoles. 754 pp. Phytoma, DL. València.

**Carretero, J. L. & Aguilera, A. 1994.** Seminario internacional sobre la Huerta de Valencia. Palau de la Música de Valencia. Valencia del 28 al 30 de Abril de 1993. Coord. Pedro Salvador Palomo. València.

**Carretero, J. L. & Aguilera, A. 1995.** Flora y vegetación nitrófilas del término municipal de Valencia. Ajuntament de València. València

**Castroviejo, S. 1987.** Notas sobre *Atriplex* L. ibéricas. Anales del Jardín Botánico de Madrid, 43(2): 474-476.

**Danin, A. & O. Fragman-Sapir. 2016.** Flora of Israel Online. <https://flora.org.il/en/ATRSUB/>. Consultat el 26 de desembre de 2021.

**Florabase—the Western Australian Flora. Department of Biodiversity, Conservation and Attractions.** <https://florabase.dpaw.wa.gov.au/> Consultat el 26 de desembre de 2021.

**Fuentes, J., García, J. M. & Vilchez, J. 2021.** Flora vascular de Andalucía. *Atriplex suberecta* Verdoorn. <https://www.florandalucia.es/index.php/atripdex-suberecta>. Consultat el 27 de desembre de 2021.

**GBIF Secretariat:** GBIF Backbone Taxonomy. <https://doi.org/>

[g/10.15468/39omei](https://doi.org/10.15468/39omei). *Atriplex suberecta* Verd. Accedit via <https://www.gbif.org/species/3083771> el 26 de desembre de 2021.

**Gómez, J. 2011.** Aportaciones al estudio de la flora y vegetación del extremo NE de la provincia de Albacete y zonas adyacentes de la provincia de Valencia (España). 1024 pp. Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”. Excm. Diputación de Albacete. Albacete.

**Hyde, M.A., Wursten, B.T., Ballings, P. & Coates Palgrave, M. 2022.** Flora of Zimbabwe: Species information: *Atriplex suberecta*. [https://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/species.php?species\\_id=122040](https://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/species.php?species_id=122040). Consultat el 26 de desembre de 2021.

**Mateo, G. & Crespo, M. B. 2014.** Claves ilustradas para la flora valenciana. 501 pp. Monografías de Flora Montibérica, 6. Jaca.

**Molero, J. & Montserrat, J. M. 2006.** Novedades corológicas y taxonómicas para el catálogo vascular del Norte de Marruecos. Lagascalia, 26: 83-110.

**Rivas-Martínez, S. 1977.** Datos sobre la vegetación nitrófila española. Acta Bot. Malacitana, 3: 159-167.

**Rivas-Martínez, S. 1987.** Nociones de Fitosociología, Bioclimatología y Biogeografía. In: M. Peinado & S. Rivas-Martínez (Ed.). La vegetación de España: 19-45. Servicio Publicaciones de la Universidad. Alcalá de Henares. Alcalá de Henares.

**Rivas-Martínez, S. 2007.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte 1. Itinera Geobotanica, 17: 5-435.

**Rivas-Martínez, S. 2011a.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte II(1). Itinera Geobotanica, 18(1): 5-424.

**Rivas-Martínez, S. 2011b.** Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España (Memoria del mapa de vegetación potencial de España) parte II(2). Itinera Geobotanica, 18(2): 425-800.

**Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F. & Loidi, J. 1999.** Checklist of plant communities of Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands to suballiance level. Itinera Geobotanica, 13: 353-451.

**Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2001.** Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. Itinera Geobotanica, 14: 5-341.

**Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2002a.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part I. Itinera Geobotanica, 15(1): 5-432.

**Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2002b.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Part II. Itinera Geobotanica, 15(2): 433-922.

**Robledo, A., Ríos, S. & Alcaraz-Ariza, F. 1996.** Notas sobre la flora aló-

tona del sureste ibérico (España) II. *Anales de Biología*, 21: 47-54.

**Threatened Species Section 2022.** *Atriplex suberecta* (sprawling salt-bush): Species Management Profile for Tasmania's Threatened Species Link. <https://www.threatenedspecieslink.tas.gov.au/Pages/Atriplex-suberecta.aspx>. Department of Primary Industries, Parks, Water and Environment, Tasmania. Consultat el 26 de desembre de 2021.

**Vázquez, J. R. 2021.** Flora i vegetació de la serra d'Espadà. 702 pp. + CD. Diputació de Castelló. Castelló de la Plana. Fitxes d'*Atriplex suberecta* consultades a Internet.

**Gobierno de Canarias. 2021.** Banco de Datos de Biodiversidad de Ca-

narias. *Atriplex suberecta* I. Verd. <https://www.biodiversidadcanarias.es/biota/especie/F00252>. Consultat el 26 de desembre de 2021.

**POWO. 2021.** Plants of the World Online. *Atriplex suberecta* I. Verd. Facilitat per the Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. Consultat el 27 de desembre de 2021.

**The Plant List 2013.** Version 1.1. *Atriplex suberecta* Verd. Publicat a internet; <http://www.theplantlist.org>. Consultat el 26 de desembre de 2021.

**VicFlora 2022.** Flora of Victoria, Royal Botanic Gardens Victoria, <https://vicflora.rbg.vic.gov.au/flora/taxon/b2ab9f22-a02e-4c14-aa22-731532391b30>. Consultat el 27 de desembre de 2021.



# Estructura i dinàmica del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i comparació amb savinars de l'illa de Mallorca

Josep Pintó<sup>1\*</sup>, Francesc X. Roig-Munar<sup>2</sup>, Carla Garcia-Lozano<sup>1</sup> & Diego Varga<sup>1</sup>

1. Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP). Universitat de Girona. Pl. Ferrater Mora, 1, 17004 Girona.

2. Investigador independent. Consultor ambiental, c/ Carrixaret 18-apt. 6, es Migjorn Gran, Menorca, 07749, illes Balears.

\* Autor corresponent: josep.pinto@udg.edu.

S'ha estudiat la presència de la savina litoral (*Juniperus turbinata* Guss.) al litoral català, la seva distribució geogràfica a una escala de detall, i la comparació de la seva estructura i dinàmica amb els savinars de l'illa de Mallorca (*Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967).

Els savinars litorals mostren preferència pels dipòsits eòlics de sorra, malgrat que es troben individus aïllats també sobre substrats rocosos de calcarenita situats a la vora del mar. Fitosociològicament s'enquadren a l'associació *Juniperetum lyciae*, encara que falten algunes espècies característiques de l'aliança i l'associació. A causa de la intensa urbanització de les zones properes, el savinar costaner suporta una elevada freqüència humana, que provoca la compactació i l'erosió del mantell eòlic que li serveix de substrat, a més de la competència amb espècies com els pins i el llentiscle que posen en risc la seva conservació a mitjà termini.

Paraules clau: savinar litoral, *Juniperus turbinata*, Mediterrània O, costa catalana.

## Structure and dynamics of the coastal savin of Punta de la Creueta (Tarragona) and comparison with some coastal savins from the island of Mallorca

The presence of the coastal savin (*Juniperus turbinata* Guss.) on the Catalan coast, its geographical distribution on a detailed scale and the comparison of its structure and dynamics with some coastal savins (*Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967) from the island of Mallorca have been studied.

Coastal savins show a preference for aeolian deposits of sand, although isolated individuals are also found on rocky calcarenite substrates located on the shore. Phytosociologically, they fit into the *Juniperetum lyciae* association, although some characteristic species of the alliance and association are missing. Due to the intense urbanization of nearby areas, the coastal savin supports a high level of human activity, which causes the compaction and erosion of the aeolian mantle of sand that serves as a substrate, as well as competition with species such as pines and mastic that endangers its conservation in the medium term.

Keywords: coastal juniper, *Juniperus turbinata*, W. Mediterranean, Catalan coast.

El savinar litoral és una comunitat de distribució mediterrània i macaronèsica formada per matolls alts o petits bosquets al límit interior de la platja, sobre dunes i mantells eòlics de sorra que aquesta màquia contribueix a fixar. A les costes peninsulars el savinar està ben representat en diversos punts de la costa andalusa i del litoral meridional portuguès (Cámara et al., 2013), mentre que gairebé ha desaparegut a les costes valenciana i catalana. A les illes Balears el savinar està molt ben representat a la costa de Menorca, a punts del

sud i sud-est de l'illa de Mallorca així com a Eivissa i Formentera. Pel que fa a l'arxipèlag canari, el savinar es distribueix per totes les illes a excepció de Lanzarote i Fuerteventura.

Diversos treballs realitzats des de finals del segle XX fins a començaments del segle actual per part principalment de Boratyńsky et al. (2009), Mazur et al. (2010) i Adams et al. (2013) van establir la diferenciació com a espècies diferents entre la savina de muntanya (*Juniperus phoenicea* L.) i la savina litoral (*J. turbinata*

Guss). Els caràcters utilitzats per a tal diferenciació van ser la presència del taní prodelfinidina a les fulles, la mida del gàbul i el nombre de llavors que conté (Fig. 1). Així es va establir que *J. turbinata* Guss se separava de *J. phoenicea* per l'absència de la prodelfinidina a les fulles i per tenir uns gàbuls més grans però amb un nombre de llavors menor (3-6). Lebreton & Thivend (1981) anteriorment havien identificat el tàxon *J. phoenicea* subsp. *eu-mediterranea* a partir d'exemplars recol·lectats a Sardenya, nom que va ser considerat posteriorment com a sinònim de *J. turbinata* per Farjon (2005) i Adams (2011). Per la seva banda, Mazur et al. (2016) van establir que *J. phoenicea* i *J. turbinata* a més de diferenciar-se clarament per les tres característiques morfològiques comentades, mostren també unes preferències ecològiques diferents: *J. phoenicea* es distribueix només pel sud-oest d'Europa, a la muntanya mitjana, sota climes submediterranis i montans amb precipitacions

de 600 mm anuals o superiors, mentre que *J. turbinata* està àmpliament estesa per tot el litoral mediterrani, en climes mediterranis litorals i amb precipitacions més escasses: entre 400-600 mm. Posteriorment Romo & Salvà-Catarineu (2013) i Salvà-Catarineu et al. (2021) han establert amb precisió els nínxols climàtics que cada espècie ocupa i com aquests podrien veure's afectats per l'escalfament global. Actualment, per tant, el complex *Juniperus phoenicea* es divideix en tres espècies diferents: la savina de muntanya (*J. phoenicea* L.), la savina litoral (*J. turbinata* Guss.) i la savina canària (*J. canariensis* Guyot in Mathou & Guyot).

Pel que fa al savinar com a comunitat inicialment es va classificar dins l'aliança *Oleo-Ceratonion* (Bolòs & Molinier, 1956) prenent com a referència els savinars de les illes de la Mediterrània occidental per posteriorment ser assignada a l'aliança *Juniperion turbinatae* (Rivas-Martínez et al., 2001) dins la qual s'han diferenciat diverses associacions de savinar de marcat caràcter territorial.

A l'illa de Mallorca el savinar de *Juniperus turbinata* no ha tornat a ser estudiat després dels treballs de fitosociologia d'Oriol de Bolòs & René Molinier (1969) a mitjans del segle passat. En canvi sí que s'ha publicat algun treball sobre el cadequer litoral de *J. oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Bañares et al., 2004, De Juan et al., 2015) en les platges des Comú i des Braç, situades a la badia d'Alcúdia. El cadequer litoral és una comunitat que ocupa el mateix hàbitat que el savinar: les dunes semifixades. L'estudi de De Juan et al. tenia per objectiu recollir dades per una gestió que garantís la conservació del cadequer i, conseqüentment, de l'ecosistema dunar. Els resultats van mostrar que el cadequer presentava una evolució lleugerament positiva en ambdós sectors en el període comprès entre el 2004 i el 2014 fruit de les tasques de conservació realitzades, tot i estar les platges sotmeses a una forta freqüentació i al retrocés de la línia de dunes davanteres.

L'àrea de distribució de *Juniperus turbinata* Guss. a la costa catalana és molt reduïda i tot i que el savinar litoral es creu que mai no ha estat molt ben representat, actualment ha gairebé desaparegut i només forma l'hàbitat ben constituït en una única localitat (Punta de la Creueta, Tarragona), on està greument amenaçat per la freqüentació de la línia de costa. A les illes Balears, en canvi, sí que els savinars es troben a molts dels sistemes dunars. En el cas de l'illa de Mallorca els savinars es



FIGURA 1. Detall de les fulles i fruits de *Juniperus turbinata* Guss.

Detail of the leaves and fruits of *Juniperus turbinata* Guss

mantenen a les dunes de la badia d'Alcúdia i als sistemes dunars de la conca de Campos (Fig. 2).

En aquest treball s'ha efectuat un estudi de detall de la distribució de *Juniperus turbinata* a la costa catalana i una comparació de la composició florística, estructura i dinàmica del savinar relict de la Punta de la Creueta amb els savinars de diverses platges de Mallorca.

## Mètodes

### Àrea d'estudi

El savinar de la Punta de la Creueta (Tarragona) se situa en un sector litoral de la costa Daurada situat al nord de la ciutat de Tarragona, entre les platges Llarga i de Tamarit, i de gairebé 4 km de longitud (Fig. 3). Es tracta d'un sector costaner rocós de baixa altura modelat en calcarenites, biomicrites i biorudites del Miocè mitjà-superior (ICGC, 2007). El clima és del tipus mediterrani litoral, amb una temperatura mitjana anual de 16°C i una precipitació anual de 550 mm segons les dades de l'observatori més proper (Aemet, 2021). Entre els penya-segats s'intercalen petites cales de sorra que de nord a sud són: platja de la Mora, cala Becs i cala

Fonda. És una costa eminentment turística on s'ha desenvolupat el nucli de població de la Mora, constituït per una extensa urbanització de baixa densitat. Tant a la platja de Tamarit com a la platja Llarga s'ha permès la instal·lació de càmpings que limiten i ocupen en part el ja de per si disminuït cordó dunar. El savinar objecte d'aquest estudi se situa a l'extrem sud del tram rocós, a la Punta de la Creueta, que colonitza un mantell de sorra remuntant de gènesi eòlica alimentat pels sediments sorrencs procedents de la platja Llarga. Tant el savinar com una estreta faixa de terra que voreja la costa, des de la Punta de la Creueta fins a la platja de Tamarit, formen part de l'Espai d'Interès Natural Tamarit-Punta de la Mora-Costes del Tarragonès, inclòs a la xarxa Natura 2000.

En el cas de l'illa de Mallorca, s'han analitzat els savinars de quatre platges situades a l'est i al sud de l'illa. Les platges de na Patana i Son Real es localitzen a l'extrem sud de la badia d'Alcúdia, un sector de costa baixa sorrenca que es correspon amb el front costaner oriental del pla central mallorquí. Cala Agulla, situada al nord del cap de Capdepera, està modelada en els relleus calcaris més orientals de les serres de Llevant,

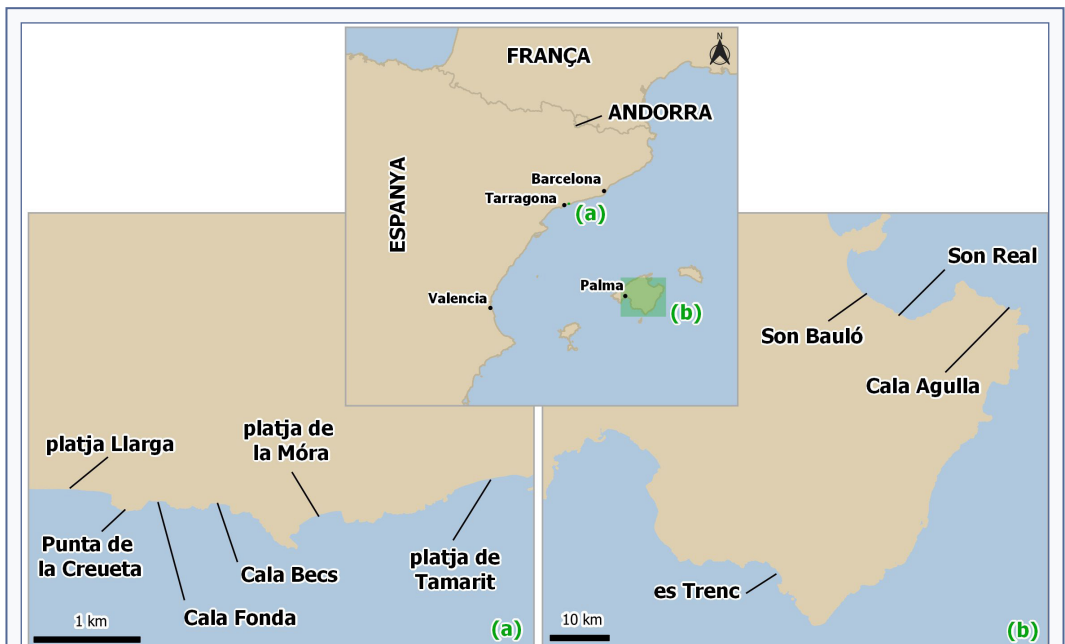


FIGURA 2. Localització de les àrees de estudi

Location of study areas

mentre que la platja des Trenc es localitza al sud de l'illa, a la depressió de la conca de Campos, en un sector de costa baixa on hi ha un cordó litoral associat a un extens sector d'aiguamolls i salines conegut com es Salobrar de Campos. El sistema dunar des Trenc és dels més extensos de les illes Balears.

L'estructura dels sistemes platja-duna de les illes Balears va des de la zona submergida fins a l'emergida, i es pot descriure a partir de cinc sectors descrits per Roig-Munar et al. (2018). Els sistemes dunars es configuren amb una zona mòbil i semiestabilitzada seguida d'una zona dunar estabilitzada. El sòl edàfic augmenta a l'interior, on els processos de deflació del vent són menors, i les morfologies s'estabilitzen per la vegetació arbustiva i arbòria. Hi ha poca aportació de sorra, i això només es produeix durant episodis de forts vents i segons sigui l'estat de desenvolupament del front dunar (Lynch et al., 2010), on sovint la vegetació d'aquestes zones està influenciada per l'acció humana amb finalitats agrícoles. Actualment l'estat dels sistemes dunars a Balears és de caire regressiu, no sols per l'estat de les formes dunars davanteres, sinó pel retrocés de la línia de costa (Martín-Prieto et al., 2018) que afecta a la superfície de platja i a la disponibilitat de sediment disponible per nodrir les formes dunars davanteres, amb l'agreujament de la presència de formes dunars de base (Roig-Munar, 2010).

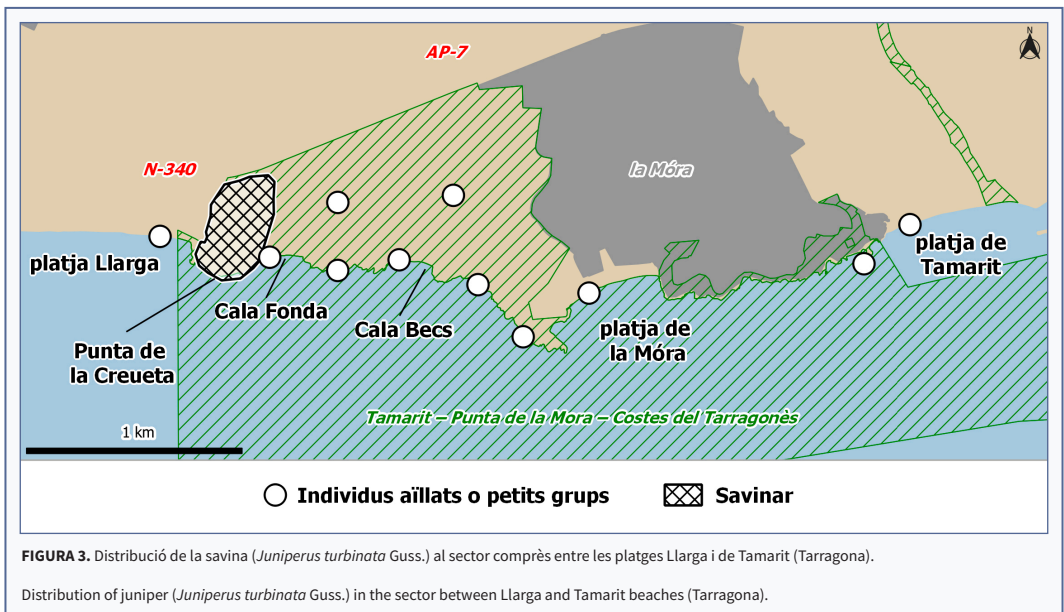
El clima en el sector sud i oriental de Mallorca és mediterrani litoral de tendència semiàrida, amb una temperatura mitjana anual al voltant dels 17°C i una precipitació que no depassa els 400 mm anuals. Totes les platges esmentades estan protegides per la figura Àrea Natural d'Especial Interès (ANEI) i la platja des Trenc forma part, des de 2017, del Parc Natural Marítim Terrestre Es Trenc - Salobrar de Campos”.

## Materials

El treball de camp s'ha efectuat durant els mesos d'abril i maig de 2021 a la Punta de la Creueta (Tarragona) i l'abril del 2022 a les platges de Mallorca.

Per a la cartografia de detall de la presència de la savina es va seguir un transecte paral·lel a la línia de costa des de la platja de Tamarit fins a la platja Llargu seguint el “camí de ronda” el qual transita per la cornisa dels penya-segats i baixa a cada cala. A la zona de la Punta de la Creueta, el savinar està compost per centenars d'exemplars i és aquí on s'han efectuat els inventaris.

Per a l'anàlisi de la composició florística, l'estructura de la comunitat i la seva dinàmica s'han fet un mínim de 10 inventaris de 25 m<sup>2</sup> a cada platja seguint el mètode de Braun-Blanquet. Amb les dades obtingudes s'ha confeccionat una taula sintètica (Taula 1) de la composició florística on s'indica mitjançant números romans



el grau de presència de cada espècie al conjunt dels inventaris segons el criteri següent:

II: espècie present en 20,1 – 40 % dels inventaris.

III: espècie present en 40,1 – 60 % dels inventaris.

IV: espècie present en 60,1 – 80 % dels inventaris.

V: espècie present en 80,1 – 100 % dels inventaris.

No s'han anotat a la llista sintètica les espècies presents en menys del 20 % dels inventaris. En nombres àrabs s'ha indicat l'abundància de l'espècie a la

comunitat, calculada a partir de la mitjana aritmètica de la xifra d'abundància-dominància obtinguda segons el mètode de Braun-Blanquet, aquesta xifra només s'ha representat en els casos en què la mitjana era superior a 1.

També s'ha fet constar, si escau, l'adscripció de les espècies als grups fitocenològics (classe, ordre, aliança, associació) utilitzats en la tipologia fitosociològica de la vegetació (Rivas-Martínez et al, 2002)

| Espècie  | Punta Creueta | Na Patana | Son Real | Es Trenc | Agulla | Característiques d'unitats fitocenològiques |
|--|---------------|-----------|----------|----------|--------|---|
| <i>Pinus halepensis</i>                            | V-4           | IV-2      | III-2    | III-2    | IV-3   | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Juniperus turbinata</i>                         | IV-3          | III-2     | II-2     | IV-3     | III-2  | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Pistacia lentiscus</i>                          | III           | III       | IV       | IV       | III    | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Cistus salvifolius</i>                          | II            | II        | I        |          |        | Cisto-Lavanduletea                          |
| <i>Pinus pinea</i>                                 | II            |           |          |          |        |   |
| <i>Helichrysum stoechas</i> var. <i>maritimum</i>  | II            | II        | II       | I        | I      | Crucianelletalia                            |
| <i>Lotus creticus</i>                              |               | II        | II       | II       | II     | Ammophiletea                                |
| <i>Teucrium dunense</i>                            | I             | II        | II       | II       |        | Crucianellion                               |
| <i>Pancreatium maritimum</i>                       |               | I         | II       | I        | II     | Ammophiletea                                |
| <i>Rosmarinus officinalis</i>                      | I             | I         | I        | I        |        | Rosmarinetea                                |
| <i>Smilax aspera</i>                               | I             | II        | I        |          |        | Quercetea-ilicis                            |
| <i>Eryngium maritimum</i>                          |               | I         | I        |          | I      | Ammophiletalia                              |
| <i>Ononis ramosissima</i>                          | I             |           | I        |          |        | Crucianelletalia                            |
| <i>Phyllirea angustifolia</i>                      |               | I         |          | I        |        | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Erica multiflora</i>                            |               | II        |          |          |        | Rosmarino-Ericion                           |
| <i>Rubia peregrina</i>                             | II            |           |          |          |        | Quercetea-ilicis                            |
| <i>Thymelaea velutina</i>                          |               | II        |          |          |        | Rosmarino-Ericion                           |
| <i>Matthiola sinuata</i>                           |               |           |          | I        |        | Crucianelletalia                            |
| <i>Anthyllis cytisoides</i>                        | I             |           |          |          |        | Rosmarinetea                                |
| <i>Asparagus acutifolius</i>                       | I             |           |          |          |        |   |
| <i>Asparagus horridus</i>                          | I             |           |          |          |        | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Brachypodium retusum</i>                        | I             |           |          |          |        |   |
| <i>Dorycnium hirsutum</i>                          | I             |           |          |          |        |   |
| <i>Halimium halimifolium</i>                       | I             |           |          |          |        | Coremation                                  |
| <i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i> | I             |           |          |          |        | Pistacio-Rhamnetalia                        |
| <i>Ammophila arenaria</i>                          | I             |           |          |          |        | Ammophilion                                 |
| <i>Thymelaea hirsuta</i>                           | I             |           |          |          |        | Rosmarinetea                                |

**TAULA 1.** Taula sintètica de la composició florística del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i de les platges mallorquines de na Patana, Son Real, es Trenc i Agulla.

Taula sintètica de la composició florística del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i de les platges mallorquines de na Patana, Son Real, es Trenc i Agulla.



**FIGURA 4.** Fulles i flors de *Thymelaea velutina*, endemisme de les illes Gimnèsiques.

Leaves and flowers of *Thymelaea velutina*, Gymnesian islands endemism.

## Resultats

En el cas del savinar de la Punta de la Creueta es van trobar exemplars dispersos de savina a tot el transsecte, des de la platja de Tamarit fins a la platja Llarga, tan sobre substrat rocós com en el límit interior d'alguna platja, en contacte amb les comunitats arbustives i arbòries de la sèrie de l'alzinar litoral. Al llarg d'aquest transsecte paral·lel a la línia de costa la savina formava part com a espècie acompanyant de la màquia de llençle que constitueix el marge arbusti de les pinedes litorals, sobretot sobre els penyals i espadats. Només a la Punta de la Creueta la savina passava a ser una de les espècies dominants del paisatge vegetal, tot colonitzant un mantell eòlic de sorra corresponent a una duna grimpadora procedent de la platja Llarga on el savinar adquireix trets de comunitat pròpia (Fig. 3).

En el cas de les platges de Mallorca analitzades el savinar es trobava sempre colonitzant el cordó dunar. Malgrat que sovint es descriu el savinar com una màquia de transició cap a la vegetació forestal i per tant situada a la part més interior de la platja alta, a les platges de Mallorca a causa del retrocés de la costa i de l'erosió de la duna davantera el savinar ocupa una posició força avançada i acompanyada d'espècies pròpies de les dunes mòbils (Fig. 4).

La Taula 1 mostra la composició florística dels savinars analitzats. Destaca en el cas del savinar de la Punta de la Creueta el predomini dels faneròfits i els camèfits

i la pobresa en espècies herbàcies, en contraposició als savinars de Doñana on predominen els tàxons herbàcics (Bejarano et al., 2014). Els savinars analitzats a les platges de Mallorca en canvi destaquen per la presència de diverses espècies psammòfiles, pel fet ja comentat de la seva proximitat als hàbitats dunars quan no per compartir un mateix biotop.

És a sota plena llum del sol on la savina mostra una major vitalitat i un recobriment del sòl superior al 80%, cosa que posa de manifest el seu caràcter heliòfil ja observat anteriorment per altres autors (Asensi et al., 2007). Als llocs on conviu sota un dosser arbori de *Pinus halepensis* i / o *P. pinea* la seva vitalitat i recobriment del sòl disminueixen notablement veient-se perjudicada per la competència amb els pins, fet que segons Sáez et al. (2010) augmenta la seva vulnerabilitat.

Sembla que la savina també mostra una major preferència pel substrat sorrenc dels mantells eòlics ja que la majoria d'individus de l'espècie es troben sobre les dunes, i són gairebé sempre individus aïllats els que s'han trobat colonitzant un substrat més compacte com el constituït per calcarenites.

Pel que fa a la classificació fitosociològica del savinar, la seva composició florística (Taula 1) l'allunya dels savinars del litoral meridional peninsular. Bolòs (1967) va assignar els fragments de savinars de les costes catalanovalencianes a l'associació *Juniperetum lyciae* Molinier 1953, descrita per als savinars provençals, sards i baleàrics, encara que els savinars catalano-valencians no posseeixen espècies característiques de l'associació més allà de *Juniperus turbinata*, que ho seria però territorial. En espera de nous estudis la classificació fitosociològica d'aquest savinar seria la següent:

Classe *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Ordre *Pistacia lentisci-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martínez 1975

Aliança *Juniperion turbinatae* Rivas-Martínez 1975 corr. 1987

Associació *Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967

Des del punt de vista de la dinàmica de la vegetació els savinars estan amenaçats per diversos factors concurrents a l'espai litoral que ocupa. D'una banda, hi ha la competència vegetal natural amb *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *Pistacia lentiscus* i altres arbustos de les màquies litorals que provoquen una disminució de la vitalitat i

la densitat dels individus de savina. De l'altra, l'erosió del mantell de sorra a causa del trepig derivat de l'alta freqüentació humana que suporten les platges, principalment en la temporada turística, facilitant l'acció del vent en la creació de passadissos de deflació eòlica i *blowouts* que impedeixen la colonització vegetal. (Roig-Munar et al., 2018).

La regressió de les poblacions de savina es relaciona amb la distància a la línia de costa com un dels factors més importants que afecten la comunitat vegetal (Ruocco et al., 2014). Tan sols la correcta gestió d'aquestes espais pot afavorir la conservació i la recuperació de les morfologies dunars i les comunitats associades (Roig-Munar et al., 2009). També exerceixen una influència negativa l'abocament de residus deguts a la freqüentació de l'espai i la introducció d'espècies al·lòctones.

En el cas de la comunitat de savines des Trenc aquesta es troba condicionada pel deteriorament del front dunar. La degradació del front dunar es produeix per l'aparició dels *blowouts* que donen lloc a espais

sense vegetació i també per la sobrefreqüentació per part dels visitants, que afecta un hàbitat d'interès comunitari prioritari.

## Discussió i conclusions

La distribució de *Juniperus turbinata* a la costa catalana es concentra en una àrea de poca extensió situada a l'entorn de la ciutat de Tarragona. En aquest sector es poden trobar individus aïllats o petits grups que no arriben a crear un hàbitat propi, excepte a la Punta de la Creueta on es conserva una població de centenars d'individus. A Mallorca *J. turbinata* és una espècie comuna a la majoria de platges, principalment a les que mantenen sistemes dunars amb conservació de formes dunars com seria el cas de les platges analitzades en aquest treball.

A la Punta de la Creueta els savinars més densos es troben formant una orla arbustiva al revers dels penya-segats (Fig. 4), on l'acumulació de sorra no és gaire gruixuda i l'aerosol salí degut a la proximitat al mar limita el creixement de *P. halepensis*, que adopta



**FIGURA 5.** Savinar formant una densa màquia sobre el replà d'un penya-segat a la Punta de la Creueta (Tarragona).

Community of junipers forming a dense maquis on the shoulder of a cliff at Punta de la Creueta (Tarragona).



**FIGURA 6.** A: Platja des Trenc, descalçament de les savines a causa de la morfologia blowout de front de duna. B: Platja des Trenc, erosió del front dunar i desarrelament de les savines situades a la duna davantera. C: Cala Agulla, retrocés de la platja i el front dunar i exposició del savinar situat a la duna davantera. D: Cala Agulla, processos de descalçament de duna que afecta les savines. És un sistema amb un estat regressiu del front dunar. E: Son Bauló, la vegetació es troba just en una zona de transit i s'observa que la duna davantera es troba associada a mantells actius degut a l'erosió del front dunar. F: Son Real presenta un front dunar més estable i la vegetació ocupa la zona interna, sense estar associada a processos de deflació.

**A:** Platja des Trenc, undercutting of the junipers due to the blowout morphology of the dune front. **B:** Platja des Trenc, erosion of the dune front and uprooting of the junipers located in the frontal dune. **C:** Cala Agulla, retreat of the beach and the dune front and exposure of the junipers located in the frontal dune. **D:** Cala Agulla, dune stripping processes that affect junipers. It is a system with a regressive state of the dune front. **E:** Son Bauló, the vegetation is located right in a transit area and it is observed that the foredune is associated with active mantles due to the erosion of the dune front. **F:** Son Real presenta un front dunar més estable i la vegetació ocupa la zona interna, sense estar associada a processos de deflació.



formes condicionades per la dinàmica eòlica. A mesura que el gruix del mantell de sorra i la distància al mar augmenten, disminueix la presència de la savina i els pins formen un estrat arbori gairebé continu.

A les platges mallorquines es dona una situació similar, a la màquia que es forma a la duna semiestabilitzada, el savinar és més dens a la part més propera al mar. Als sectors on la coberta vegetal és més densa i les sorres difícilment són mobilitzades pel vent, la savina perd vitalitat ja que hi tenen entrada altres arbustos alts juntament amb els pins. As Trenc, la línia de costa presenta un estat regressiu i les formes dunars es corresponen amb l'estadi 4, segons la classificació de Hesp (2002), amb un elevat percentatge de morfologies de tipus *blowout*, fet que afecta la conservació de les comunitats de savinar. La cala Agulla presenta unes formes dunars relativament ben conservades, en l'estadi 3 segons Hesp (2002) però amb pocs símptomes d'anar cap a estadis de recuperació (Fig. 5)

La composició florística d'aquests savinars està integrada per espècies majoritàriament procedents dels matolls mediterranis heliòfils i dels alzinars litorals, mentre que hi manquen algunes espècies pròpies de l'aliança fitosociològica en la qual es classifica i que són comunes en el litoral meridional de la península ibèrica. La competència amb *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus* és perjudicial per a la savina, fet que juntament amb l'alta freqüentació humana de l'espai i l'erosió de les formes dunars suposa una amenaça seriosa a la seva conservació en un futur a mitjà termini.

Als factors que condueixen a una disminució de l'àrea ocupada pel savinar cal afegir-hi el fet de la poca habilitat de *J. turbinata* per colonitzar nous llocs, potser pel fet que segons Otto et al (2010), el principal agent dispersor de les llavors de *Juniperus* són algunes espècies de sargantana i només marginalment alguna au. En conseqüència, la majoria de llavors es dispersen al voltant dels individus adults, i les plàntules es veuen beneficiades per la seva presència (Minissale & Scian-drello, 2013) i és incert l'èxit d'una dispersió més llunyan. El resultat de la concurrència dels factors descrits és la disminució de l'àrea ocupada per la savina i l'expansió dels pins i altres espècies procedents de les màquies litorals com *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera* i *Phyllirea angustifolia*.

Un canvi en l'estructura morfològica del sistema platja-duna dels espais analitzats podria tenir efectes

molt negatius sobre la població romanent d'aquesta espècie. És per tant que resulta difícil separar les causes antròpiques de les climàtiques en l'estat actual de les poblacions, tot i que els efectes antròpics adquireixen major rellevància si el sistema presenta regressió.

La presència d'una primera línia de dunes ben desenvolupada es postula com a factor clau per disminuir les taxes de transport de sediment des de la platja emergida cap a l'interior del complex de dunes, afectant a les comunitats vegetals de savinars, tant en sobre-sedimentació com en descalçament. La presència de morfologies *blowout* al llarg de la primera línia de dunes també incrementa la vulnerabilitat de les espècies associades. La topografia derivada d'aquestes morfologies, la forma de corredor, suposa una canalització del flux eòlic i un increment substancial de la velocitat gràcies a la pressió estàtica de la pròpia topografia. Això té conseqüències tant pel transport sedimentari i les taxes d'erosió, generant alts índexs de transport de sediment que, procedent de la platja alta i la primera línia de dunes. Per tot això, és molt important que existeixi una primera línia de dunes ben conservada en els sistemes platja-duna, ja que ajudarà que els patrons d'erosió disminueixin des de la platja cap al interior.

Les diferències principals entre el savinar de la Punta de la Creueta i els savinars de les platges mallorquines estudiades estan en l'estructura de la comunitat i en la composició florística. Si es comparen els inventaris efectuats en posicions topogràfiques similars, s'observa que a la Punta de la Creueta a la màquia que voreja la massa forestal i ocupa una posició més externa, les savines formen grans claps i amb un recobriment del sòl molt alt, mentre que a les platges de Mallorca, les savines no presenten un recobriment del sòl tan elevat ja que es tracta generalment d'individus aïllats.

Pel que fa a la composició florística, aquesta es troba influïda per les característiques del substrat on es desenvolupa la comunitat. A la Punta de la Creueta el savinar ha colonitzat un mantell eòlic de sorra fixada on predominen les espècies del *Quercon ilicis*, mentre que a les platges de Mallorca les savines es troben sobre cordons dunars actius, tant sobre sorres semifixades de la rereduna, com en posicions més avançades de la duna davantera, fet que condiciona una elevada presència d'espècies psammòfiles.

## Agraïments

Els autors volen agrair els comentaris i suggeriments d'en Llorenç Sáez i un altre revisor anònim que han ajudat a millorar el text original. Aquest treball s'ha realitzat gràcies al finançament atorgat pel Ministeri de Ciència i Innovació i els fons FEDER al projecte "Gestió integrada de la zona costanera 2.0: Eines per implementar l'enfocament ecosistèmic a la gestió de platges", Referència: RTI2018-095677-B-1

## Bibliografia

- Adams, R. P. 2011.** The Junipers of the world: The genus *Juniperus*. Victoria BC: Trafford.
- Adams, R. P., Boratinsky, A., Arista, M., Schwarzbach, A. E., Leschner, H., Liber, Z., Minissale, P., Mataraci, T. & Manolis, A. 2013.** Analysis of *Juniperus phoenicea* from throughout its range in the Mediterranean using DNA sequence data from nrDNA and pet-NpsbM: The case for the recognition of *J. turbinata* Guss. *Phytologia*, 95: 202–209.
- Aemet 2021: Servicios climáticos. Datos climatológicos.** [www.aemet.es](http://www.aemet.es) (consulta el 15/10/2021).
- Asensi, A., Díez-Garretas, B. & Quézel, P. 2007.** Plant communities of *Juniperus turbinata* Guss. subsp. *turbinata* in the Mediterranean region. A biogeographical, bioclimatical and syntaxonomical survey. *Phytocoenologia*, 37 (3-4): 599-623.
- Bañares, Á., Blanca, G., Guemes, J., Moreno, J., & Ortiz, S. (Eds.). 2004.** Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N. Madrid.
- Bejarano, R., Romo, A. & Salvà, M. 2014.** Fitodiversidad del sabinar de *Juniperus turbinata* Guss. del Parque Nacional de Doñana, en Cámara, R., Rodríguez, B. y Muriel, J.L. (eds.). Biogeografía de sistemas litorales. Dinámica y conservación, 193-196. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Bolòs, O. 1967.** Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Vol. XXXVIII, 1. Barcelona.
- Bolòs, O. & Molinier, R. 1956.** Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collectanea Botanica*, V(1): 699-866.
- Bolòs, O. & Molinier, R. 1969.** Vue d'ensemble de la végétation des Îles Baléares. *Vegetatio*, Vol. 17 (1): 251-270. Springer.
- Boratynski, A., Lewandowski, A., Boratynska, K., Montserrat, J. M. & Romo, A. 2009.** High level of genetic differentiation of *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) in the Mediterranean region: Geographic implications. *Plant Systematics and Evolution*, 277: 163–172.
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F. & Borja, C. 2013.** Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (MIFC) (II): estudio de los sabinars de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España). *Estudios Geográficos*, Vol. LXXIV, 274: 89-114.
- De Juan, C., Rico, L. & Traveset, A. 2015.** Estado de conservación de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* en el frente dunar de la bahía de Alcúdia, en el norte de Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 58: 193-203.
- Farjon, A. 2005.** A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Kew: Royal Botanical Gardens.
- Hesp, P. A. 2002.** Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology, and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya) 2007.** Base de dades geològiques 1:50.000. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Lebreton, P. & Thivend, S. 1981.** Sur une sous-espece du genévrier de phénicie *Juniperus phoenicea* L. définie a partir de criteres biochimiques. *Naturalia Mospeliensia*, ser. Bot., 47: 1-12.
- Lynch, K., J. & Cooper, J.A. 2010.** Coastal foredune topography as a control on secondary airflow regimes under offshore winds. *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (3): 344-353. DOI: 10.1002/esp.1925
- Martín Prieto, J. Á., Roig Munar, F. X., Rodríguez Perea, A., Pons, G. X., Mir Gual, M., & Gelabert, B. 2018.** Análisis de la evolución histórica de la línea de costa de la playa de es Trenc (S. de Mallorca): causas y consecuencias. *GeoFocus (Artículos)*, 21: 187-214.
- Mazur, M., Klajbor, K., Kielich, M., Sowiniska, M., Romo, A., Montserrat, J. M. & Boratynski, A. 2010.** Intra-specific differentiation of *Juniperus phoenicea* in the western Mediterranean region revealed in morphological multivariate analysis. *Dendrobiology*, 63: 21-31.
- Mazur, M., Minissale, P., Sciadrello, S., & Boratynski, A. 2016.** Morphological and ecological comparison of populations of *Juniperus turbinata* Guss. and *J. phoenicea* L. from the Mediterranean region. *Plant Biosystems*, 150: 313–322.
- Minissale P. & Sciadrello, S. 2013.** A relic wood of *Juniperus turbinata* Guss. (Cupressaceae) in Sicily: Structural and ecological features, conservation perspectives. *Plant Biosystems*, 147, 145–157.
- Otto, R., Krüsi, B. O., Delgado, J. D., Fernández-Palacios, J. M., García del Rey, E. & Arévalo, J. R. 2010.** Regeneration niche of the Canarian juniper: The role of adults, shrubs and environmental conditions. *Ann. For. Sci.*, 67(709): 1-9.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. 2001.** Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, 14: 5-341.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. 2002.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, 15 (1): 5-432 i 15 (2): 433-922.
- Roig-Munar, F. X. 2010.** Aplicació de criteris geomorfològics en la gestió dels sistemes litorals arenosos de les Illes Balears. Tesi Doctoral.

Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.

**Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. A. & Pons, G. X. 2009.** Soft management of beach-dune systems as a tool for their Sustainability. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 1284-1288.

**Roig-Munar, F. X., Martín Prieto, J. Á., Pintó, J., Rodríguez-Perea, A. & Gelibert, B., 2018.** Coastal management in the Balearic Islands. In: *The Spanish coastal systems. Dynamic processes, Sediments and Management*, J.A. Morales, (Ed). Springer: 765-787.

**Romo, A. & Salvà-Catarineu, M. 2013.** La phytodiversité dans les rémanents de la forêt endémique de genévrier d'El Hierro, îles Canaries. *Ecologia Mediterranea*, 39: 191-199.

**Ruocco, M., Bertoni, D., Sarti, G. & Ciccarelli, D. 2014.** Mediterranean coastal dune systems: Which abiotic factors have the most influence on plant communities? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 149: 213-222.

**Sáez, L.L., Aymerich, P. & Blanché, C. 2010.** *Llibre vermell de les plantes endèmiques i amenaçades de Catalunya*. Argania. Barcelona.

**Salva-Catarineu, M., Romo, A., Mazur, M., Zielińska, M., Minissale, P., Dönmez, A. A., Boratyńska, K. & Boratyński, A. 2021.** Past, present, and future geographic range of the relict Mediterranean and Macaronesian *Juniperus phoenicea* complex. *Ecology and Evolution*, DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.7395>.

# Note sur des crustacés décapodes du Rupélien de Gaas (Landes, France) avec description d'un nouveau crabe (Brachyura : Leucosiidae)

Alain Cluzaud<sup>1</sup> & Àlex Ossó<sup>2\*</sup>

1. 1 Rue des hortensias, appt. 1197 33600 Pessac, France ; alaincluzaud@free.fr

2. Llorenç de Villalonga, 17B, 1-1 43007 Tarragona, Catalonia ; aosso@tinet.cat

\*Auteur correspondant.

Un nouvel assemblage de décapodes du Rupélien (Oligocène inférieur) du Bassin aquitain recueilli dans les affleurements de Gaas (Landes, France) est décrit ici pour la première fois. Malgré la nature fragmentaire des restes, au moins six taxons différents ont été reconnus au niveau familial ou générique. Parmi eux, des restes d'*Oligosella* (Alpheidae) ont été identifiés et pourraient représenter le plus ancien enregistrement de cette famille. Une carapace bien conservée a permis de décrire un nouveau crabe Leucosiidae : *Aquitainotlos gaasensis* nov. gen. et nov. sp. De plus, des restes de *Derilambrus*, *Palaeocarpilius* et *Necronectes* sont identifiés et décrits.

Mots-clés : Bassin d'Aquitaine, Oligocène, Alpheidae, Eubrachyura, Leucosioidea, Portunoidea.

## On the decapod crustaceans of the Rupelian of Gaas (Landes, France) and description of a new crab (Brachyura: Leucosiidae)

A new decapod assemblage, from the Rupelian (early Oligocene) of the Aquitanian basin recovered in the outcrops of Gaas (Landes, France) is reported herein for the first time. Despite the fragmentary nature of the remains, at least six different taxa have been recognized at familial or generic level. Among them, the remains of *Oligosella* (Alpheidae) have been identified and these might represent the oldest record for the genus. A well-preserved carapace has allowed a new Leucosiidae crab to be described: *Aquitainotlos gaasensis* nov. gen. and nov. sp. The remains of *Derilambrus*, *Palaeocarpilius*, and *Necronectes* are also identified and described.

Keywords: Aquitaine Basin, Oligocene, Alpheidae, Eubrachyura, Leucosioidea, Portunoidea.

Malgré un contexte géologique et paléontologique très étudié et une littérature historique et récente, extrêmement abondante, qui aborde, entre autres, presque tous les groupes d'organismes fossiles présents dans les formations du Rupélien de Gaas (Landes), les crustacés décapodes semblent ne pas avoir été considérés.

L'attention des anciens auteurs pour les crabes fossiles d'Aquitaine s'est portée essentiellement sur ceux de l'Eocène de la Chalosse (Marnes à *Zanthopsis dufourii*) au centre du bassin et ceux du Nummulitique des falaises de Biarritz au sud (ex. : Bouillé, 1880 ; Boussac, 1911).

Pour l'Oligocène d'Aquitaine, on peut néanmoins citer des auteurs qui ont décrit un certain nombre d'espèces,

par exemple : *Palaeocarpilius aquitanicus* en Gironde (A. Milne-Edwards, 1862), *Ranina granulata*, *R. bouilleana*, et *Galenopsis depressus* des environs de Biarritz (A. Milne-Edwards, 1872) et *Necronectes vidalianus*, *Portunus* (comme *Neptunus*) *gallicus*, *Coeloma granulosum*, *Ranina aculeata* (A. Milne-Edwards, 1881). Aussi, V. Van Straelen (1939) décrit *Portunus* (comme *Neptunus*) *regulensis* du "Calcaire à Astéries" de La Réole (Gironde).

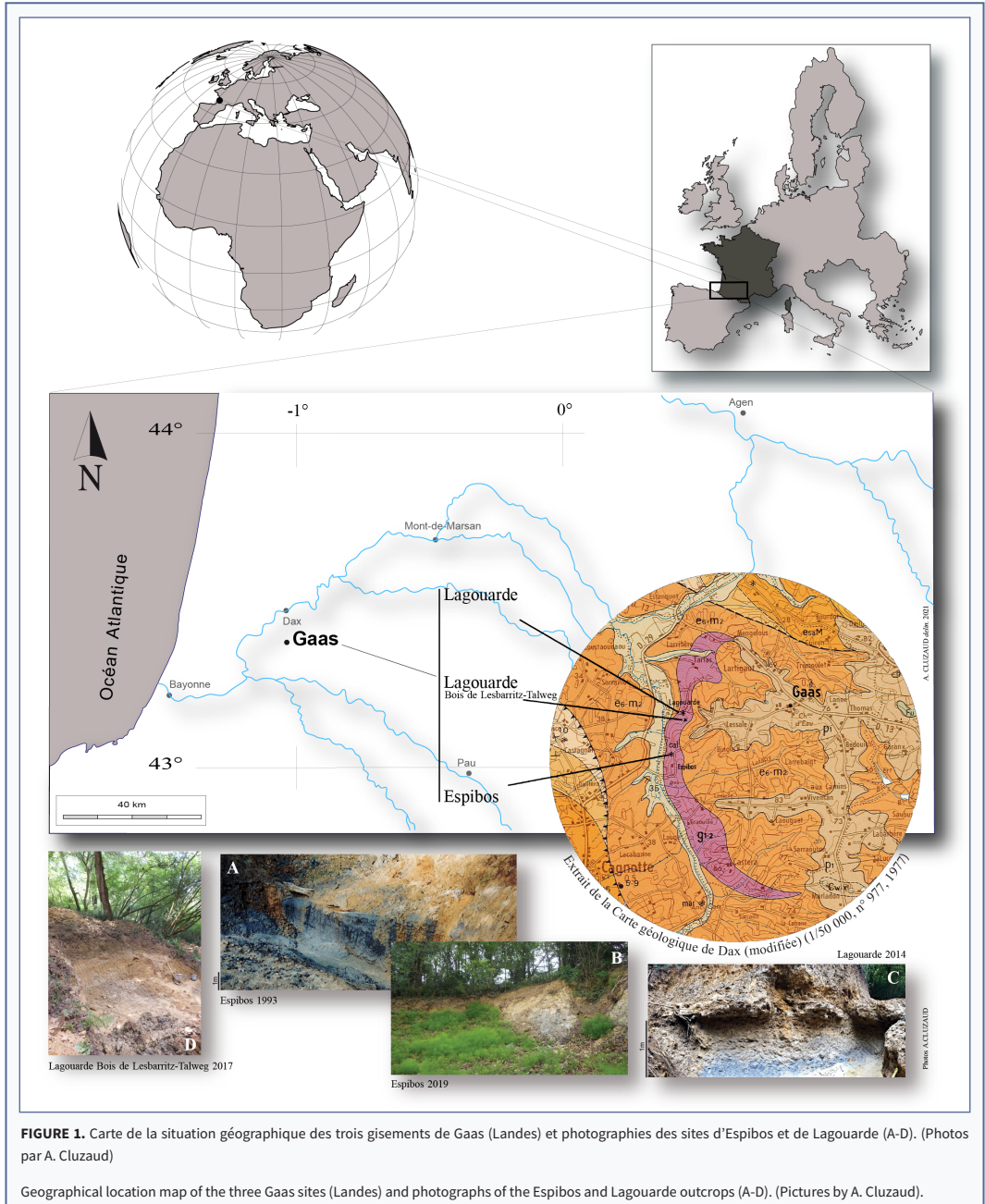
Plus récemment, lors de la révision de la collection J.-M. Rémy, conservée au Muséum national d'Histoire naturelle à Paris, Schweitzer & Feldmann (2010) ont décrit quelques espèces nouvelles sur du matériel provenant du Rupélien de Monségur (Gironde).

Une intéressante faunule de crustacés décapodes, recueillie par l'un des auteurs (AC) parmi des

mollusques des gisements rupéliens de la commune de Gaas (Landes) (Fig. 1), est rapportée ici pour la première fois. Bien que l'état des restes étudiés soit fragmentaire, certains taxons ont pu être reconnus au niveau générique. La carapace d'un leucosiidé, extraordinairement

bien conservée, peut être décrite comme nouveau genre et nouvelle espèce.

Tous les spécimens étudiés sont déposés au Muséum d'Histoire naturelle de Bordeaux (France), sous l'acronyme MHNbX.



## Matériel et méthode

Les spécimens étudiés proviennent d'une seule localité du bassin d'Aquitaine située dans le département des Landes (France) (Fig. 1) et d'une seule collection (AC). C'est sur la commune de Gaas, petit village en bordure ouest de la Chalosse du pays d'Orthe et Arrigans que se trouvent les gisements d'Espibos, de Lagouarde, de Larrat et de Tartas, qui ont livré les faunes les plus riches du Rupélien local dans une conservation exceptionnelle.

Ce matériel a été récolté lors des fouilles effectuées par l'un d'entre nous (AC), dans trois gisements différents appartenant à la famille Camiade qui autorise, depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, la collecte de fossiles sur sa propriété du Bois de Lesbarritz.

Des recherches approfondies et méthodiques – encouragées et soutenues par les propriétaires – ont permis de récolter un important matériel de référence pour cette époque et de favoriser l'étude de ces faunes fossiles qui enrichissent les connaissances et valorisent le patrimoine géologique.

Les restes de décapodes sont relativement peu abondants. La macrofaune a été recueillie sur place par tamisage calibré des sédiments. La microfaune n'a pu être récoltée en bon état de conservation que par extraction des sédiments de remplissage post-mortem des coquilles de gastéropodes benthiques. Les organismes fragiles ont été ainsi protégés des influences chimiques et mécaniques. Les fossiles de petite taille et moyenne ont aussi été préservés : c'est ainsi qu'*Aquitainotlos gaasensis* nov. gen. et nov. sp. a pu être conservé intact à l'intérieur d'une coquille d'*Ampullinopsis crassatina* (Lamarck, 1804).

A Gaas, les coquilles de grande tailles complètes, cassées ou fragmentées par prédation endémique sont extrêmement nombreuses. Le Strombidae, *Oosstrombus auricularius* (Grateloup, 1834) et des Ampullospiridae, *Ampullinopsis crassatina* et *Crommium angustatum* (Grateloup, 1828) ont été systématiquement récoltés et vidés de leur contenu. Un lavage, un séchage et un calibrage fin (jusqu'à 0.05 mm) de ce sédiment a été effectué pour trier et isoler sous loupe binoculaire les différentes espèces d'organismes fossiles.

A noter que cette technique fastidieuse est peu mise en œuvre par les collectionneurs locaux qui prêtent un intérêt relatif aux très petites espèces. Néanmoins cette pratique n'est pas nouvelle : Dutertre (1921 :

193) a rappelé aux amateurs, tout l'intérêt de récolter les grosses coquilles pour en extraire le sédiment afin d'obtenir des petites espèces fragiles en bon état.

## Contexte géologique et présentation des sites

Largement ouvert sur l'Atlantique et le golfe de Gascogne, le Bassin aquitain s'étend comme un vaste plateau continental délimité au nord par les massifs armoricain et vendéen, au sud par la chaîne des Pyrénées et à l'est par le Massif central et la Montagne Noire.

Depuis le Trias, ce bassin s'est comblé de sédiments issus principalement de l'érosion des reliefs environnants et d'une importante sédimentation marine, riche en organismes fossiles diversifiés, qui s'achèvera en Aquitaine au Miocène moyen à la fin du Serravallien. Le Pliocène marin très peu invasif en Aquitaine marquera le retrait définitif de la mer. Ce bassin a subi une activité tectonique assez importante liée à l'affrontement des plaques tectoniques Afrique-Eurasie et à l'émergence des Pyrénées. Il est composé de trois grandes unités structurales, la région nord-aquitaine, la région centre-aquitaine et la région sud-aquitaine (ex. <https://sigesaqi.brgm.fr/-Histoire-geologique-du-Bassin-Aquitain-.html>).

Au sud, les grandes phases orogéniques tertiaires des Pyrénées ont été suivies au Rupélien supérieur par une nouvelle phase de compression. Un climat de type subtropical à tropical a contribué à la formation de récifs coralliens et des formations hermatypiques sont présentes au nord et au sud du Bassin (ex. Cahuzac & Janssen, 2010).

Le Rupélien nettement transgressif (Fig. 2) a recouvert toute la partie nord de l'Aquitaine de dépôts bioclastiques connus sous le nom de "Calcaire à Astéries". Principale ressource comme pierre de taille, il fut exploité probablement depuis l'Antiquité avec un développement très important au XVIII<sup>e</sup> siècle pour la construction d'ouvrages et d'édifices dans le Bordelais (ex. Deroin, 2004).

Au sud, le Rupélien se retrouve dans les Landes avec des faciès de calcaires, de faluns (dépôt marin bioclastique friable, parfois partiellement consolidé, à matrice sableuse ou argilo-sableuse) et de marnes. Les terrains sédimentaires de Gaas se sont déposés dans un petit golfe oligocène situé au sein d'un synclinal de Gaas, limité au nord par l'anticlinal de Tercis et au sud par la ride de Biarrotte.

Ces terrains, remarquables par leur richesse en mollusques, sont connus depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle. Un grand nombre d'auteurs ont contribué au cours du temps à la connaissance géologique, stratigraphique et paléontologique de Gaas. Parmi les plus importants on peut citer : De Basterot (1825), Grateloup (1845-1847), Raulin & Delbos (1855), d'Orbigny (1852), Tournouër (1863, 1882a, 1882b), Reuss (1869), Raulin (1896, 1897), Vignal (1898), Priem (1914), Canu (1916), Benoist (1884), Cossmann (1921), Magne (1937), Daguin (1938, 1948), Chevallier (1955), A.-M. Vergneau-Saubade (1959, 1963, 1966, 1968), A. Poignant (1967), Magne & Vergneau-Saubade (1971, 1972) et Yassini (1969). Par la suite, Janssen (1979), Lozouet (1985, 1997, 2011, 2015), Lozouet & Maestrati (1982), Janssen (1985, 2010), Lesport et al. (2015), Dell'Angello et al. (2018, 2020) ont actualisé la nomenclature des mollusques de Gaas et ont complété les connaissances sur cette faune exceptionnelle de mollusques de l'Oligocène de Gaas par la description de nombreuses espèces nouvelles.

Les gisements sont situés et alignés sur le flanc gauche du vallon du ruisseau de Jouanin (g1-2 sur la carte géologique de Dax) (cf. Fig. 1) formant une

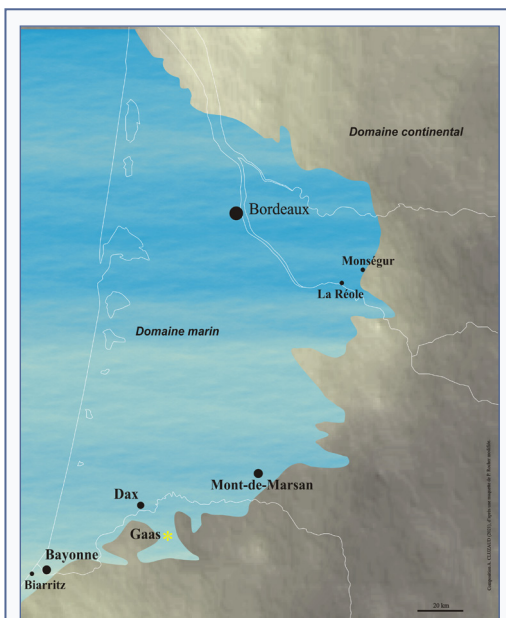
“bande“ de terrains rupéliens sub-affleurants Sud/Nord sur seulement 2,5km de long environ et au maximum sur moins de 500 mètres de large.

Ils présentent des faciès différents et les niveaux infralittoraux sont constitués par des faluns plus ou moins argileux ou par des argiles bioclastiques, des marnes plus ou moins sableuses et des calcaires au nord de cet alignement. Les sédiments marneux très riches en mollusques se sont déposés dans des milieux calmes (Larrat/Tartas) et d'autres dans des milieux récifaux ou péri-récifaux (Espibos/Lagouarde). Certains terrains ont été autrefois très exploités pour différentes ressources minérales (sables, argiles, marnes, ou pierres), facilitant les observations géologiques et le prélèvement de nombreux fossiles (ex. Daguin, 1948; Lesport et al., 2015).

Pour ce travail, ne seront traités que les restes de décapodes provenant des niveaux “faluniens“ de trois gisements assez synchrones situés dans le Bois de Lesbarritz.

Le gisement d'Espibos est situé le plus au sud et celui de Lagouarde à environ 600 mètres vers le nord-est. Ces deux gisements sont des affleurements historiques, et celui d'Espibos est totalement enseveli à ce jour (Fig. 1B). Un troisième moins connu est situé dans un petit talweg proche du gisement de Lagouarde.

Le niveau d'Espibos, d'où provient le matériel étudié, est composé d'un falun marneux, sablo-argileux, de couleur gris-bleu (Fig. 1A). Ce dépôt, très riche en organismes marins, de 0,30 m d'épaisseur en moyenne, repose sur un substrat d'argiles bleues compactes où abonde en particulier *Crommium angustatum*. Le falun est surmonté par un sable légèrement argileux, gris-bleu également, très fossilifère, d'une épaisseur pouvant atteindre au maximum 1,5 m. Il contient des mollusques principalement de plus petites tailles mais dans sa partie supérieure, néanmoins on y trouve fréquemment *Ampullinopsis crassatina* (gros gastéropode). Latéralement, on a pu observer des marnes assez compactes toujours très riches en *Crommium*, avec des lits ligniteux en place intercalés, contenant en quantité des huîtres *Ostrea* et des Potamididae. La présence de ces derniers dans le falun où la faune marine côtière est largement dominante atteste de la proximité d'un rivage. De plus, l'abondance de Muricidae, de Strombidae, des genres *Cassis*, *Melongena*, et *Cypraea*, par exemple, la faune de coraux, de bryozoaires, et la



**FIGURE 2.** Carte paléogéographique du Bassin d'Aquitaine au Rupélien : limites schématiques d'extension maximale du domaine marin.

Paleogeographic map of the Aquitaine Basin in the Rupelian: schematic limits of the maximum extension of the marine domain.

présence de foraminifères (nummulites) sont l'indice d'une faible bathymétrie.

Le second affleurement est situé à proximité du château de Lagouarde. Ce gisement, ou un autre proche de l'affleurement actuel, fut découvert en 1885 par son propriétaire H. Camiade (Du Boucher, 1885). Le falun marno-sableux, beige à gris-bleu, d'une épaisseur de 1,10 m est protégé par une dalle très dure de calcaire gréseux beige clair, de 0.50 m à 0.80 m d'épaisseur. Il repose sur un substrat dur à nodules calcaires. Sur 0,25 à 0,30 m d'épaisseur, la base de ce falun est également très riche en macrofaune passant graduellement vers le haut à des sables argileux compacts, un filet de sable à nodules puis à un sable calcaire grésifié coquillier surmonté d'un lit de sable fin beige clair en contact avec la dalle (Fig. 1C). Aujourd'hui, cet affleurement est partiellement enfoui et envahi par une végétation très dense qui ne permet plus d'observations.

L'affleurement du talweg de Lagouarde a fait l'objet de moins d'investigations car il est d'accès difficile, peu visible et sans trace dans la littérature. La moindre conservation des fossiles est essentiellement due à des altérations et des indurations diagenétique. La macrofaune de mollusques est néanmoins assez similaire à celle d'Espibos et de Lagouarde. Cet affleurement semble assez limité, il est visible sur le flanc gauche du petit ru qui coule localement sur un niveau très dur et compact de sables bioclastiques gris-bleu très clair. La série de sable coquillier est continue, prenant des teintes jaune-beige à ocracées liées aux oxydations des eaux de ruissellement. Au sommet, localement, sous la terre végétale on distingue une accumulation plus grossière, plus ou moins grésifiée, de fossiles de tailles moyennes. La puissance maximum de la coupe visible est supérieure à 2 m (Fig. 1D).

Dans les trois niveaux de gisements du Bois de Lesbarritz, les nombreux coraux associés aux mollusques témoignent de conditions récifales environnantes qui régnaient alors. Steurbaut (1984) le confirme par la présence de poissons corallophyles, exclusivement côtiers.

L'âge estimé d'Espibos et de Lagouarde par datation isotopique du strontium (Sr) est de 31,6 Ma en corrélation avec la Zone 15 des ptéropodes (Cahuzac & Janssen, 2010) et la zone SBZ21 des grands foraminifères néritiques (Cahuzac & Poignant, 1997).

## Résultats

### Systematique paléontologique (Àlex Ossó & Alain Cluzaud)

Ordre DECAPODA Latreille, 1802  
 Infraordre CARIDEA Dana 1852  
 Superfamille ALPHEOIDEA Rafinesque, 1815  
 Famille ALPHEIDAE Rafinesque, 1815  
 Genre *Oligosella* Ciampaglio & Weaver, 2008  
 Espèce type : *Oligosella longi* Ciampaglio & Weaver, 2008, par désignation originale.

#### *Oligosella* sp.

Fig. 3A-C

**Matériel examiné :** 9 spécimens (extrémités de dactyles) de taille similaire ; trois ont été mesurés et figurés. A: MHNbx 2021.29.2, longueur = 3,4 mm ; hauteur = 3 mm. B: MHNbx 2021.29.3, longueur = 2,64 mm ; hauteur = 2,5 mm. C: MHNbx 2021.29.4, longueur = 3 mm ; hauteur = 4,77 mm.

**Niveau stratigraphique :** Faluns de Gaas, Rupélien (Oligocène inférieur).

**Localité :** Gaas Lagouarde.

**Description :** Extrémité de dactyle triangulaire, massif, crochu, surface lisse ; bord supérieur arrondi, très incurvé vers le bas ; bord inférieur légèrement concave distalement ; une ligne de pores (pour les soies) longe les deux côtés du bord supérieur.

**Remarques :** En se basant sur le travail d'Hyžný et al. (2017), ces extrémités de dactyles peuvent être attribuées avec certitude à des alphéidés. Elles étaient auparavant attribuées à des restes de céphalopodes (Ciampaglio & Weaver, 2008). Les échantillons étudiés semblent presque identiques à ceux d'*Oligosella longi* décrits et figurés par Ciampaglio & Weaver (2008, fig. 6A, C, D) comme appartenant à des coléoidés. L'attribution générique de nos spécimens à l'alphéide *Oligosella* semble appropriée ; des travaux complémentaires à venir permettront de définir l'espèce. Selon Hyžný et al. (2017), le plus ancien enregistrement des alpheidés date de l'Oligocène supérieur (Chattien) d'Alabama (États-Unis).

Par conséquent, les spécimens du Rupélien de Gaas Lagouarde représentent les plus anciens alpheidés connus à ce jour.



Infra-ordre BRACHYURA Latreille, 1802  
Section HETEROTREMATA Guinot, 1977  
Superfamille CARPILIOIDEA Ortman, 1893  
Famille CARPILIIDAE Ortman, 1893  
Genre *Palaeocarpilius* A. Milne-Edwards, 1862

**Espèce type:** *Cancer macrochelus* Desmarest, 1822,  
par désignation subséquente de Glaessner (1929 : 291).

***Palaeocarpilius* sp.**

Fig. 3D-H

**Matériel examiné:** 11 spécimens, dont quatre ont

été mesurés et figurés, un chélipède avec carpe et propode, et trois dactyles mobiles. D : MHNbX 2021.29.5, longueur = 35 mm ; hauteur = 14 mm. E, G : MHNbX 2021.29.6, longueur = 61,5 mm ; hauteur = 26,5 mm. F : MHNbX 2021.29.7, longueur = 27,5 mm ; hauteur = 12 mm. H : MHNbX 2021.29.8, longueur = 33,5 mm ; hauteur = 22 mm.

**Niveau stratigraphique:** Faluns de Gaas, Rupélien (Oligocène inférieur).

**Localité:** Gaas Lagouarde Bois de Lesbarritz-Talweg.

**Description:** Carpe robuste, à surface lisse, face supérieure triangulaire arrondie, dent émoussée à



**FIGURE 3** : A-C : *Oligosella* sp. du Rupélien de Gaas Lagouarde. A : extrémité de dactyle MHNbX 2021.29.2 ; B : extrémité de dactyle MHNbX 2021.29.3 ; C : extrémité de dactyle MHNbX 2021.29.4. D-H : *Palaeocarpilius* sp. du Rupélien de Gaas Lagouarde Bois de Lesbarritz-Talweg. D : dactyle mobile MHNbX 2021.29.5 ; E, G : carpe et propode MHNbX 2021.29.6 ; F : dactyle MHNbX 2021.29.7 ; H : dactyle MHNbX 2021.29.8. (Barre d'échelle pour A-C = 1 mm ; pour D-H = 10 mm). (Photos par À. Ossó)

A-C : *Oligosella* sp. from the Rupelian of Gaas Lagouarde. A : tip of dactylus MHNbX 2021.29.2; B : tip of dactylus MHNbX 2021.29.3; C : tip of dactylus MHNbX 2021.29.4. D-H : *Palaeocarpilius* sp. from the Rupelian of Gaas Lagouarde Bois de Lesbarritz-Talweg. D : tip of dactylus MHNbX 2021.29.5; E, G : carpus and propodus MHNbX 2021.29.6; F : tip of dactylus MHNbX 2021.29.7; H : tip of dactylus MHNbX 2021.29.8. (Scale bar for A-C = 1 mm; for D-H = 10 mm). (Pictures by À. Ossó)

l'angle interne ; paume du propode trapézoïdale, plus longue que haute, plus haute distalement, surface lisse, bord supérieur incomplet, montrant quelques grandes dents émoussées ; doigt mobile très robuste, court, très incurvé vers le bas, bord occlusal avec une grosse dent proximale aplatie suivie d'une deuxième égale mais plus petite, pointe incurvée.

**Remarques :** L'attribution du chélipède et des dactyles de Gaas Lagouarde Bois de Lesbarritz-Talweg au genre *Palaeocarpilius* est confirmée par leur forme générale, leur robustesse, leur courbure, la forme des dents des dactyles et les grosses dents sur le bord de la paume du propode (ex.: A. Milne-Edwards, 1862; Beschin & De Angeli, 2006). Il est probable que ces dactyles appartiennent à *P. aquitanicus* A. Milne-Edwards, 1862, carpiliidé de grande taille, décrit dans des niveaux équivalents du Rupélien, calcaire à Astéries de la Réole et présent dans d'autres localités de la Gironde (cf. A. Milne-Edwards, 1862 : 57, 58, pl. 1, fig. 1).

Superfamille LEUCOSIOIDEA Samouelle, 1819

Famille LEUCOSIIDAE Samouelle, 1819

Sous-Famille EBALIINAE Stimpson, 1871

### Genre *Aquitainotlos* gen. nov.

**Espèce type :** *Aquitainotlos gaasensis* par monotypie.  
Genre masculin.

**Étymologie :** Relative à l'Aquitaine et combinée à Tlos, ville de l'ancienne Lycie. Adams & White (1849) ont décrit un crustacé nouveau (*Tlos muriger*) en donnant au nouveau genre le nom de cette ville. Les auteurs suivants l'ont utilisé comme suffixe pour certains leucosiidés.

**Diagnose :** Carapace petite, arrondie, subhexagonale, fortement voûtée dans les deux sens. Régions assez marquées. Cuticule densément recouverte de granules arrondis bolétiiformes, qui à leur tour se resserrent pour former de grandes plaques et amas arrondis, presque circulaires, surélevés sur les régions renflées et les bords latéraux. Front très étroit, saillant, soulevé, bilobé avec une encoche médiane peu profonde. Orbites petites, dirigées vers l'avant, fermées latéralement par une dent orbitaire externe subtriangulaire. Angle hépatique avec plaque bien séparée du bord antérolatéral par une encoche. Bords antéro-latéraux ornés de quatre plaques. Bords postéro-latéraux

avec une grande plaque au milieu. Bord postérieur arrondi. Région mésogastrique avec en arrière un amas de granules. Lobes protogastriques avec un amas de granules chacun. Région uro-gastrique définie par des granules arrondis bolétiiformes. Région cardiaque fortement renflée, amas arrondi de granules. Région intestinale, étroite, déprimée. Région métabrancheiale avec deux plaques bolétiiformes proéminentes. Région sous-hépatique avec crête transversale proéminente densément granulée. Pterygostome, carapace ventrale et pleurites abondamment granulés. Canal inhalant parallèle au bord interne du pterygostome.

**Diagnosis :** *Carapace small, rounded subhexagonal, strongly vaulted in both senses. Regions fairly marked. Cuticle densely covered by boletiform rounded granules, which in turn tighten to form large, rounded, almost circular raised plates and clusters on the swollen areas and lateral margins. Front very narrow, protruded, upturned, bilobed with opened V-shaped notch. Orbites small, forward directed, closed laterally by subtriangular outer orbital tooth. Hepatic corner with plate, well separated from anterolateral margin with notch. Anterolateral margins ornamented with four. Posterolateral margins with one median large plate. Posterior margin rounded. Mesogastric region with a cluster of granules posteriorly. Protogastric lobes with a cluster of granules each. Urogastric region defined by boletiform rounded granules. Cardiac region strongly swollen, rounded cluster of granules. Intestinal region narrow, depressed. Metabranched region with two prominent boletiform plates. Subhepatic region with prominent densely granulated transverse ridge. Pterygostome, ventral carapace and pleurites profusely granulated. Inhalant channel parallel to inner margin of pterygostome.*

**Remarques :** L'appartenance d'*Aquitainotlos* gen. nov. aux Leucosioidea est bien supportée par le profil caractéristique de la carapace, par la région céphalique très comprimée et par des éléments préservés du système respiratoire comme le canal inhalant. Compte tenu de sa similitude avec certains genres, *Aquitainotlos* gen. nov. peut être placé parmi les Leucosiidæ, et plus précisément dans les Ebaliinae si l'on suit la liste de Ng et al. (2008: 89-94).

En effet, *Aquitainotlos* gen. nov présente des similitudes avec certains genres fossiles et actuels placés dans Ebaliinae, surtout en ce qui concerne l'ornementation de granules bolétiiformes de la carapace. Entre autres, *Pterocarcinus* Blow, 2003 du Pliocène de Virginia

(USA) présente une ornementation avec granules bolétiiformes très serrés ainsi qu'une plaque circulaire «mesa» sur la région cardiaque. Cependant il diffère d'*Aquitainotlos* gen. nov. par son profil octogonal et ses bords latéraux étendus en forme d'ailes (Blow, 2003: 173-177, figs. 2-4). *Merocryptus* A. Milne-Edwards, 1873a, genre fossile (cf. De Angeli et al., 2010: 155-157, fig. 8) et actuel (cf. A. Milne-Edwards, 1873a: 9, pl. 2, fig. 1), diffère d'*Aquitainotlos* gen. nov. par des extensions branchiales et par l'absence de plaques bolétiiformes.

Il en est de même avec *Speloeophorus* A. Milne-Edwards, 1865 (voir aussi Bell, 1855: 434, pl. 33, fig. 8), *Oreophorus* Rüppell, 1830, ou *Heterolithadia* Alcock, 1896, lesquels ont une ornementation granulée, parfois coalescente, et également bolétiiforme, mais ces derniers

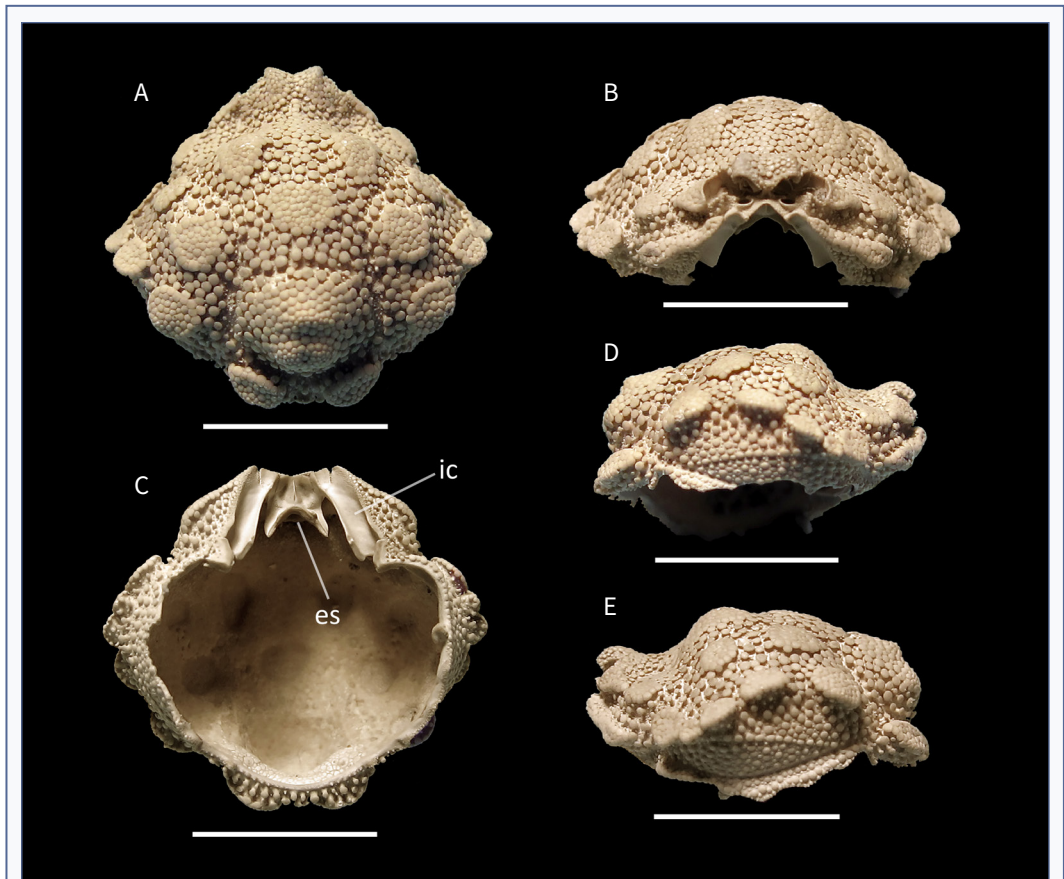
diffèrent d'*Aquitainotlos* gen. nov. par leur profil différent et surtout par l'absence de l'ensemble de plaques arrondies qui sont présentes chez le nouveau genre.

En revanche, *Orientotlos* Sakai, 1980, montre une similitude avec le nouveau taxon, notamment par la surface dorsale couverte par des granules et aussi de plaques bolétiiformes. Mais il en diffère par la granulation beaucoup moins serrée, la région cardiaque moins renflée et une grande plaque triangulaire dans la région intestinale (voir Ng & Chan, 2021).

Par conséquent, l'érection d'un nouveau genre pour accueillir le nouveau taxon s'avère justifiée.

*Aquitainotlos gaasensis* sp. nov.

Fig. 4



**FIGURE 4** : **A-E**: *Aquitainotlos gaasensis* gen. nov., sp. nov., holotype MHNbX 2021.29.1, du Rupélien de Gaas Espibos. **A** : vue dorsale ; **B** : vue frontale ; **C** : vue ventrale ; **D** : vue latérale droite ; **E** : vue latérale gauche. Abréviations, es : endostome ; ic : canal inhalant. (Barre d'échelle 5 mm). (Photos par À. Ossó).

**A-E**: *Aquitainotlos gaasensis* gen. nov., sp. nov., holotype MHNbX 2021.29.1, from the Rupelian of Gaas Espibos. **A**: dorsal view; **B**: frontal view; **C**: ventral view; **D**: right lateral view; **E**: left lateral view. Abbreviations, es: endostome; ic: inhalant channel. (Scale bar = 5 mm). (Pictures by À. Ossó).

**Diagnose :** comme la diagnose du genre.

**Matériel examiné :** Un seul échantillon, l'holotype, dont la carapace dorsale et une partie de la carapace ventrale ont été préservées. A-E MHNbX 2021.29.1, longueur = 10 mm ; largeur = 11,5 mm ; largeur fronto-orbitaire = 4 mm.

**Niveau stratigraphique :** Faluns de Gaas, Rupélien (Oligocène inférieur).

**Localité type :** Gaas Espibos.

**Étymologie :** L'épithète spécifique fait référence à sa localité type (Gaas).

**Description :** Carapace petite, au profil subhexagonal arrondi, fortement voûtée dans les deux sens. Régions assez marquées. Cuticule densément recouverte de granules arrondis bolétiiformes à sommet aplati, se resserrant pour former de grandes plaques presque circulaires en forme de champignons aplatis, ainsi que des amas arrondis et surélevés sur les régions et le bord de la carapace. Front très étroit, saillant, soulevé, bilobé avec encoche médiane peu profonde. Orbites petites, profondes, dirigées vers l'avant, fermées latéralement par une dent orbitaire externe subtriangulaire ; bord orbitaire avec une entaille médiane. Angle hépatique avec plaque arrondie, bien séparé du bord antérolatéral par une encoche. Bords antéro-latéraux concaves en vue latérale, ornés de quatre plaques en guise de dents. Bords postéro-latéraux avec une grande plaque médiane en guise de dent. Bord postérieur arrondi avec de petites épines. Région mésogastrique avec en arrière un amas arrondi de granules. Lobes protogastriques avec un amas de granules chacun. Région uro-gastrique définie par des granules arrondis, bolétiiformes, serrés mais non jointifs. Région cardiaque fortement enflée, couverte par un amas arrondi de granules coalescents. Région intestinale, étroite, déprimée entre la région cardiaque et les deux plaques proéminentes du bord postérieur. Région épibranchiale interne avec un amas arrondi de granules. Région mesobranchiale partiellement recouverte par la plaque médiale du bord postéro-latéral. Région métabranchiale avec deux plaques bolétiiformes proéminentes dépassant du bord postérieur. Région sous-hépatique avec crête transversale proéminente densément granulée, formant un canal sous la dent orbitaire externe et l'angle hépatique. Ptérygostome, carapace ventrale et pleurites abondamment granulés. Canal inhalant parallèle au bord inférieur du ptérygostome.

**Discussion :** La superfamille Leucosioidea est connue depuis l'Eocène dans le domaine de la Téthys, avec des genres appartenant aux Leucosiidae ou Folguerolesiidae Artal & Hyžný, 2016. Les membres de ces familles sont distribués au long de la Téthys pendant l'Eocène, comme *Typilobus Stoliczka*, 1871, qui est aussi présent dans l'Atlantique (Artal & Hyžný, 2016). Les occurrences de ces genres sont également connues au cours de l'Oligocène, comme par exemple *Merocryptus altavillensis* De Angeli et al., 2010. Mais c'est au cours du Néogène que cette superfamille connaît la plus grande expansion, qui s'étend jusqu'à nos jours. Le registre fossile montre une tendance à la dispersion vers l'Est, vers les eaux de l'Indopacifique, où le plus grand nombre d'espèces de ce groupe a été signalé (ex. Morris & Collins, 1991; Karasawa, 1993; Naderloo & Sari, 2005; Vega et al., 2010). Cependant, la découverte d'*A. gaasensis* nov. gen., nov. sp., dans l'Oligocène d'Aquitaine, ainsi que la présence de ce groupe dans Miocène d'Anjou-Touraine (Ossó et al., 2022), et au Néogène sur la côte Est de l'Amérique et des Caraïbes (ex. Collins & Morris, 1976; Luque et al., 2017), confirme que le groupe était bien établi des deux côtés de l'Atlantique. D'autres restes de leucosiidés indéterminés, sous forme de dactyles ou de fragments de carapace (Fig. 5A, B), sont également présents à Gaas.

Superfamille PARTHENOPOIDEA MacLeay, 1838

Famille PARTHENOPIDAE MacLeay, 1838

Sous-Famille PARTHENOPINAE MacLeay, 1838

Genre *Derilambrus* Tan & Ng, 2007

**Espèce type :** *Parthenope angulifrons* Latreille, 1825 par désignation originale.

### *Derilambrus* sp.

Fig. 5C-E

**Matériel examiné :** 1 échantillon, propode gauche avec carpe. C-E, MHNbX 2021.29.9, longueur = 14,5 mm ; hauteur = 4 mm.

**Niveau stratigraphique :** Faluns de Gaas, Rupélien (Oligocène inférieur).

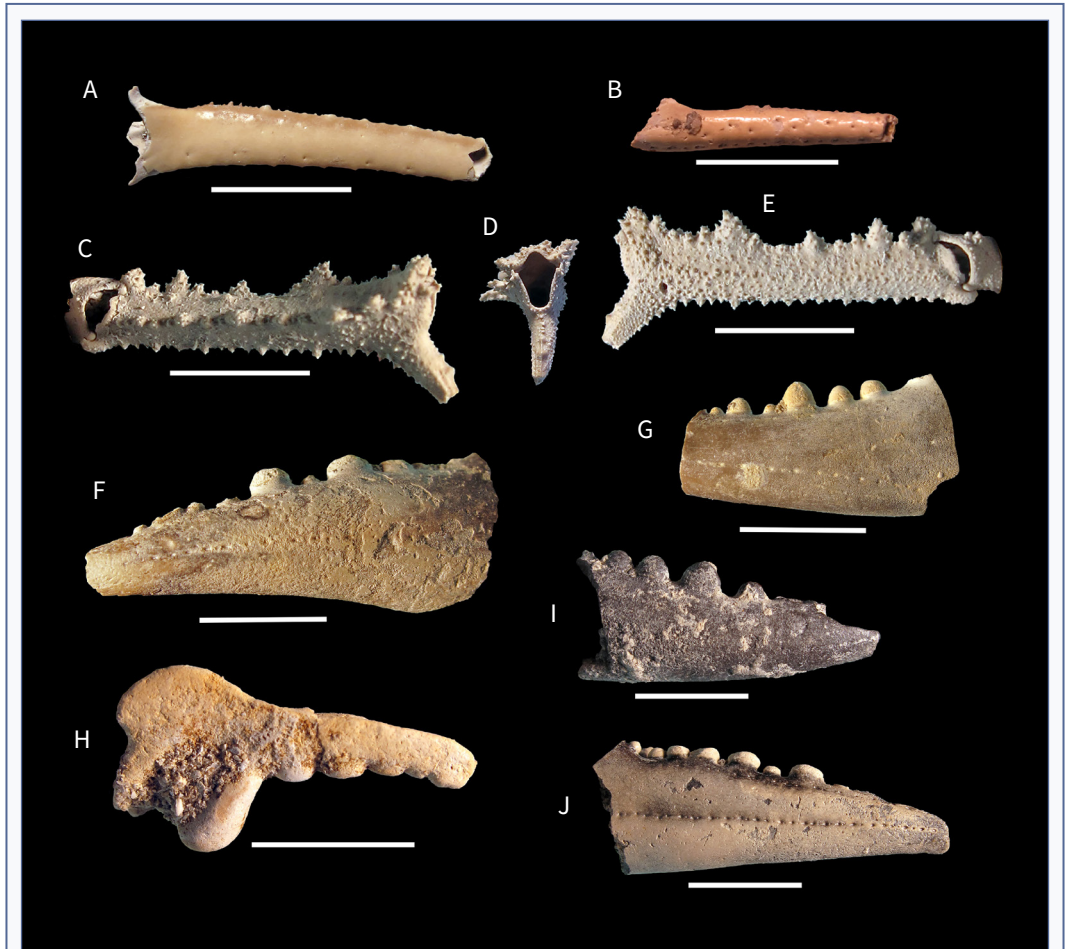
**Localité :** Gaas Espibos.

**Description :** Propode très long, épineux, plus haut distalement, de section triangulaire avec bords dentelés et très aigus ; surface supérieure et surfaces latérales de la paume recouvertes de granules épineux

dispersés ; bords externe et interne de la surface supérieure armés avec cinq ou six fortes dents triangulaires et épineuses, intercalée une série de petites épines triangulaires ; bord inférieur armé de petites dents triangulaires de différentes tailles. Doigt fixe très incliné vers le bas, avec un angle de 45° environ. Carpe très court par rapport au propode, section rhomboïdale, surface granulée.

**Remarques :** L'absence de carapace associée à ce

propode ne permet pas une attribution générique sûre. L'ornementation épineuse de ce chélipède rappelle, entre autres, celle de *Spinolambrus macrochelos* (Herbst, 1790), mais il diffère de notre spécimen car il montre un propode extrêmement long par rapport au carpe et le doigt fixe à 60° vers le bas (e.g. Tan & Ng, 2007, fig. 14; Ferratges et al., 2019, fig. 2A, B). Cependant, si on le compare avec les chélipèdes de *Derilambrus angulifrons* (Latreille, 1825) figurés par Tan & Ng (2007, fig. 4A, B),



**FIGURE 5 : A, B :** leucosiidés indéterminés MHNbX 2021.29.15 et MHNbX 2021.29.16, du Rupélien de Gaas Lagouarde. **C-E :** *Derilambrus* sp. MHNbX 2021.29.9 du Rupélien de Gaas Espibos, **C :** propode, vue du côté extérieur ; **D :** vue frontale ; **E :** vue du côté interne. **F-J :** *Necronectes* sp. du Rupélien de Gaas Espibos ; **F :** doigt fixe MHNbX 2021.29.10 ; **G :** doigt fixe MHNbX 2021.29.11 ; **H :** dactyle MHNbX 2021.29.12 ; **I :** doigt fixe MHNbX 2021.29.13 ; **J :** doigt fixe MHNbX 2021.29.14. (Barre d'échelle pour A-E = 5 mm ; pour F-J = 10 mm). (Photos par À. Ossó).

**A, B :** indeterminate leucosiids MHNbX 2021.29.15 and MHNbX 2021.29.16, from the Rupelian of Gaas Lagouarde. **C-E :** *Derilambrus* sp. MHNbX 2021.29.9 from the Rupelian of Gaas Espibos, **C :** propodus, outer side view ; **D :** frontal view ; **E :** inner side view. **F-J :** *Necronectes* sp. from the Rupelian of Gaas Espibos ; **F :** pollex MHNbX 2021.29.10 ; **G :** pollex MHNbX 2021.29.11 ; **H :** dactylus MHNbX 2021.29.12 ; **I :** pollex MHNbX 2021.29.13 ; **J :** pollex MHNbX 2021.29.14. (Scale bar for A-E = 5 mm ; for F-J = 10 mm). (Pictures by À. Ossó).

on peut observer des caractères similaires : propode long, bords très aigus et dentelés, et le doigt fixe à 45° vers le bas (Tan & Ng, 2007 : 103). Par conséquent, on peut attribuer provisoirement notre échantillon au genre *Derilambrus*, sans assignation spécifique. A noter que *Derilambrus* a déjà été mentionné dans le Miocène moyen des faluns d'Anjou-Touraine (Ossó et al., 2022, figs. 5B-E), et de la Paratéthys Centrale (Hyžný & Dulai, 2021 : 190, 191, fig. 72.8, 10). A. Milne-Edwards (1873b : 8) cite également, sans le figurer, un échantillon de "*Lambrus*" provenant du Miocène inférieur de Saint-Gemme (Gironde).

Superfamille PORTUNOIDEA Rafinesque, 1815  
 Famille PORTUNIDAE Rafinesque, 1815  
 Sous-Famille NECRONECTINAE Glaessner, 1928  
 Genre *Necronectes* A. Milne-Edwards, 1881  
**Espèce type** : *Necronectes vidalianus* A.  
 Milne-Edwards, 1881, par monotypie.

#### *Necronectes* sp.

Fig. 5 F-J

**Matériel examiné** : 73 dactyles (fragments) dont 5 ont été mesurés et figurés. F: MHNbX 2021.29.10, longueur = 33 mm ; hauteur = 14 mm. G: MHNbX 2021.29.11, longueur = 22,5 mm ; hauteur = 11,5. H: MHNbX 2021.29.12, longueur = 22,5 mm ; hauteur = 13,5 mm. I: MHNbX 2021.29.13, longueur = 27 mm ; hauteur = 11 mm. J: MHNbX 2021.29.14, longueur = 31 mm ; hauteur = 12 mm.

**Niveau stratigraphique** : Faluns de Gaas, Rupélien (Oligocène inférieur).

**Localité** : Gaas Espibos.

**Description** : Doigts droit et gauche fixes, longs, droits, légèrement incurvés vers l'intérieur ; bord inférieur légèrement concave ; sillon longitudinal avec pores (pour les soies) des deux côtés ; bord occlusal avec une série de dents coniques et de dents coniques bilobées. Doigt mobile droit avec une grande dent proximale bulbeuse suivie de dents molariformes aplaties.

**Remarques** : Bien qu'il soit difficile d'attribuer un genre, et encore plus une espèce particulière à des fragments de dactyles, la forme et la dentition de l'ensemble des dactyles examinés sont typiques de la famille Portunidae (cf. Spiridonov et al., 2014, fig. 2). De plus, compte tenu de leur taille, ils pourraient

correspondre à ceux d'un grand portunidé.

Un rapprochement provisoire peut être fait avec un portunidé de grande taille, aux chélicères très puissants, décrit par A. Milne-Edwards (1881) d'après des échantillons du Rupélien des environs de Biarritz. Il s'agit de *Necronectes vidalianus*, similaire à l'actuel *Scylla* De Haan, 1833 (cf. A. Milne-Edwards, 1881 : 1-3, fig. 1), qui possède un dactyle droit avec une forte dent bulbeuse (Fig. 5H). Ce genre est aussi présent au Néogène dans les "faluns" de l'Anjou-Touraine (Ouest France) (cf. Ossó & Gagnaison, 2019, figs. 5C-D ; Ossó et al., 2022, figs. 6A-C).

Cependant, compte tenu, en particulier, de la similitude des dactyles du propode gauche de beaucoup de portunides, on ne peut pas exclure que certains des fragments de dactyles puissent appartenir à un autre portunidé de grande taille, *Portunus regulensis*, mentionné dans la même région. La taille plus réduite d'un autre portunidé, *P. gallicus*, décrit des mêmes niveaux, exclut que les dactyles étudiés puissent lui appartenir. En conséquence, ces dactyles sont provisoirement attribués à *Necronectes*.

## Conclusions

L'ensemble des décapodes recueillis dans les gisements de Gaas est clairement dominé par deux grands taxons, *Palaeocarpilius* et *Necronectes*, tous deux prédateurs actifs et durophages comme leurs représentants actuels *Carpilius* Desmarest, 1823 et *Scylla*, comme en témoigne la grande dent bulbeuse sur le dactyle droit. Le premier est un prédateur actif de gastéropodes (ex. Zipser & Vermeij, 1978), tandis que le second est un prédateur actif de bivalves, de poissons ainsi que charognard (ex. Webley, 2008). Tout cela est en cohérence avec le paléoenvironnement des gisements de Gaas, dont l'extraordinaire richesse en mollusques offrait un habitat adapté pour ces deux taxons.

A l'exception de la carapace extraordinairement bien conservée d'*Aquitainotlos gaasensis* gen. nov. et sp. nov., trouvée à l'intérieur d'un gastéropode, le reste du matériel étudié correspond à des restes de chélicères isolés et principalement à des fragments de doigts des pinces. Ceci est probablement dû à l'environnement côtier peu profond et agité qui a empêché un enfouissement rapide des cadavres et des exuvies de crustacés, lesquels ont un faible potentiel de conservation lié à la rapidité de putréfaction et de dislocation des corps

(Klomp maker et al., 2017). Seules les parties les plus calcifiées, comme les dactyles, ont été préservées.

La présence d'Alpheidae dans les niveaux du Rupélien d'Aquitaine est ici démontrée et l'abondance du matériel rassemblé depuis plusieurs années par l'un d'entre nous (AC), issu de niveaux allant du Rupélien au Serravallien, conduira à une future étude spécifique.

Cette étude élargit la connaissance des décapodes fossiles de l'Oligocène du Bassin aquitain, peu ou très peu décrits à ce jour. D'autres investigations dans d'autres gisements proches de ceux qui ont livré la faune décrite ici, ainsi que le tri d'une grande quantité de sédiment collecté lors des dernières fouilles, devrait permettre l'étude d'un matériel supplémentaire qui complétera les connaissances des crustacés décapodes du Bassin aquitain.

## Remerciements

Nous remercions la famille Camiade pour les autorisations de fouilles, et leur bienveillance et leur soutien dans les recherches dont ils ont toujours fait preuve. Nous remercions également le Muséum d'Histoire naturelle de Bordeaux pour la conservation du matériel étudié. Barry van Bakel pour ses commentaires sur la taxonomie. Danielle Guinot et à Sylvain Charbonnier pour l'examen attentif et constructif de notre manuscrit.

## Références bibliographiques

- Adams, A. & White, A. 1849.** Crustacea, Part II. In: A. Adams (ed.), *Zoology of the Voyage of H. M. S. Samarang; under the command of Captain Sir Edward Belcher, C.B., F.R.A.S., F.G.S., during the years 1843-1846.* 33-67 pp. Reeve, Benham, and Reeve. London. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/60405>
- Alcock, A. 1896.** Materials for a carcinological fauna of India, no. 2. The Brachyura Oxystoma. *Journal of the Asiatic Society of Bengal*, 65 (2): 134-296. <https://biodiversitylibrary.org>
- Artal, P. & Hyžný, M. 2016.** An appraisal of *Typilobus Stoliczka*, 1871 (Crustacea, Brachyura, Leucosioidea), with description of a new family and genus. *Zootaxa*, 4117 (3): 387-398. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.4117.3.6>
- Basterot, B. De 1825.** Description géologique du bassin tertiaire du Sud-ouest de la France. Première partie, comprenant les observations générales sur les mollusques fossiles, et la description particulière de ceux qu'on rencontre dans ce bassin. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Paris*, 2: 1-100.
- Bell, T. 1855.** Horae carcinologicae, or notices of Crustacea. I. A monograph of the Leucosidae, with observations on the relations, structure, habits and distribution of the family, a revision of the generic characters, and descriptions of new genera and species. *Proceedings of the Linnean Society of London*, London, 2: 64-65, 428-435. <https://ia802700.us.archive.org/12/items/monographofleuco00bell/monographofleuco00bell.pdf>
- Benoist, E. A. 1884.** L'étage oligocène moyen dans la commune de Gaas. *Bulletin de la Société de Borda*, 38: 53-61.
- Beschin, C. & De Angeli, A. 2006.** Il genere *Palaeoecarpilius* A. Milne-Edwards, 1862 (Decapoda, Brachyura, Carpilidae) nel Terziario del Vicentino (Italia Settentrionale). *Studi e Ricerche*, 1: 11-23.
- Blow, W. C. 2003.** New brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from the Upper Pliocene Yorktown Formation of southeastern Virginia. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 116 (1) : 168-189. <https://decapoda.nhm.org/pdfs/30802/30802.pdf>
- Boucher, H. Du 1885.** Une excursion géologique à Gaas (Landes). *Bulletin de la Société de Borda*, 10 : 127-129.
- Bouille, R. De 1880.** Note sur les crustacés fossiles et quelques espèces nouvelles du terrain nummulitique de Biarritz. *Bulletin de la Société des sciences, lettres et arts de Pau*, 2(9): 71-86.
- Boussac, J. 1911.** Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur le nummulitique de Biarritz. *Annales Hébert*, 5 : 1-95.
- Cahuzac, B. & Janssen, A. 2010.** Eocene to Miocene holoplanktonic Mollusca. *Scripta Geologica*, 141: 1-193.
- Cahuzac, B. & Poignant, A. 1997.** Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168(2): 155-169.
- Canu, F. 1916.** Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France. VIII. Rupélien de Gaas. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, vol. 1914, 4e série, 14(7-9): 465-474.
- Chevalier, J.-P. 1955.** Les polypiers anthozoaires du Stampien de Gaas (Landes). *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse*, 90: 375-410.
- Ciampaglio, C. N. & Weaver, P. G. 2008.** Two new genera of Coleoidea from the Chickasawhay Limestone (Oligocene) of Alabama. *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh.*, 250(1): 103-111. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2008/0250-0103>
- Collins, J. S. F. & Morris, S. F. 1976.** Tertiary and Pleistocene crabs from Barbados and Trinidad. *Palaeontology*, 19(1): 107-131.
- Cossmann, M. 1921.** Synopsis des mollusques de l'Éocène et de l'Oligocène en Aquitaine. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 23(3-4), 5-112.
- Daguin, F. 1938.** Considérations générales sur le Stampien marin du Bassin d'Aquitaine. *Publications de l'Université de Bordeaux, Mélanges scientifiques offerts à M. Luc Picart par ses Collègues et Collaborateurs*, extrait, éditions Delmas, 2: 293-310.
- Daguin, F. 1948.** L'Aquitaine occidentale. *Actualités Scientifiques et Industrielles*, 1050, Géologie régionale de la France. Exposés publiés

- sous la direction de A. F. de Lapparent, Vol. 5: 232 pp. Hermann & Cie, éditeurs. Paris.
- Dana, J. D. 1852.** Parts I and II, Crustacea. U.S. Exploring Expedition during the Years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, under the Command of Charles Wilkes, U.S.N. Vol. 13, 1-1618 pp. C. Sherman. Philadelphia.
- De Haan, W. 1833-1850.** Crustacea, in von Siebold, P. F. (ed.), Fauna Japonica sive Descriptio Animalium, quae in Itinere per Japoniam, Jussu et Auspiciis Superiorum, qui summum in India Batava Imperium Tenent, Suscepto, Annis 1823-1830 Collegit, Notis, Observationibus et Adumbrationibus Illustravit. i-xvii, i-xxxii, ix-xvi, 1-243pp. J. Müller et Co. Leyden. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.124951>
- De Angeli, A., Garassino, A. & Ceccon, L. 2010.** New report of the coral-associated decapods from the "Formazione di Castelgomberotto" (early Oligocene) (Vicenza, NE Italy). *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale in Milano*, 151(2): 145-177.
- Dell'Angello, B., Lesport, J.-F., Cluzaud, A. & Sosso, M. 2018.** The Oligocene to Miocene chitons (Mollusca: Polyplacophora) of the Aquitaine Basin, southwestern France, and Ligerian Basin, western France. Part 1: Leptochitonidae, Hanleyidae, Ischnochitonidae, Chitonidae, Spinochitonidae fam. nov. and Schizochitonidae. *Bollettino Malacologico*, 54: 1-47.
- Dell'Angello, B., Lesport, J.-F., Cluzaud, A. & Sosso, M. 2020.** The Oligocene to Miocene chitons (Mollusca: Polyplacophora) of the Aquitaine Basin, southwestern France, and Ligerian Basin, western France. Part 2: Lepidochitonidae, Tonicellidae, Acanthochitonidae, Cryptoplacidae and Additions to Part 1. *Bollettino Malacologico*, 56: 1-58.
- Deroin, J.-P. 2004.** La pierre de construction dans le département de la Gironde. Actes du 126<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques (Toulouse, 2001), 83-98.
- Desmarest, A. G. 1822.** Histoire naturelle des Crustacés fossiles. Les Crustacés proprement dits. 67-154 pp. (Levrault) Paris.
- Dutertre, A. P. 1921.** Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dans le Bordelais (23-28 Aout 1920). Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 72(2): 183-250.
- Ferratges, F. A., Zamora, S. & Aurell, M. 2019.** A new genus and species of Parthenopidae MacLeay, 1838 (Decapoda: Brachyura) from the lower Eocene of Spain. *Journal of Crustacean Biology*, 39(3): 303-311. <https://doi.org/10.1093/jcbl/ruz014>
- Glaesner, M. 1928.** Die Dekapodenfauna des österreichischen Jungtertiärs. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 78: 161-219.
- Guinot, D. 1977.** Propositions pour une nouvelle classification des Crustacés Décapodes Brachyours. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, Paris, série D* 285: 1049-1052.
- Grateloup, J.-P. S. 1828.** Tableau des coquilles fossiles qu'on rencontre dans les terrains calcaires tertiaires (faluns) des environs de Dax, dans le département des Landes. 2<sup>ème</sup> article. *Bulletin d'Histoire Naturelle de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 2 (4): 123-158
- Grateloup, J.-P. S. 1834.** Tableau (suite du) des coquilles fossiles qu'on rencontre dans les terrains tertiaires grossiers (faluns) des environs de Dax, département des Landes. 10<sup>ème</sup> article. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 6 (4): 188-212.
- Grateloup, J. P. S. 1845-1847.** Conchyliologie fossile des terrains tertiaires du Bassin de l'Adour (environs de Dax).- 1, Univalves. Atlas. 1845, 45 planches et textes explicatifs, p. 1, 3, 5-10, 12-48). 1847, 3 planches et textes explicatifs, p.2, 4, 11, I-XX (Préface, liste bibliographique et abréviations), Tableau distribution, 1-12 (Table générale). Lafargue, Bordeaux
- Herbst, J. F. W. 1790.** Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse nebst einer systematischen Beschreibung ihrer verschiedenen Arten. Vol. 1(8): 239-274. Gottlieb, Auguts und Lange, Berlin & Stralsund.
- Hyžný, M. & Dulai, A. 2021.** Badenian decapods of Hungary. 296 pp. Geolitera Publishing House, Institute of Geosciences, University of Szeged, Szeged.
- Hyžný, M., Kroh, A., Ziegler, A., Anker, A., Košťák, M., Schlögl, J., Culka, A., Jagt, J. W. M., Fraaije, R.,H.,B., Harzhauser, M., B.,W.,M. & Ruman A. 2017.** Comprehensive analysis and reinterpretation of Cenozoic mesofossils reveals ancient origin of the snapping claw of alpheid shrimps. *Scientific Reports*, 7(4076): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02603-5>
- Janssen, A. W. 1985.** Ontsluitingen in het Bekken van Aquitaine. *Afzettingen*, vol. 6, (74-97): 104-129.
- Janssen, A. W. 2010.** Systematic palaeontology, 21-113, in Cahuzac, B. & Janssen, A. (2010). Eocene to Miocene holoplanktonic Mollusca. *Scripta Geologica*, 141: 1-193.
- Janssen, R. 1979.** *Berthelinia* und *Julia* aus dem Oligozän von SW-Frankreich (Gastropoda: Sacoglossa). *Archiv für Molluskenkunde*, 110(1): 75-79.
- Karasawa, H. 1993.** Cenozoic decapod Crustacea from southwest Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, 20: 1-92.
- Klompmaker, Ā. A., Portell, R. W. & Frick, M. G. 2017.** Comparative experimental taphonomy of eight marine arthropods indicates distinct differences in preservation potential. *Palaeontology*, 2017: 1-22.
- Lamarck, J. B. P. A. 1804.** Suite des mémoires sur les fossiles des environs de Paris. *Annales du Muséum national d'histoire naturelle*, 5: 28-36.
- Latreille, P. A. 1802.** Histoire naturelle, générale et particulière des Crustacés et des Insectes. Ouvrage faisant suite à l'histoire naturelle générale et particulière, composée par Leclerc de Buffon, et rédigée par C.S. Sonnini, membre de plusieurs Sociétés savantes. Vol. 3. 476 pp. Dufart, Paris. <https://www.biodiversitylibrary.org/>



[item/80064#page/5/mode/1up](https://www.biodiversitylibrary.org/page/80064#page/5/mode/1up)

- Latreille, P. A. 1825.** *Parthenope*. In: Encyclopédie Méthodique d'Histoire Naturelle, 10(1): 14-15.
- Lesport, J.-F., Cluzaud, A. & Verhecken, A. 2015.** The Cenozoic Plesiotritoninae (Mollusca: Neogastropoda: Cancellarioidea: Cancellariidae) of the Aquitaine Basin, southwestern France. *Palaeontos*, 27: 1-64.
- Louzet, P. 1985.** Compléments à la malacofaune oligocène (Stampien) de Gaas (Bassin d'Aquitaine, France), 1 Mollusques saumâtres. *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, 22(3): 125-142.
- Louzet, P. 1997.** Le domaine atlantique européen au Cénozoïque moyen : diversité et évolution des gasteropodes. 309 pp. Thèse de doctorat du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris.
- Louzet, P. 2011.** Nouvelles espèces de gastéropodes (Mollusca : Gastropoda) de l'Oligocène et du Miocène inférieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Partie 4. Cossmanniana*, 13: 49-58.
- Louzet, P. 2015.** Nouvelles espèces de gastéropodes (Mollusca: Gastropoda) de l'Oligocène et du Miocène inférieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Partie 5. Cossmanniana*, Paris, 17:15-84.
- Louzet, P. & Maestrati, P. 1982.** Nouvelles espèces de mollusques de l'Oligocène (Stampien) pour les bassins de Paris et d'Aquitaine. *Archiv für Molluskenkunde*, 112 (1-6): 165-187.
- Luque, J., Schweitzer, C. E., Santana, W., Portell, R. W., Vega, F. J. & Klompaker A. A. 2017.** Checklist of fossil decapod crustaceans from tropical America, part I: Anomura and Brachyura. *Nauplius*, 25: 1-85. <https://DOI.10.1590/2358-2936e2017025>
- Macleay, W. S. 1838.** On the Brachyurous Decapod Crustacea Brought from the Cape by Dr. Smith, in Smith A. (ed.), *Illustrations of the Annulosa of South Africa; Consisting Chiefly of Figures and Descriptions of the Objects of Natural History Collected During an Expedition into the Interior of South Africa, in the Years 1834, 1835, and 1836; fitted out by "The Cape of Good Hope Association for Exploring Central Africa..."*. Vol. 3: 53-71 pp. Smith, Elder and Company, London., <https://biodiversitylibrary.org/page/42776618>
- Magne, A. 1937.** Note sur la faune terrestre et fluviatile de la marnière de Bis à Gaas. *Procès-Verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux*, Vol. 1936, 88: 36-38.
- Magne, A. & Vergneau-Saubade, A.-M. 1971.** Les *Turbo* tertiaires du Bassin d'Aquitaine. *Bulletin de la Société de Borda*, 1(341): 121-134.
- Magne, A. & Vergneau-Saubade, A.-M. 1972.** Les Cerithium du groupe Gourmya dans le Bassin d'Aquitaine. *Bulletin de la Société de Borda*, 3(347): 367-373.
- Milne-Edwards, A. 1862.** Monographie des Crustacés de la famille des Cancériens. *Annales des Sciences Naturelles, (Zoologie)*, 4(18): 31-85. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/92583>
- Milne-Edwards, A. 1865.** Description de quelques Crustacés nouveaux ou peu connus de la famille des Leucosiens. *Annales de la Société entomologique de France*, sér. 4(5): 148-159. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/14221555#page/160/mode/1up>
- Milne-Edwards, A. 1873a.** Description de quelques Crustacés Nouveaux ou peu connus provenant du Musée de M. C. Godeffroy. *Journal des Museum Godeffroy*, 1: 253-264.
- Milne-Edwards, A. 1873b.** Crustacés fossiles nouveaux des terrains tertiaires de la Gironde. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 29: 64-66. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=sourcecode-tails&id=144539>
- Milne-Edwards, A. 1881.** Note sur quelques Crustacés fossiles des environs de Biarritz. *Annales des Sciences géologiques*, 11(2): 1-8.
- Morris, S. F., & Collins, J. S. H. 1991.** Neogene crabs from Brunei, Sabah and Sarawak. *Bulletin of the British Museum (Natural History), (Geology)*, 47(1): 1-33.
- Naderloo, R. & Sari, A. 2005.** Iranian Subtidal Leucosiid Crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) of the Persian Gulf: Taxonomy and Zoogeography. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 1(1): 28-43.
- Ng, P.K.L. & Chan, T-Y 2021.** Rediscovery of *Orientalotioshibai* Sakai, 1980 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Leucosiidae) in Taiwan. *ZooKeys*, 1053: 185-195. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1053.67326>
- Ng, P. K. L., Guinot, D, Davie, P., J., F. 2008.** Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bulletin of Zoology, Supplement 17*: 1-286.
- Orbigny, A. D' 1852.** *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés*. 3, 196 pp.V. Masson, Paris.
- Ortmann, A. 1893.** Die Decapoden-Krebse des Strassburger Museums. 7. Theil. Abtheilung: Brachyura (Brachyura genuine Boas) 2. Unterabtheilung: Cancroidea, 2. Section: Cancrinae, 1. Gruppe: Cyclometopa. *Zoologischen Jahrbücher, Abtheilung für Systematic, Geographie und Biologie der Thiere*, 7: 411-495. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/39199099#page/37/mode/1up>
- Ossó, À. & Gagnaison, C. 2019.** An appraisal of the Middle-Late Miocene fossil decapod crustaceans of the 'Faluns' (Anjou-Touraine, France). *Geodiversitas*, 41(9): 367-383. <https://doi.org/10.5252/geodiversitas2019v41a9>
- Ossó, À., Gagnaison, C. & Gain, O. 2022.** A re-appraisal of the middle-late Miocene fossil decapod crustaceans of the 'Faluns' (Anjou-Touraine, France). *Geodiversitas*, 44 (6): 207-228. <https://doi.org/10.5252/geodiversitas2022v44a6>
- Platel, J.-P.** Histoire géologique du Bassin Aquitain. BRGM Aquitaine. <https://sigesaqi.brgm.fr/-Histoire-geologique-du-Bassin-Aquitain-.html>
- Poignant, A. 1967.** L'Oligo-Miocène d'Aquitaine méridionale. 385 pp. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Paris.
- Priem, F. 1914.** Sur les Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs

- rs au Sud-Ouest de la France. Bulletin de la Société géologique de France, 4ème série, 14(3-4): 118-131.
- Rafinesque, C. S. 1815.** Analyse de la nature, ou tableau de l'univers et des corps organisés. 1-224 pp. Imprimerie de Jean Barravecchia. Palermo.
- Raulin, V. 1896.** Sur la faune oligocène de Gaas (Landes). Bulletin de la Société Géologique de France, Vol. 1895, 3ème série, 23(8): 546-555.
- Raulin, V. 1897.** Statistique géologique et agronomique du département des Landes. 3ème partie : Terrains tertiaires et d'alluvion de la partie occidentale du département et additions. 491-674 pp. Imprimerie de L. Laurent fils éditeur. Verdun.
- Raulin, V. & Delbos, J. 1855.** Extrait d'une monographie des Ostrea des terrains tertiaires de l'Aquitaine. Bulletin de la Société Géologique de France, Paris, 2ème série, 12: 1144-1159.
- Reuss, A. E. 1869.** Zur fossilen Fauna der Oligocänschichten von Gaas. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 59(3): 446-488.
- Rüppell E. 1830.** Beschreibung und Abbildung von 24 Arten Kurzschwänzigen Krabben, als Beitrag zur Naturgeschichte des rothen Meeres. 28 pp. H. L. Brönnner, Frankfurt am Main. <https://archive.org/details/b22418593/page/n33/mode/2up>
- Sakai, T. 1980.** On new and rare crabs taken from Japanese and Central Pacific waters. Researches on Crustacea. Minatoku, 10: 73-84. [https://doi.org/10.18353/rcustacea.10.0\\_73](https://doi.org/10.18353/rcustacea.10.0_73)
- Samouelle G. 1819.** The Entomologist's Useful Compendium, or an Introduction to the British Insects, etc. 496 pp. T. Boys. London. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/34177>
- Schweitzer, C. E. & Feldmann, R. M. 2010.** New fossil decapod crustaceans from the Remy collection, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Geodiversitas, 32: 399-415.
- Spiridonov, V.A., Neretina, T.V. & Schepetov, D. 2014.** Morphological characterization and molecular phylogeny of Portunoidea RAFINESQUE, 1815 (Crustacea Brachyura): Implications for understanding evolution of swimming capacity and revision of the family-level classification. Zoologischer Anzeiger, 253: 404-429. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2014.03.003>
- Steurbaut, E. 1984.** Les otolithes téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). Palaeontographica, 186: 1-162.
- Stimpson, W. 1871.** Preliminary report on the Crustacea dredged in the Gulf Stream in the Straits of Florida, by L. F. de Pourtalès, Assist. U.S. Coast Survey, part I: Brachyura. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 2(1-5): 109-160.
- Stoliczka, F. 1871.** Observations of fossil crabs from Tertiary deposits in Sind and Kutch. Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologica Indica, Calcutta, series 7, 14, 1(1): 1-16.
- Tan, S. H. & Ng, P. K. L. 2007.** Descriptions of new genera from the sub-family Parthenopinae (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parthenopidae). Raffles Bulletin of Zoology, Supplement 16: 95-119.
- Tournouër, R. 1863.** Note sur la présence des *Nummulites* dans l'étage à *Natica crassatina* du bassin de l'Adour. Bulletin de la Société Géologique de France, 2(20): 649-670.
- Tournouër, R. 1882a.** Sur une nouvelle espèce de coquille des marnes de Gaas (étage tongrien) voisine des *Tridacna*. Bulletin de la Société Géologique de France, 3(10): 221-228.
- Tournouër, R. 1882b.** Note sur les marnes à fossiles terrestres et d'eau douce de Gaas. Congrès scientifique de Dax. 1ere session, Dax, p. 367-370.
- Van Straelen, V. 1939.** *Neptunus regulensis* nov. sp. portunidae nouveau du Rupélien de l'Aquitaine. Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, 15(58): 1-3.
- Vega, F. J., Gholamalian, H. & Bahrami, A. 2010.** First record of Miocene crustaceans from Hormozgan Province, Southern Iran. Paläontologische Zeitschrift, 84: 485-493.
- Vergneau-Saubade, A.-M. 1959.** Observations paléontologiques et paléoécologiques sur les gastropodes du Stampien de Gaas (Landes). Travaux scientifiques du centre de géologie approfondie, 2, 210 pp. Université de Bordeaux, Faculté des sciences. Talence.
- Vergneau-Saubade, A.-M. 1963.** Gastropodes nouveaux de l'Oligocène de Gaas (Landes). Procès-Verbaux des séances de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 76-83.
- Vergneau-Saubade, A.-M. 1966.** Monographie de la faune malacologique des gisements types de l'Oligocène aquitain. 454 pp. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Bordeaux. Bordeaux.
- Vergneau-Saubade, A.-M. 1968.** Quelques espèces nouvelles de mollusques de l'Oligocène aquitain. Bulletin de l'Institut géologique du Bassin d'Aquitaine, 4: 196-209.
- Vignal, L. 1898.** Étude des potamidés de l'Oligocène de Gaas (Landes) (Coquilles de la famille des Cerithiidae). Feuille des jeunes naturalistes, 3(330-331): 93-98.
- Webley, J. A. C. 2008.** The ecology of the mud crab (*Scylla serrata*): their colonisation of estuaries and role as scavengers in ecosystem processes. PhD thesis, Griffith University, QLD, Australia.
- Yassini, I. 1969.** Ecologie des associations d'Ostracodes du Bassin d'Arcachon et du littoral atlantique. Application à l'interprétation de quelques populations du Tertiaire aquitain. Bulletin de l'Institut géologique du Bassin d'Aquitaine, 17: 1-128.
- Zipser, E. & Vermeij, G. J. 1978.** Crushing behavior of tropical temperate crabs. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 31(2): 155-172. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(78\)90127-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(78)90127-2)

# Descripción de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. (Gastropoda: Testacellidae, grupo *scutulium*), una nueva especie de distribución gimnésica

Josep Quintana Cardona<sup>1,2</sup>

1. Gustau Mas 79, 1er, 07760 Ciutadella de Menorca, illes Balears.

2. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edificio ICTA-ICP, Carrer de les Columnes s/n, campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona. e-mail: Picoguevo@gmail.com.

El estudio de varios individuos del género *Testacella* J. Gray, 1840 de Menorca y Mallorca y su comparación con otras poblaciones europeas incluidas en el grupo *scutulium* (caracterizadas por un pene sin ningún tipo de dilataciones o flagelos) ha revelado la existencia de diferencias a nivel conchiliológico y de la anatomía externa relativas a la peculiar morfología del margen posterior de la concha y a la terminación de los dos extremos posteriores de los surcos laterales. La presencia de huevos y conchas fósiles de *Testacella* en los yacimientos del Plio-Pleistoceno de Menorca indican su carácter autóctono. Se considera que las poblaciones actuales de *Testacella* derivan de las poblaciones prehumanas, ya que no existen diferencias significativas en la morfología de las conchas. Por su carácter autóctono, y por las diferencias antes citadas, las poblaciones de Menorca y Mallorca representan una nueva especie endémica de distribución gimnésica, dada la semejanza morfológica en las poblaciones de las dos islas, si bien es cierto que serán necesarios estudios moleculares con los que confirmar o desmentir tal hipótesis. La nueva especie posee un claro carácter críptico, debido a que las diferencias con el resto de poblaciones incluidas en el grupo *scutulium* son muy pequeñas, razón por la cual han pasado inadvertidas o han sido obviadas de forma sistemática. Sin embargo, tales diferencias adquieren un nuevo significado a la luz de su contexto histórico, en el que las poblaciones de Menorca y Mallorca han evolucionado, de manera aislada, desde el Paleógeno, época en la que se inició la fragmentación del escudo hercínico y la separación de las Baleares de la península Ibérica.

*Palabras clave:* Otto Lidenbrock, Jules Verne, Fragmentación del Escudo Hercínico, Paleógeno, Especie Críptica, Aislamiento evolutivo.

## Description of *Testacella lidenbrocki* sp. nov. (Gastropoda: Testacellidae, *scutulium* group), a new species of Menorcan/Mallorcan distribution

The study of several individuals of the genus *Testacella* J. Gray, 1840 from Menorca and Mallorca and their comparison with other European populations included in the *scutulium* group (characterized by a penis without any type of dilatations or flagella) has revealed the existence of differences at conchological and external anatomy level related to the peculiar morphology of the posterior margin of the shell and the termination of the two posterior ends of the lateral grooves. The presence of fossil eggs and shells in the Plio-Pleistocene deposits of Menorca indicate its autochthonous character. It is considered that the extant *Testacella* of Menorca derive from pre-human populations, since there are no significant differences in the morphology of extant and fossil shells. Due to their autochthonous character and the aforementioned differences, the populations of Menorca and Mallorca represent a new endemic species with a distribution specific to those islands, although it is true that molecular studies will be necessary to confirm or disprove this hypothesis. The new species has clearly cryptic characteristics, since the differences with the rest of the populations included in the *scutulium* group are very small, which is why they have gone unnoticed or have been ignored. However, such differences take on a new meaning in light of their biogeographic context, in which the populations of Menorca and Mallorca have evolved, in isolation, since

the Paleogene, the period in which the fragmentation of the Hercynian shield and the separation of the Balearic Islands from the Iberian Peninsula began.

*Keywords:* Otto Lidenbrock, Jules Verne, Hercynian Shield Fragmentation, Paleogene, Cryptic Species, Evolutionary Isolation.

El género *Testacella* J. Gray, 1840 comprende ocho especies de “semibabosas” (*sensu* Schileyko, 2000) o caracoles “semidesnudos” (*sensu* Fechter y Falkner, 1993) de vida hipogea y alimentación carnívora (a base de lombrices de tierra), originalmente distribuidos por la región mediterránea y europea, caracterizados por la posesión de una pequeña concha auriforme situada en el extremo posterior del cuerpo. Debido a sus hábitos subterráneos, son difícilmente dispersados de forma pasiva, considerándose buenos indicadores biogeográficos (Giusti et al., 1995), es decir, muy ligados a zonas geográficas concretas, como en el caso de *Testacella bracciai* Nardi & Bodon, 2011, endémica del norte de Italia (Lombardía), *Testacella fischeriana* Bourguignat, 1861 y *Testacella brondeli* Bourguignat, 1861, ambas endémicas de Argelia (Giusti et al., 1995), *Testacella gestroi* Giusti, 1970 endémica de Cerdeña, Tavolara y sur de Córcega (Giusti, 1970; Rinaldi, 2004) y *Testacella riedeli* Giusti, Manganelli & Schembri, 1995 endémica de Malta y el área adyacente del Magreb (Giusti et al., 1995).

Por el contrario, *Testacella maugei* Férussac, 1819, *Testacella haliotidea* Draparnaud, 1801 y *Testacella scutulium* G. B. Sowerby, 1820 presentan áreas de distribución más amplias y fragmentadas. Así, *T. maugei* se distribuye por Tenerife, Gran Canaria y Fuerteventura, Madeira, Azores y Marruecos (Díaz et al., 1986), Reino Unido e Irlanda (Kerney & Cameron, 1979; Rowson et al., 2014). En la península Ibérica, se distribuye por toda la costa atlántica y la mitad sur de la costa mediterránea (Cadevall & Orozco, 2016).

*T. haliotidea* presenta una distribución semejante, a excepción de los archipiélagos macaronésicos. En la península Ibérica ha sido citada en toda la zona nororiental y en la costa mediterránea (Cadevall & Orozco, 2016). De manera ocasional, también ha aparecido en los jardines del oeste de Suiza y Alemania y Dinamarca (Kerney & Cameron, 1979).

Por otra parte, *T. scutulium* ha sido citada en Gran Canaria (Díaz et al., 1986), Italia continental (Rinaldi, 2004), Sicilia (Liberto et al. 2011), Eslovenia y Croacia

(De Mattia, 2006), Mallorca y Menorca (Gasull, 1969; Quintana, 2004), Reino Unido e Irlanda (Rowson et al., 2014). En la península Ibérica, esta especie tan solo ha sido registrada en la costa mediterránea (Cadevall & Orozco, 2016).

Las especies con un mayor rango geográfico (*T. maugei*, *T. haliotidea* y *T. scutulium*) son las que presentan una anatomía genital más simple. A diferencia de *T. maugei* y *T. haliotidea*, *T. scutulium* no presenta ningún tipo de constricción o dilatación en el pene, razón por la cual ha sido considerada una unidad taxonómica y biogeográfica simple (una única especie con una amplia distribución geográfica, aunque disjunta), en la cual han sido obviadas las pequeñas diferencias existentes en la longitud, el diámetro y la forma del pene (Díaz et al., 1986: fig. 4a; Quintana, 2004: figs. 5-6; De Mattia, 2006: fig. 1b-d; Liberto et al., 2011: figs. 6-9; Rowson et al., 2014: p. 120), así como las diferencias fenotípicas y conculiológicas.

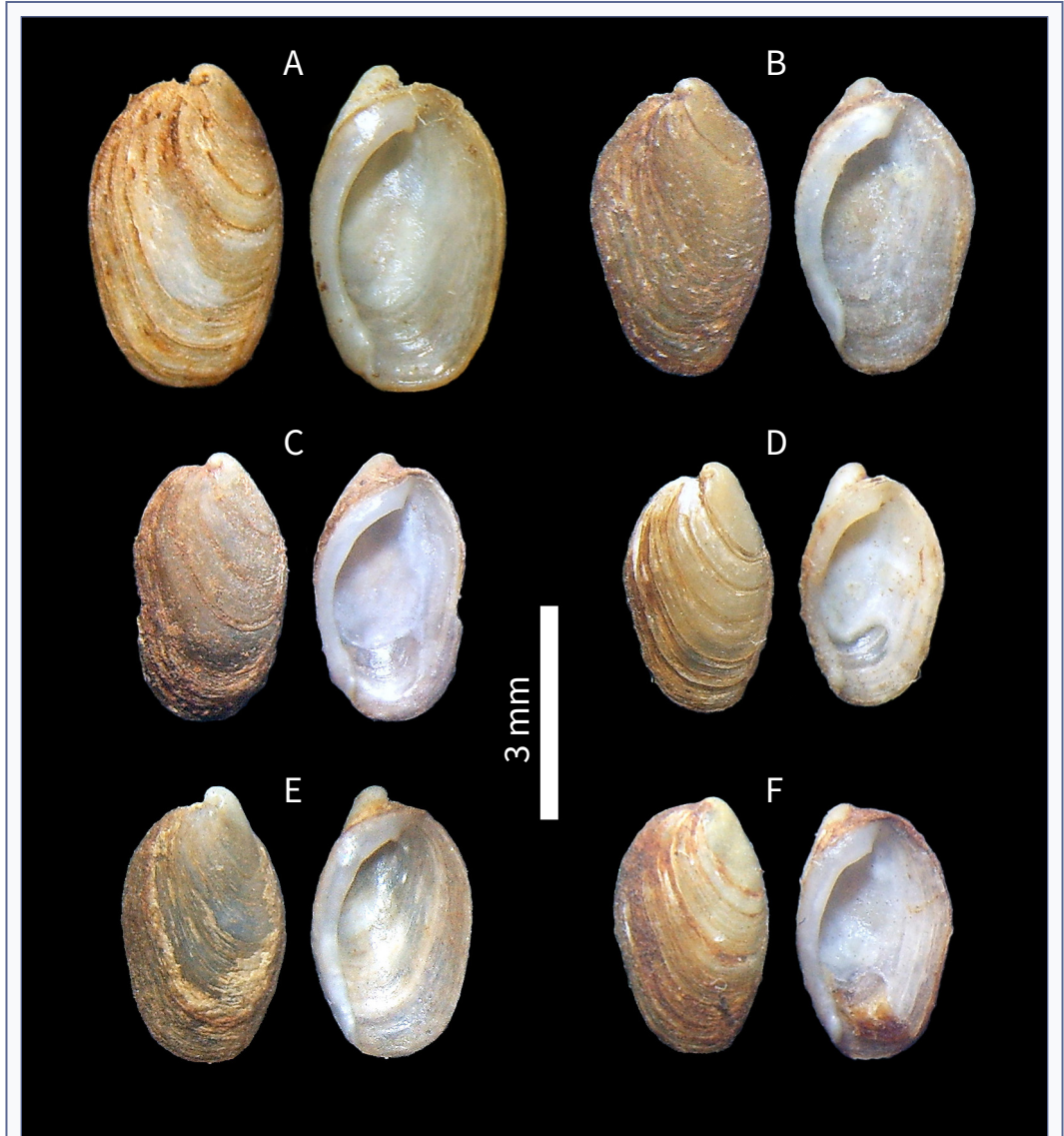
En el caso concreto de Menorca, *T. scutulium* cuenta con un registro paleontológico que se remonta, como mínimo, al Plioceno (Vicens & Pons, 2011: fig. 6). Parece bastante probable que se trate de una población aislada reproductivamente incluso desde épocas anteriores, dado que las primeras faunas (vertebradas) insulares aparecen ya en el Mioceno medio (Quintana & Agustí, 2007).

En este sentido, la revisión detallada de las características fenotípicas, anatómicas y conculiológicas de los ejemplares de Menorca puede resultar especialmente esclarecedora a la luz de este contexto biogeográfico. Este mismo razonamiento también es aplicable a otras poblaciones insulares (Mallorca) y, hasta cierto punto, continentales, dada la distribución disjunta de *T. scutulium* en Europa. La necesidad de esta revisión cobra mayor relevancia por el hecho de que *T. scutulium* fue descrita a partir de un ejemplar procedente del Reino Unido (Sowerby, 1820) que ha de considerarse, por tanto, como el punto de referencia geográfico y taxonómico a la hora de comparar el resto de poblaciones europeas, tanto continentales como insulares.

### Antecedentes históricos

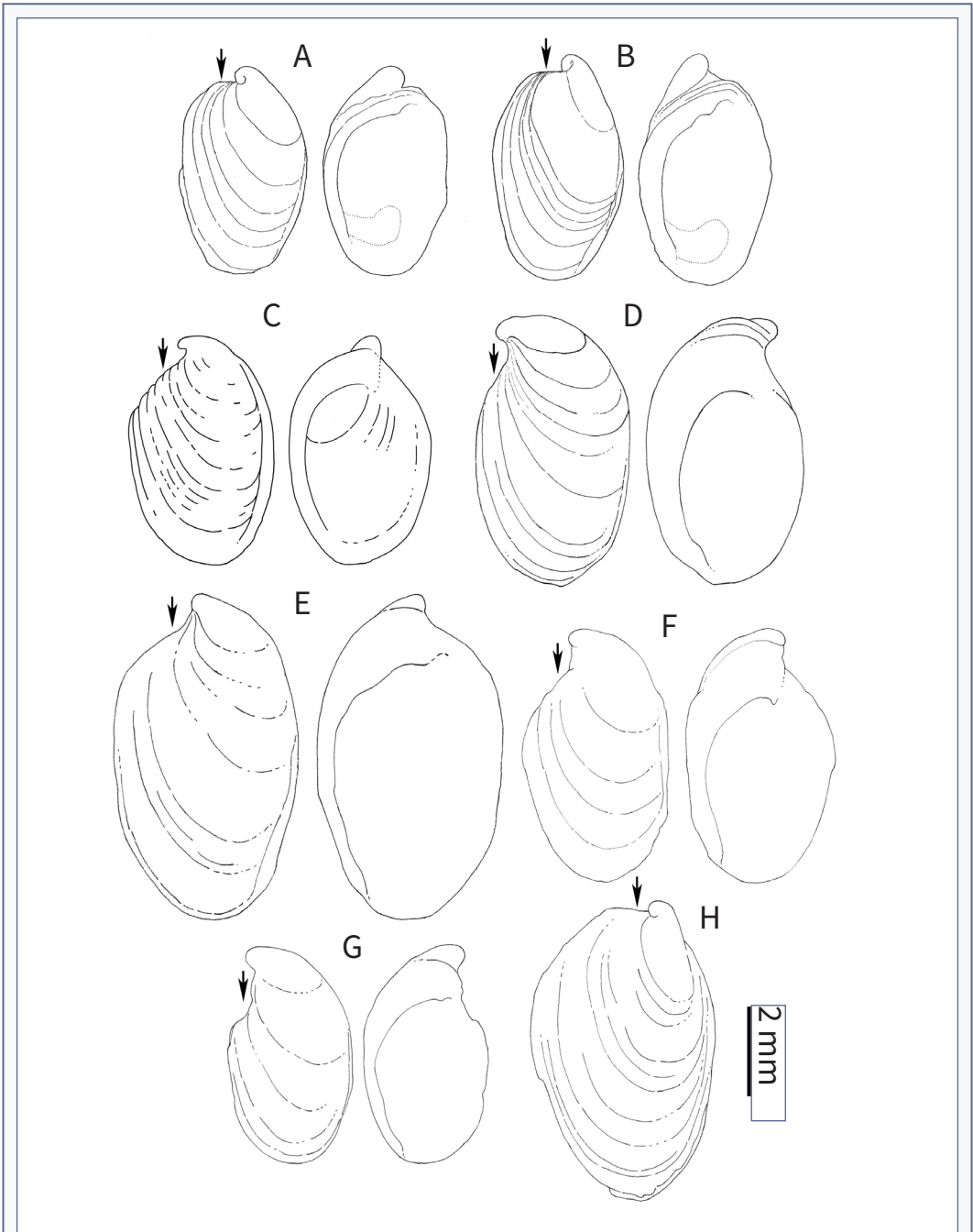
*T. scutulum* fue originalmente descrita por George Brettingham Sowerby (1820) a partir de un ejemplar procedente de un jardín de Lambeth (Londres). Aunque este autor figura un animal vivo y una concha (Sowerby, 1820: figs. 3, 4, 5 y 6), la descripción de la

especie, más bien escueta, se basa tanto en caracteres conquiliológicos (“*testa ovata anticè paulùm acuminata, extus plana, clavicula arcuata, elevata*”) como anatómicos externos (“*The animal of this species, bears a near resemblance to that of T. haliotideus, not having the double row of tubercles running from the head to the anterior part*”).



**FIGURA 1.** Conchas de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. de Menorca. **A:** Santa Eularieta (Alaior); **B:** Canal de l'Infern (Algaiarens, Ciutadella); **C:** Pla de Mar (Ciutadella); **D:** ses Mongetes (Ciutadella); **E:** ses Olles (es Mercadal); **F:** ses Mongetes (Ciutadella).

Shells of *Testacella lidenbrocki* from Menorca. **A:** Santa Eularieta (Alaior); **B:** Canal de l'Infern (Algaiarens, Ciutadella); **C:** Pla de Mar (Ciutadella); **D:** ses Mongetes (Ciutadella); **E:** ses Olles (es Mercadal); **F:** ses Mongetes (Ciutadella).



**FIGURA 2. A-B:** Conchas de *Testacella* procedentes de Menorca; **C:** de Lambeth (Londres), localidad típica de *T. scutulum* (a partir de la figura original de Sowerby, 1820, sin escala); **D-E:** de Sicilia (a partir de Liberto et al., 2011); **F:** de Calabria, Italia; **G:** de Campania, Italia (a partir de Liberto et al., 2011) y **H:** de Mallorca (a partir de Beckmann, 2007).

**A-B:** *Testacella* shells from Menorca; **C:** from Lambeth (London), typical locality of *T. scutulum* (after the original figure of Sowerby, 1820, unscaled); **D-E:** from Sicilia (from Liberto et al., 2011); **F:** from Calabria, Italy; **G:** from Campania, Italy (based on Liberto et al., 2011) and **H:** Mallorca (based on Beckmann, 2007).

of the shell, so conspicuous in that of *T. maugeri*”), dando además por sentado que se trata de una especie nativa del Reino Unido, en contra de la opinión de Rowson et al. (2014), quien la vincula con un origen posiblemente mediterráneo.

Las primeras referencias del género *Testacella* en las islas Baleares corresponden a Hidalgo (1878), quien cita *T. haliotidea* en Mallorca y Menorca. Esta misma especie es también mencionada en Mallorca por Gasull (1965) y Beckmann (2007) y, en Menorca, por Mateo (1993). La primeras referencias de *T. scutulium* en Mallorca y Menorca corresponden a Gasull (1969) y Quintana (2004), quienes basan sus identificaciones, por primera vez, en el estudio anatómico de varios ejemplares, lo cual ofrece una información muy interesante sobre las poblaciones presentes en las dos islas.

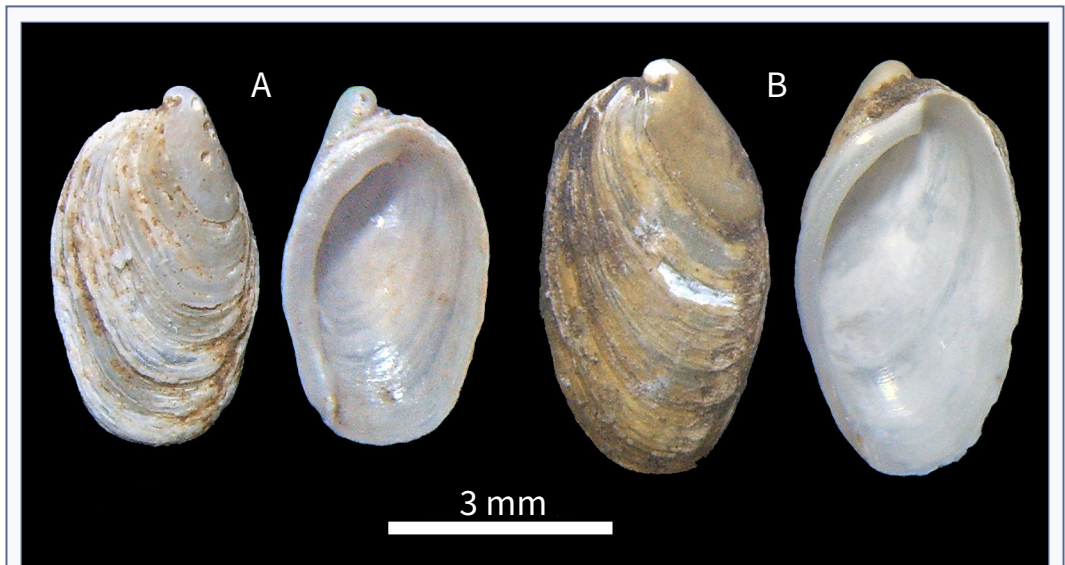
### Metodología

La comparación entre los ejemplares de Menorca y los de Reino Unido se ha realizado a partir de fuentes bibliográficas (Sowerby, 1820; Quintana, 2004; Rowson et al., 2014). De forma adicional, también se han establecido comparaciones con ejemplares procedentes de Sicilia e Italia continental (Liberto et al., 2011),

Eslovenia y Croacia (De Mattia, 2006), la península Ibérica (Castillejo, 1998) y Mallorca (Beckmann, 2007; Castillejo & Iglesias, 2017). Los ejemplares de Menorca y Mallorca figurados en el presente trabajo se conservan en la colección malacológica del autor (CBQ: Col·lecció Josep [Bep] Quintana, Ciutadella de Menorca, Illes Balears, España), estando representados por once lotes de conchas actuales de Menorca (CBQ-312, 838, 888, 962, 3025, 3270, 3304, 3306, 3354, 3355, 3956) y una concha de Mallorca (CBQ-5129), además de cuatro genitalias, todas de Menorca (s/n-A-D), conservadas en frascos de 8 ml, en una solución alcohólica al 70%.

### Concha

Las conchas de Menorca y Mallorca se diferencian claramente del resto de poblaciones incluidas en el grupo *scutulium* por la peculiar morfología del margen posterior de la concha situado en el margen derecho del ápice. Con relación al eje mayor de la concha, el margen posterior forma un ángulo prácticamente perpendicular, en tanto que en el resto de poblaciones este mismo ángulo siempre tiende a ser menor (Fig. 1, 2) (véanse también los ejemplares figurados por De Mattia, 2006: fig. 3). Además, en los ejemplares de



**FIGURA 3.** Holotipo de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. **A:** procedente de los sedimentos holocénicos del Pas d'en Revull (barranco de Algendar, Ferreries Menorca) comparado con un ejemplar **B:** de la serra de Darrera (N'Alí, Mallorca) (Guillem X. Pons leg. 21/04/1990).

Holotype of *Testacella lidenbrocki* sp. nov. **A:** from the Holocene sediments of Pas d'en Revull (Algendar ravine, Ferreries Menorca) compared with a specimen **B:** from the serra de Darrera (N'Alí, Mallorca) (Guillem X. Pons leg. 21 / 04/1990).

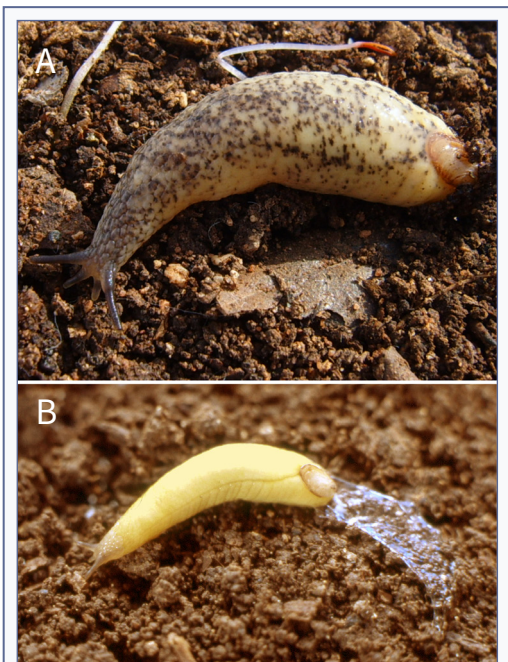
Menorca el reborde del margen izquierdo de la abertura, situado en la zona anterior del ápice, es más estrecho que en el resto de poblaciones, si bien es cierto que tal diferencia es menor si se compara con la figura de Sowerby (1820) (Fig. 2C) y Castillejo (1998: fig. 42). En este sentido, existe una evidente similitud entre las conchas de Menorca y Mallorca al considerar estos dos caracteres (inclinación del margen posterior próximo al ápice y anchura del reborde izquierdo de la abertura) (Fig. 2H y 3).

**Morfología externa**

Animal de coloración muy variable. El cuerpo de algunos ejemplares es de color crema pálido, sin ningún otro tipo de pigmentación (Fig. 4B) o, más frecuentemente, de color crema o amarillo con numerosas puntuaciones de color gris en la zona dorsal (Fig. 4A), más densas en los dos surcos laterales, tal como sucede en los individuos procedentes de Mallorca (Fig. 5)

(Castillejo & Iglesias, 2017: fig. 1). En algunos individuos de Menorca el dorso está ligeramente teñido de color marrón-anaranjado (Beckmann, 2007: fig. 74). En las poblaciones de Menorca y Mallorca, los dos extremos posteriores de los surcos laterales finalizan, sin llegar a coincidir, en el margen anterior de la concha (Fig. 4A y 5), en tanto que en los individuos de Reino Unido y la península Ibérica convergen por delante del margen anterior de la concha (Kerney & Cameron, 1979: lám. 14, fig. 9; Castillejo, 1998: fig. 42; Rowson et al., 2014: 103).

Los ejemplares de Menorca presentan una longitud y un diámetro máximos de 68 mm y 4,8 mm. Los dos pares de tentáculos son de color gris pálido (Quintana, 2004). El dorso del cuerpo presenta una serie de tubérculos redondeados, muy evidentes en el extremo anterior, que se van atenuando hacia el extremo posterior. La zona comprendida entre las líneas laterales y la base del cuerpo está dividida por una serie de líneas oblicuas muy evidentes.



**FIGURA 4.** Diferencias de coloración en *Testacella lidenbrocki* sp. nov. **A:** bosquecillo de acebuches del Lloc de Monges (Ciutadella de Menorca). **B:** costa de cala en Bastó (Ciutadella de Menorca).

Differences in coloration in *Testacella lidenbrocki* sp. nov. **A:** copse of olive trees in Lloc de Monges (Ciutadella de Menorca). **B:** coast of cala en Bastó (Ciutadella de Menorca).



**FIGURA 5.** *Testacella lidenbrocki* sp. nov. de la serra de Darrera (N'Alí, Mallorca) (Guillem X. Pons leg. 21/04/1990).

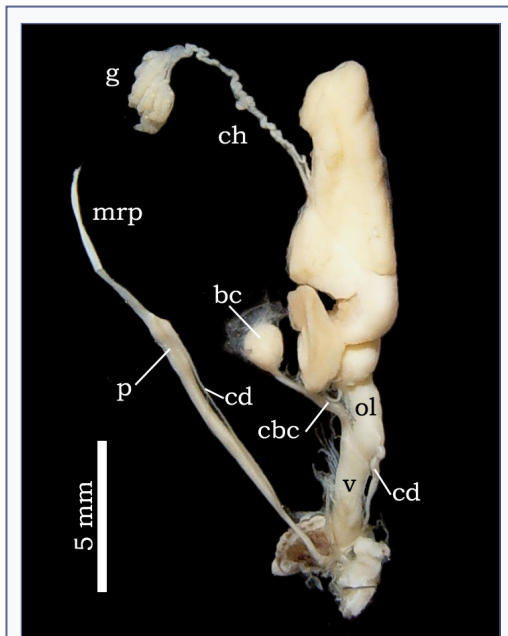
*Testacella lidenbrocki* sp. nov. from the Serra de Darrera (N'Alí, Mallorca) (Guillem X. Pons leg. 04/21/1990).



### Sistema genital

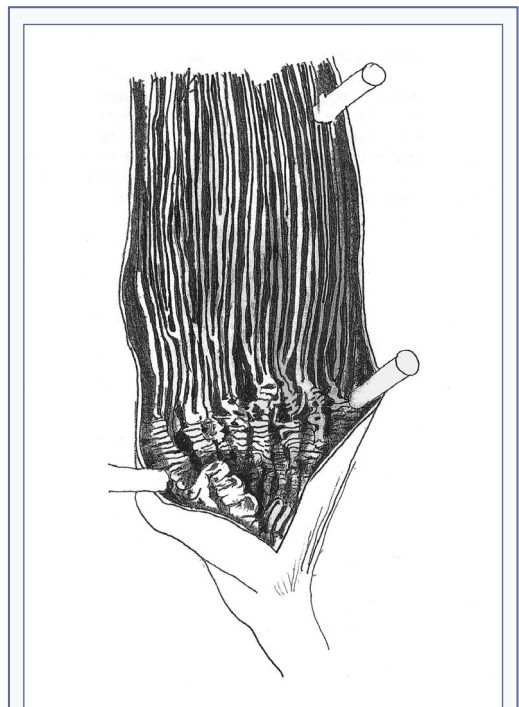
Quintana (2004: figs. 5-6, tabla 2) describe el sistema genital de cuatro individuos procedentes de Menorca. Tan solo uno de los ejemplares presenta un pene relativamente largo, con un diámetro muy constante en toda su longitud, sin ningún tipo de dilataciones o flagelos (Fig. 6). La estructura interna del pene muestra numerosos pliegues paralelos (Fig. 7). La parte final del conducto deferente se sitúa en la zona de contacto entre el extremo del pene y el músculo retractor. El individuo de Mallorca figurado por Castillejo & Iglesias (2017: fig. 1) presenta estas mismas características. Tres de los ejemplares estudiados por Quintana (2004), procedentes de Menorca, muestran un pene muy poco desarrollado, lo cual podría indicar que en esta población la reproducción se lleva a cabo, frecuentemente, por autofecundación (Folco Giusti, carta 27.04.04).

Los ejemplares de Menorca presentan algunas diferencias al compararse con individuos del Reino Unido y Croacia. Así, el sistema genital de *T. scutulium* figurado por Rowson et al. (2014: p. 120), procedente de Middlesex (Londres), se diferencia de los ejemplares de Menorca por la posesión de un pene proporcionalmente más ancho y con numerosas constricciones, la más importante de las cuales se sitúa hacia el extremo distal del pene. Además, el punto de inserción del músculo retractor del pene se encuentra, aparentemente, algo desplazado en relación al punto de inserción del vaso deferente. Las diferencias son más significativas al compararse con las genitales de Croacia figuradas por De Mattia (2006: fig. 1C-D), caracterizadas por un pene muy engrosado en su mitad distal y por una vagina con una longitud notablemente mayor.



**FIGURA 6.** Sistema genital de una *Testacella lidenbrocki* sp. nov. procedente de Menorca. Individuo capturado en el Lloc de Monges (Ciutadella de Menorca). bc: bolsa copulatrix; cbc: conducto de la bolsa copulatrix; cd: conducto deferente; ch: conducto de la glándula hermafrodita; g: glándula de la albúmina; mrp: músculo retractor del pene; ol: oviducto libre; v: vagina.

Genital system of a *Testacella lidenbrocki* sp. nov. from Menorca. Individual captured in Lloc de Monges (Ciutadella de Menorca). bc: reservoir of spermatheca; cbc: spermathecal stalk; cd: vas deferens; ch: duct of the hermaphroditic gland; g: albumin gland; mrp: retractor muscle of the penis; ol: free oviduct; v: vagina.



**FIGURA 7.** Estructura interna del pene de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. Ejemplar procedente del Canal de l'Infern (Algaiarens, Ciutadella de Menorca). Figura realizada por el Dr. Folco Giusti (Siena, Italia), a partir de un ejemplar capturado por el autor el 05/01/2004. Sin escala.

Internal structure of the penis of *Testacella lidenbrocki* sp. nov. Specimen from the Canal de l'Infern (Algaiarens, Ciutadella de Menorca). Figure made by Dr. Folco Giusti (Siena, Italy), from a specimen captured by the author on 01/05/2004. Unscaled.

## Distribución

Algunas de las características de la anatomía externa y de la concha son compartidas por las poblaciones de Menorca y Mallorca. En ambos casos, la morfología del margen posterior derecho de la concha (Fig. 2A-B y 2H; 3) y de los extremos distales de los surcos laterales (Fig. 4A y 5) son semejantes, al igual que la anatomía del sistema genital (Fig. 6; Castillejo e Iglesias, 2017: fig. 1).

Desde un punto de vista biogeográfico, la presencia de taxones compartidos en Menorca y Mallorca puede explicarse a partir de varios factores, entre los que cabe destacar su proximidad geográfica y los intercambios faunísticos que, de forma recurrente, han tenido lugar durante la evolución geológica del archipiélago balear, desde, como mínimo, el Mioceno medio, como consecuencia de los ciclos transgresivos y regresivos, que afectaron tanto a las faunas vertebradas (Quintana & Agustí, 2007, 2019) como invertebradas. En este sentido, las Gimnesias (Menorca y Mallorca) comparten algunos endemismos malacológicos, entre los que cabe destacar *Tudorella ferruginea* (Lamarck, 1822), *Gigantomilax (Vitrinoides) majoricensis* (Heynemann, 1863), *Chondrula (Mastus) gymnesica* Quintana, 1996 y *Oxychilus (Ortizius) lentiformis* (Kobelt, 1882). Aunque en menor número, también existen endemismos compartidos entre las Gimnesias y las Pitiusas (Eivissa y Formentera) (*Allognathus [Iberellus] hispanicus minoricensis* [Mittre, 1842]) (Beckmann, 2007; Chueca et al., 2013).

Por todo lo dicho, parece bastante plausible la presencia de una misma especie de *Testacella* en Menorca y Mallorca, si bien es cierto que el estatus taxonómico de las poblaciones de Mallorca deberá ser confirmado o desmentido a partir de su estudio genético.

## Registro paleontológico

La evidencia más antigua de *Testacella* en Baleares corresponde a un huevo (con su característica forma de pequeño balón de Rugby) procedente de los sedimentos de origen cárstico del Plioceno de Punta Nati (Ciutadella de Menorca) (Vicens & Pons, 2011: fig. 6). Las conchas y los huevos de *Testacella* son relativamente comunes en los sedimentos prehumanos del Pleistoceno superior Menorca, lo cual indica, sin lugar a dudas, su carácter autóctono (Quintana, 2004). En este sentido, todos los macromoluscos terrestres presentes en los diferentes yacimientos paleontológicos de las

Baleares son endémicos. Algunos son exclusivos de Menorca (*Xerocrassa nyeli* [Mittre, 1842] y *Xerocrassa cuerda* [Gasull, 1964]), Menorca y Mallorca (*T. ferruginea*, *C. (M.) gymnesica*), Menorca, Ibiza y Formentera (*A. [L.] hispanicus minoricensis*) (Chueca et al., 2013) o de todas las Baleares (*O.[O.] lentiformis*) (Beckmann, 2007). Desde este punto de vista, parece bastante probable que la *Testacella* fósil sea también una especie endémica, y que las poblaciones actuales sean sus descendientes, tal como sugiere Quintana (2004). Parece apoyar esta hipótesis el hecho de que la morfología de las conchas fósiles y las actuales sea idéntica.

## Sistemática

Filo MOLLUSCA Cuvier 1795

Clase GASTROPODA Cuvier 1795

Orden PULMONATA Cuvier in Blainville, 1814

Superfamilia TESTACELLOIDEA Gray, 1840

Familia TESTACELLIDAE J. Gray, 1840

Género *Testacella* Draparnaud, 1801

### *Testacella lidenbrocki* sp. nov.

Fig. 3

1878 *Testacella haliotideae*, HIDALGO, J. de Conch., 26 (3): 213-247.

1993 *Testacella haliotideae*, MATEO, Enciclopedia de Menorca, t. III: 131.

2001 *Testacella* sp. QUINTANA, Spira, 1 (1): 33-44.

2004 *Testacella scutulium*, QUINTANA, Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares, 47: 87-98.

2006 *Testacella scutulium*, QUINTANA, Spira, 2 (1): 17-26.

2007 *Testacella scutulium*, BECKMANN, Süßwasser-mollusken Balearischen Inseln: 74, figs. 72-75

2017 *Testacella scutulium*, CASTILLEJO & IGLESIAS, Spira, 6 (3-4): 97-127.

**Holotipo.** Concha procedente de los sedimentos holocénicos del Pas d'en Revull-sa Penya Fosca (barranc d'Algendar, Ferreries, Menorca) (una descripción detallada del yacimiento aparece en Quintana et al., 2016), conservada en las colecciones de historia natural del Museo Diocesano de Menorca (Ciutadella de Menorca), con número de registro MDM-2705. La concha tiene una longitud máxima de 4,8 mm y una anchura máxima de 2,7 mm (Fig. 3A), originalmente recogida por el autor el 10/07/1996.

**Paratipos.** Todos los ejemplares citados en el apartado de “metodología” (en el presente trabajo). Una concha procedente del yacimiento holocénico del Pas d'en Revull-sa Penya Fosca (barranc d'Algendar, Ferreries, Menorca), conservada en el Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MZB2021-2380).

**Distribución.** Especie endémica de Menorca y Mallorca. El estatus taxonómico de las poblaciones de Mallorca se establecerá, de manera definitiva, con el estudio genético de las mismas.

**Localidad típica.** Barranc d'Algendar (Ferreries, Menorca).

**Derivatio nominis.** Por sus hábitos hipogeos, la especie está dedicada al profesor Otto Lidenbrock, personaje de ficción creado por Jules Verne en su obra “Viaje al centro de la tierra”.

**Descripción.**

**Morfología externa.** Animal extendido con una longitud de 68,5-57 mm y una anchura de 4,8-3,4 mm, con una coloración variable, en ocasiones de color crema pálido punteado con unas pequeñas manchas de color gris, o de color amarillo uniforme. La suela es de color crema pálido o ligeramente anaranjada, con el mucus transparente. Los dos pares de tentáculos son de color gris pálido. Los tentáculos superiores presentan una longitud máxima de 4,5 mm y los inferiores de 2,4 mm. El cuerpo presenta dos surcos laterales que desembocan en el extremo anterior de la concha, donde quedan algo separados. La zona comprendida entre el surco lateral y la suela está dividida en una serie de líneas transversales que se hacen más evidentes cuando el animal está completamente retraído. La zona dorsal comprendida entre los dos surcos laterales muestra unos contornos de forma más o menos poliédrica redondeada.

**Sistema genital.** Glándula hermafrodita formada por unos acinis alargados, redondeados en la parte proximal y más agudos en la zona distal. El conducto de la glándula hermafrodita es largo y estrecho, más

o menos ondulado en toda su longitud. La glándula de la albúmina presenta una forma bulbosa alargada, con una longitud dos veces mayor que el diámetro mayor. La bolsa copulatriz es esférica, con un diámetro variable, entre tres y seis veces el diámetro del conducto de la bolsa copulatriz en su longitud media. Este conducto es largo y estrecho, especialmente en la zona proximal, aumentando el diámetro hacia la parte distal. El pene el largo y estrecho, cilíndrico, sin ciego. Ausencia de fallo y epifalo. En la zona de inserción del conducto deferente y el músculo retractor del pene no se observa ninguna constricción. El conducto deferente es muy largo y estrecho en la zona de inserción con el pene y ligeramente más ancho en la zona de inserción con el espermioviducto. La longitud de la vagina es muy variable, pudiendo ser más corta o mucho más larga que el oviducto libre.

**Concha.** De tamaño pequeño (Tabla 1), auriforme, dorsalmente de color terroso sin brillo, convexa, con las líneas de crecimiento bien marcadas, algo irregulares. Margen anterior poco redondeado. En relación con el eje longitudinal de la concha, el margen posterior derecho está menos inclinado que el margen posterior izquierdo. El ápice es redondeado y sobresale de los márgenes posteriores. En ejemplares recientes, el interior de la concha es algo brillante, blanquecina, dejando ver las líneas de crecimiento de la zona dorsal. La impresión muscular está poco marcada y presenta un contorno reniforme. Columela ligeramente más ancha en la zona posterior que en la anterior. El extremo posterior de la columela muestra una clara inflexión, que en visión ventral aparece como un pequeño resalte de forma triangular. Casi al principio de la columela existe un surco poco marcado que la atraviesa en sentido antero-posterior.

**Diagnosis diferencial.** Semibabosa con una longitud máxima de 68 mm, con una pequeña concha auriforme situada en el extremo posterior del cuerpo, con un tamaño notablemente menor que las conchas de *T. haliotidea* y *T. maugéi*. A diferencia del resto de taxones

| n  | Longitud  |          |      | Anchura   |          |      | Altura    |          |      |
|----|-----------|----------|------|-----------|----------|------|-----------|----------|------|
|    | Max.-min  | Promedio | SD   | Max.-min. | Promedio | SD   | Max.-min. | Promedio | SD   |
| 32 | 6,27-4,21 | 4,73     | 0,42 | 3,64-2,34 | 2,71     | 0,29 | 1,66-1,16 | 1,36     | 0,12 |

**TABLA 1.** Medidas de la concha de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. n: número de individuos; SD: desviación estándar. A partir de los datos publicados por Quintana (2004).

Shell measurements of *Testacella lidenbrocki* sp. Nov. n: number of individuals; SD: standard deviation. Based on the data published by Quintana (2004).

incluidos en el grupo *scutulum*, la concha se caracteriza por la peculiar morfología del margen posterior derecho, que forma un ángulo recto en relación al eje longitudinal de la concha. Los extremos distales de los surcos laterales finalizan, sin llegar a converger, en el margen posterior de la concha. El pene de *Testacella lidenbrocki* sp. nov., es largo y cilíndrico, sin ciego ni flagelo, en tanto que *T. haliotidea* presenta un flagelo cilíndrico de longitud variable y un ciego corto y cónico situado en la zona media o proximal del pene. A diferencia de *Testacella lidenbrocki* sp. nov., *T. maugei* presenta, en el extremo distal del pene, una constricción muy marcada que separa dos pequeños lóbulos. En el sistema genital de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. parece existir la tendencia a la atrofia del pene.

**Differential diagnosis.** *Semi-slug with a maximum length of 68 mm, with a small auriform shell located at the posterior end of the body, notably smaller in size than T. haliotidea and T. maugei shells. Unlike the rest of taxa included in the scutulum group, the shell is characterized by the peculiar morphology of the right posterior margin, which forms a right angle in relation to the longitudinal axis of the shell. The distal ends of the lateral grooves end, without converging, at the posterior margin of the shell. The penis of Testacella lidenbrocki sp. nov. is long and cylindrical, whereas in T. haliotidea exist a cylindrical flagelum of variable length and a short and conical cecum located in the middle or proximal area of the penis. Unlike Testacella lidenbrocki sp. nov., T. maugei shows, at the distal end of the penis, a very marked constriction that separates two small lobes. In the genital system of Testacella lidenbrocki sp. nov. there seems to be a tendency to atrophy the penis.*

## Conclusiones

El estudio detallado de la *Testacella* de Menorca y Mallorca ha permitido confirmar la existencia de algunas diferencias conchiliológicas y anatómicas externas al compararse con otras poblaciones del grupo *scutulum*, caracterizadas por una anatomía genital muy simple, con un pene sin ningún tipo de constricción o dilatación. Las diferencias conchiliológicas y anatómicas externas (finalización de los extremos posteriores de los surcos laterales en relación al margen anterior de la concha) de las poblaciones de Menorca y Mallorca son muy constantes y significativas a nivel taxonómico. Tales diferencias cobran especial importancia al considerar tanto la evidencia paleontológica

como el contexto biogeográfico en el que las poblaciones baleares han evolucionado, aisladas de las poblaciones continentales desde el inicio de la fragmentación del escudo hercínico, durante el Paleógeno (Rosenbaum et al., 2002). Parece bastante probable que este largo periodo de aislamiento haya quedado reflejado a nivel molecular, como en el caso de *Arion* (*Mesarion*) *ponsi* Quintana, 2007, endémico de Menorca y anatómicamente muy similar a *Arion gilvus* Torres Minguez, 1925 (Castillejo & Iglesias, 2017).

En *Testacella lidenbrocki* sp. nov. (al igual que en *A. ponsi*) existen pequeñas diferencias en relación con las poblaciones continentales de *Testacella*, pero que han pasado inadvertidas o han sido obviadas debido al escaso valor taxonómico otorgado a las mismas, al ser, en apariencia, poco significativas. Por este motivo, *T. lidenbrocki* sp. nov. posee un marcado carácter críptico. Sin embargo, estas diferencias adquieren un nuevo significado bajo la óptica del contexto biogeográfico en el que esta especie ha evolucionado durante millones de años. Desde un punto de vista evolutivo, resulta muy interesante el escaso grado de diferenciación morfológica exhibido en el sistema genital de *T. lidenbrocki* sp. nov. así como en todas las poblaciones del grupo *scutulum*. Como en el resto de las especies del género *Testacella*, las poblaciones de este grupo tienen hábitos de vida hipogeos, de forma que el escaso grado de diferenciación morfológica no puede atribuirse, a priori, a unos hábitos de vida similares.

Resulta también interesante que muchos individuos de *T. lidenbrocki* sp. nov. muestran un escaso desarrollo del pene. Se desconoce si tal característica es o no común a todas las poblaciones del grupo *scutulum* o si es o no debida a la evolución en condiciones de insularidad, o si la autofecundación es un fenómeno frecuente en las poblaciones de Menorca y Mallorca.

## Agradecimientos

El autor quiere expresar su más sincero agradecimiento al profesor Folco Giusti (Università degli Studi di Siena, Italia) por la realización del estudio anatómico detallado de un ejemplar de *Testacella lidenbrocki* sp. nov. procedente del Canal de l'Infern (Algaiarens, Ciutadella de Menorca). Igualmente, expresar mi agradecimiento al Dr. Guillem X. Pons (Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca) por la donación de un ejemplar conservado en alcohol de *T. lidenbrocki* sp. nov. procedente de Mallorca y a los dos revisores anónimos, al contribuir a la mejora del manuscrito original.

## Bibliografía

- Beckmann, K. H. 2007.** Die land-und süßwassermollusken der Balearenischen Inseln. 255 pp. Conchbooks. Hackenheim.
- Cadevall, J. & Orozco, A. 2016.** Caracoles y babosas de la Península Ibérica y Baleares. 817 pp. Ed. Omega. Barcelona.
- Castillejo, J. 1998.** Guía de las babosas ibéricas. 154 pp. Real Academia Galega de Ciencias. Santiago de Compostela.
- Castillejo, J. & Iglesias, J. 2017.** Las babosas de las Islas Baleares (Gastropoda: Pulmonata: Testacellidae, Milacidae, Agriolimacidae, Limacidae y Arionidae). *Spira*, 6 (3-4): 97-127.
- Chueca, L. J., Forés, M. & Gómez-Moliner, B. J. 2013.** Consideraciones nomenclaturales sobre las especies del género *Allognathus* (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae) y estudio anatómico de *Allognathus hispanicus tantianus*. *Iberus*, 31 (1): 63-74.
- De Mattia, W. 2006.** New records of *Testacella scutululum* Sowerby, 1821 and *Paralaoma servilis* (Shuttleworth, 1852) (Gastropoda: Pulmonata: Testacellidae et Punctidae) from Istria, Kvarner and Dalmatia (Italy, Slovenia and Croatia). *Malakologische Abhandlungen*, 24: 121-127.
- Díaz, J. A., Alonso, M. R. & Ibáñez, M. 1986.** Los pulmonados desnudos de las Islas Canarias. I. Superfamilia Testacelloidea Gray 1840 y Zonitoidea Morch 1864. *Vieraea*, 16: 81-86.
- Fechter, R. & Falkner, G. 1993.** Molluscos. 287 pp. Naturart, S. A. Barcelona.
- Gasull, L. 1965.** Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 11: 1-157.
- Gasull, L. 1969.** Adiciones y rectificaciones a la fauna malacológica terrestre y de agua dulce de las Baleares. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 15: 59-73.
- Giusti, F. 1970.** Notulae malacogicae. X. *Testacelloides* Wagner e *Testacella* (*Testacelloides*) *gestroi* Issel, un buon sottogenere ed una buona specie della Sardegna. *Atti della Società Tostana di Scienze Naturali*, 77: 55-66.
- Giusti, F., Manganelli, G. & Schembri, P. J. 1995.** The non-marine molluscs of the Maltese Islands. Monografie XV. 607 pp. Museo Regionale di Scienze Naturali-Torino. Torino.
- Hidalgo, J. G. 1878.** Catalogue des mollusques terrestres des îles Baléares. *Journal de Conchyliologie*: 213-247. Paris.
- Kerney, M. P. & Cameron, R. A. D. 1979.** A field guide to the land snails of Britain and north-west Europe. 288 pp. Collins. London.
- Liberto, F., Renda, W., Colomba, M. S., Giglio, S. & Sparacio, I. 2011.** New records of *Testacella scutululum* Sowerby, 1821 (Gastropoda, Pulmonata, Testacellidae) from southern Italy and Sicily. *Biodiversity Journal*, 2 (1): 27-34.
- Mateo, B. 1993.** Enciclopèdia de Menorca. Invertebrats no artròpodes. Tercer tom. 329 pp. Obra cultural de Menorca. Ciutadella de Menorca.
- Quintana, J. 2004.** Presència de *Testacella* (*Testacella*) *scutululum* G. B. Sowerby 1820 (Gastropoda: Testacellidae) a l'illa de Menorca (Illes Balears *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 47: 89-100.
- Quintana, J. & Agustí, J. 2007.** Los mamíferos del Mioceno medio y superior de Menorca (islas Baleares, Mediterráneo occidental). *Geobios*, 40: 677-687.
- Quintana, J. & Agustí, J. 2019.** First evidence of faunal succession in terrestrial vertebrates of the Plio-Pleistocene of the Balearic Islands, western Mediterranean. *Comptes Rendus Palevol*, 18: 317-324.
- Quintana, J., Ramis, D. & Bover, P. 2016.** Primera datació d'un mamífer no autòcton (*Oryctolagus cuniculus* [Linnaeus, 1758]) (Mammalia: Lagomorpha) del jaciment holocènic del Pas d'en Revull (barranc d'Algendar, Ferreries). *Revista de Menorca*, 95: 185-200.
- Rinaldi, A. C. 2004.** New records of *Testacella* (Gastropoda, Pulmonata, Testacellidae) from Abruzzo and Sardinia, Italy. *Bollettino Malacologico*, 39 (9-12): 203-206.
- Rosenbaum, G., Lister, G. S. & Duboz, C. 2002.** Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene. *Journal of the Virtual Explorer*, 8: 107-130.
- Rowson, B., Turner, J. Anderson, R. & Symondson, B. 2014.** Slugs of Britain and Ireland. 136 pp. FSC Publications. Walles.
- Schileyko, A. A. 2000.** Treatise on Recent Terrestrial Pulmonate Molluscs, part 6: Rhytididae, Chlamydephoridae, Systrophiidae, Haplotrematidae, Streptaxidae, Spiraxidae, Olacinidae, Testacellidae: 731-880. *Ruthenica*, Supplement 2. Moscow.
- Vicens, D. & Pons, G. X. 2011.** Els invertebrats terrestres fòssils als jaciments d'origen càrstic de les Illes Balears. *Endins*, 35: 283-298.
- Sowerby, G. B. 1820.** The genera of recent and fossil shells, for the use of students in conchology and geology. Vol. 1, text; vol. 2, plates. London.

# Una nueva especie del género *Corbicula* (Bivalvia: Cyrenidae) presente en el bajo Ebro

Joaquín López-Soriano<sup>1\*</sup>  & Sergio Quiñonero-Salgado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Associació Catalana de Malacologia, Museu Blau, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona.

\* Autor corresposnal: qlopez@yahoo.com

El género *Corbicula* presenta numerosos taxones invasivos en la península Ibérica y Europa. En el bajo Ebro se han descrito un total de seis morfoespecies, en base a las características de sus conchas, y a la presencia de poblaciones estables y bien definidas. Recientemente se observó en un pequeño canal de regadío del delta del Ebro una composición anómala de morfotipos de ejemplares juveniles, que no concordaba con lo que había previamente descrito. El análisis morfológico y morfométrico de esta población muestra la presencia de un taxón diferenciado, que no se puede adscribir a ninguna de las morfoespecies previamente descritas. Finalmente, en 2021 se localizó una población en el río Ebro de este nuevo taxón, con especímenes adultos. Estos datos muestran la multiplicidad de taxones del género que están llegando a Europa, muy posiblemente en episodios independientes de introducción.

Palabras clave: *invasiones, morfoespecies, hotspot, xenodiversidad*

## A new species of the genus *Corbicula* (Bivalvia: Cyrenidae) in the lower Ebro River

The genus *Corbicula* includes many invasive taxa both in the Iberian Peninsula and Europe. In the lower course of the Ebro River, a total of six morphospecies have been described, based on shell characteristics, and the presence of established and well-defined populations. Recently, an anomalous composition of morphotypes of rather juvenile specimens was observed at a small irrigation canal in the Ebro Delta, which was not concordant with the previously described situation. The morphological and morphometric analysis of this population showed the presence of a differentiated taxon, impossible to ascribe to any of the species previously known in the area. Finally, in 2021, a population of this taxon was found in the Ebro River, including some adult specimens. These data show the multiplicity of the taxa of this genus arriving into Europe, likely in independent introduction episodes.

Keywords: *invasions, morphospecies, hotspot, xenodiversity.*

El género *Corbicula* von Mühlfeld, 1811 figura entre los moluscos más invasivos en ecosistemas acuáticos de agua dulce a escala mundial. Durante muchos años se consideró que todas las poblaciones invasoras de este género de bivalvos pertenecían a una única especie con diferentes morfotipos y/o linajes clonales, *Corbicula fluminea* (O.F.Müller, 1774), o a un máximo de dos especies, ya que también se conocía una distribución bastante amplia de otro taxón, generalmente aceptado como especie válida, *Corbicula fluminalis* (O.F.Müller, 1774) (Mouthon & Parghentanian, 2004; Bódis et al., 2011; Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2014). No obstante, existe bastante incertidumbre sobre el número real de especies válidas en este género, tanto

entre las poblaciones invasoras como incluso en su rango nativo (Glaubrecht et al., 2003; He & Zhuang, 2013; Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a; Tiemann et al., 2017).

Recientes estudios han ampliado notablemente el número de taxones invasores de este género, mostrando además que en numerosas localidades convivirían diferentes especies de forma sintópica, y que probablemente esta presencia múltiple se deba a episodios independientes de introducción. Así, por ejemplo, existe bastante consenso de que en Sudamérica hay una tercera especie claramente diferenciada, *Corbicula largillierti* (Philippi, 1884), con amplia distribución y que comparte hábitat con las otras dos especies

mencionadas anteriormente (Torre & Reyna, 2013; Reyna et al., 2013; Azevedo et al., 2014). De forma similar, tras 80 años con la presencia conocida de únicamente *C. fluminea*, hasta tres taxones diferenciados morfológica y molecularmente se han descrito en un mismo río en Norteamérica (Tiemann et al., 2017), uno de las cuales parece corresponder también a *C. largillierti*, y otro nunca descrito como invasor en ningún otro lugar. Más compleja parece la situación en ecosistemas europeos, donde se han descrito múltiples especies en base a la morfología de la concha (Renard et al., 2000; Schmidlin et al., 2012; Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a, 2016b, 2017a, 2017b; López-Soriano & Quiñonero-Salgado, 2016; López-Soriano et al., 2017, 2018; Bodon et al., 2020). Particularmente compleja es la situación del delta del Ebro y curso bajo de este río, donde han sido descritos hasta seis entidades taxonómicas bien diferenciadas, con evidencia de varios episodios independientes de introducción que apuntan también a múltiples orígenes, y sin aparentes híbridos ni morfotipos intermedios (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a), si bien no sería una situación excepcional, como muestran los resultados en diferentes puntos de Italia (López-Soriano et al., 2018; Bodon et al., 2020).

Todos estos trabajos evidencian que ha habido

múltiples introducciones de especies del género en distintos episodios, en contraposición a la idea original de una única introducción de una sola especie y su posterior distribución por reproducción clonal y androgenética, que no permite explicar todo el grado de variabilidad observado en las poblaciones invasoras. En especial si se requiere la captación de genomas mitocondriales exógenos para justificar estos morfotipos diferenciados invasores, ya que implican necesariamente la llegada de otras especies invasoras distintas, que funcionen como donantes mitocondriales. Todo ello sin considerar que el genoma mitocondrial, muy limitado en el número de genes, difícilmente puede explicar tan amplísima variabilidad morfológica e incluso ecológica, si bien algunos elementos no codificantes de este genoma se están postulando como elementos reguladores de gran plasticidad, al menos en moluscos (Pozzi et al., 2017). Además, probablemente estén llegando de forma continuada otras especies todavía no bien caracterizadas (Bodon et al., 2020), aspecto amplificado por la globalización, con particular aumento de las importaciones de materiales biológicos desde el continente asiático, de donde es mayoritariamente originario este género.

En el presente trabajo se reporta la presencia de un séptimo taxón del género *Corbicula* para el delta del Ebro y curso bajo del río, mediante la combinación de criterios morfológicos de la concha y de caracteres morfométricos de dimensiones y peso.

## Material y métodos

Se recogieron ejemplares del género *Corbicula* en un canal de irrigación del término municipal de Camarles (Tarragona), entre 2016 y 2020, y en el río en la localidad de Tivenys (Tarragona) en 2021 (Fig. 1), de forma manual o con la ayuda de un pequeño tamiz. Todos los ejemplares fueron capturados vivos o sin aparentes signos de deterioro en la concha, descartándose los ejemplares rotos o deteriorados. Como material de comparación, se incluyen ejemplares de *C. fluminea* capturados en el mismo delta del Ebro en campañas anteriores, procedentes de otros canales cercanos, o del río. Se midieron las conchas: máxima longitud anterior-posterior (considerada como “anchura” en Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a); y altura (o máxima distancia dorso-ventral) con precisión de 0,1 mm, y se pesaron las conchas vacías y limpias en una balanza de



**FIGURA 1.** Mapa de la península Ibérica donde se detallan los puntos de muestreo en el bajo Ebro (cuadrado ampliado).

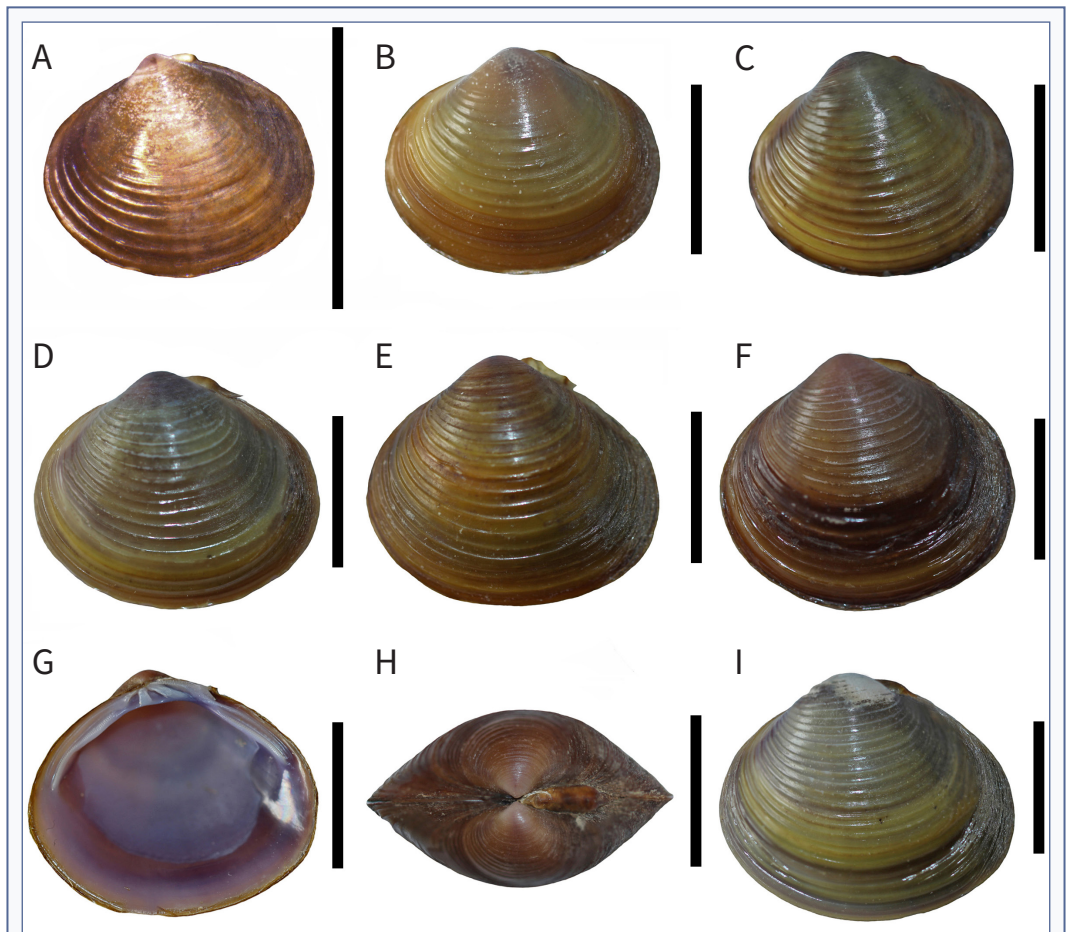
Map of the Iberian Peninsula with detail of the sampling points in the lower Ebro River (enlarged square).

precisión (0,001 g), según lo descrito en Quiñonero-Salgado & López-Soriano (2016a). En los gráficos de este trabajo se representan siempre los valores individuales para cada espécimen, ya sea en forma de datos brutos (milímetros, miligramos) o sus logaritmos decimales. Se emplearon un total de 617 especímenes, de los cuales 433 proceden del canal de Camarles, y 184 del río u otros canales del delta del Ebro.

## Resultados

Como puede observarse en las Fig. 2 y 3, durante varias temporadas se localizaron en este pequeño canal de irrigación ejemplares del género *Corbicula*, generalmente de pequeñas dimensiones, con una morfología

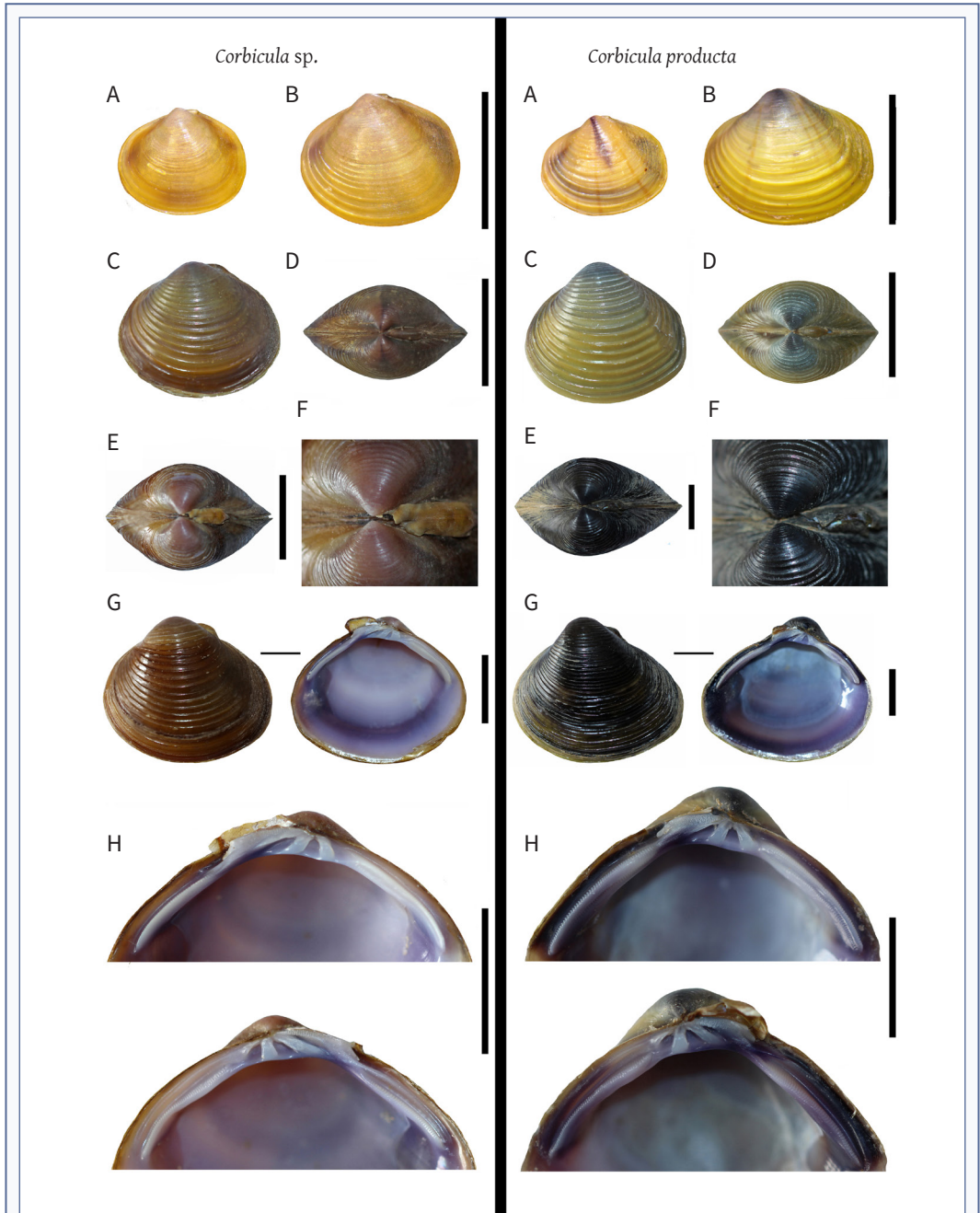
que recordaba claramente a la especie clasificada como *Corbicula producta* Martens, 1905, presente en canales de desagüe (pero no de irrigación) bastante próximos del mismo hemidelta norte (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a). El canal de irrigación de donde proceden los ejemplares de este estudio arranca del canal de l'Esquerra, que toma sus aguas del azud de Xerta / Tivenys y se divide en toda una red de canales de irrigación, con el canal Nou de Camarles como canal secundario principal en esa zona. El pequeño canal del muestreo de este trabajo, que deriva del anterior, es uno de los pocos que presenta el fondo revestido con un plástico protector de forma permanente para evitar fugas de agua (Fig. 4A), y es también uno de los



**FIGURA 2.** Fotografía de ejemplares de *Corbicula* sp., en diferentes estadios de desarrollo. Escalas: A: 0,5 cm; B-I: 1 cm.

Photographs of specimens of *Corbicula* sp., at different development stages. Scales: A: 0,5 cm; B-I: 1 cm.





**FIGURA 3.** Comparativa de ejemplares de *Corbicula* sp. con *Corbicula producta*, en diferentes estadios de desarrollo. **A-B:** ejemplares juveniles; **C-D:** ejemplares subadultos; **E:** visión superior de la zona del umbo; **F:** detalle del umbo. **G:** ejemplares adultos, con vista del exterior e interior de la concha. **H:** detalle de la dentición de las dos valvas. Escalas: A-B: 0,5 cm; C-H: 1 cm.

Comparison of specimens of *Corbicula* sp. with *Corbicula producta*, at different development stages. **A-B:** juveniles; **C-D:** subadult specimens; **E:** upper view of the umbo area; **F:** detail of umbo. **G:** adult specimens with outer and inner view of the shell. **H:** detail of dentition in both valves. Scales: A-B: 0,5 cm; C-H: 1 cm.

escasísimos puntos en los que se puede encontrar de forma habitual ejemplares del bivalvo invasor *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) en todo el delta del Ebro. Cabe remarcar que en la actualidad la mayoría de canales de

irrigación del delta del Ebro han sido cementados, por lo que son hábitats poco propicios para especies del género *Corbicula*, al no disponer apenas de sedimento en su fondo.

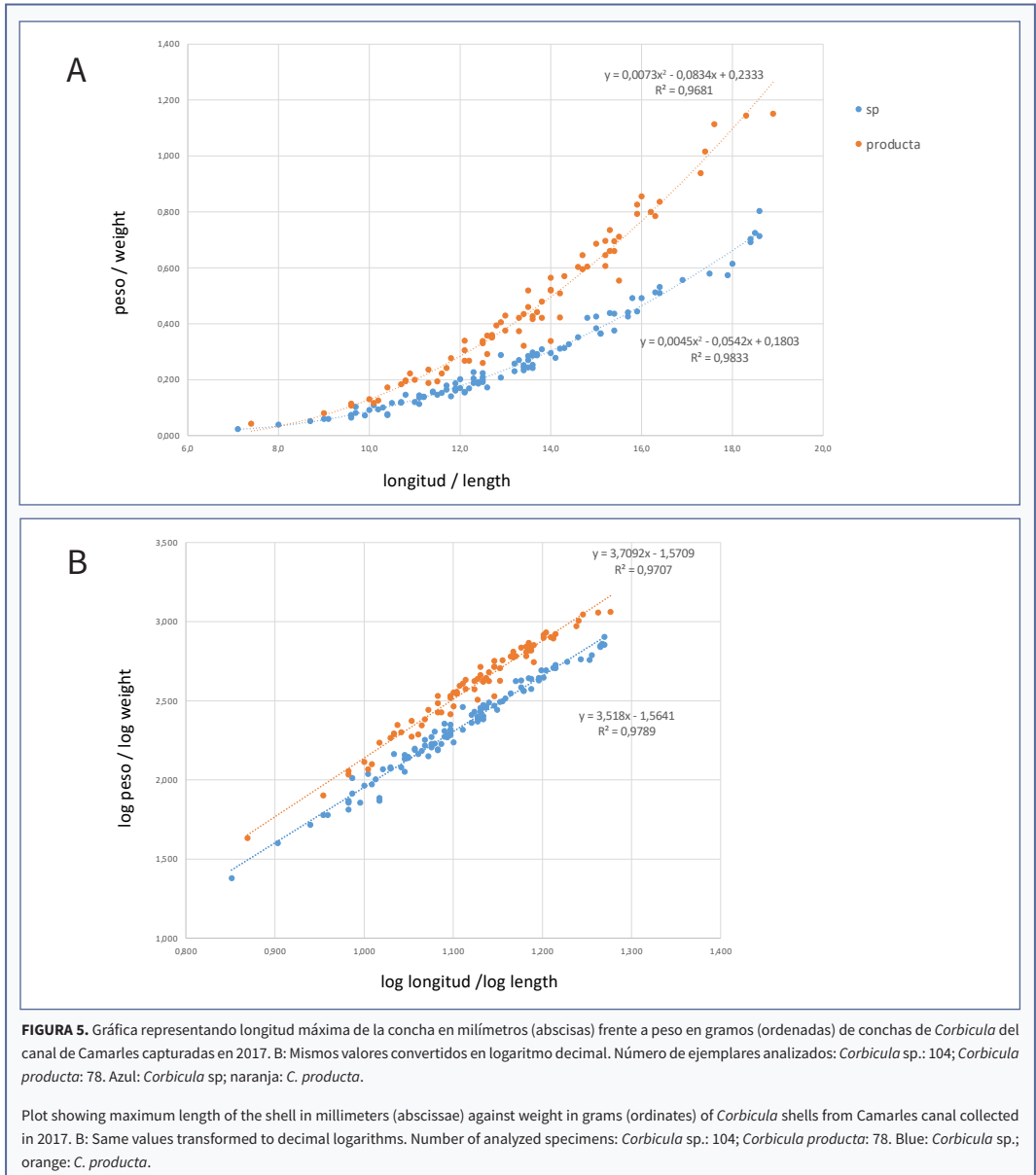


**FIGURA 4.** Hábitats donde se localizaron los ejemplares de *Corbicula* sp. **A:** canal de riego de Camarles, con el fondo tapizado con material plástico, a su vez infestado de puestas de *Pomacea maculata*; **B:** azud de Tivenys / Xerta; **C:** playa fluvial a escasos metros del azud; **D-F:** ejemplares vivos de *Corbicula* sp. en fondo de arena y grava en el río Ebro.

Habitats where *Corbicula* sp. specimens were located. **A:** Camarles irrigation canal, with its bottom covered with plastic material, which is infested by *Pomacea maculata* eggs; **B:** Tivenys / Xerta weir; **C:** fluvial beach located close to the weir; **D-F:** live specimens of *Corbicula* sp. in sand and gravel bottom in the Ebro River.

A diferencia de otros canales y acequias del hemidelta norte, los ejemplares de *Corbicula* localizados en este canal son mayoritariamente de pequeñas dimensiones, probablemente debido al hecho de que el canal se deseca completamente durante varios meses al año todas las temporadas, de manera que los ejemplares no parecen disponer del tiempo suficiente para completar su ciclo biológico. Al estar el fondo completamente

revestido con material sintético, no pueden enterrarse en el fango y sobrevivir al periodo de desecado, a diferencia de lo que sucede en la mayoría de grandes acequias o en otros canales de tierra no revestidos. Esto representa una ventaja para poder observar poblaciones homogéneas de individuos de menos de un año de edad, que vienen directamente del río, o bien de algún reservorio ubicado en algún canal mayor en



el propio hemidelta norte, aguas arriba del punto de muestreo, donde sí puedan existir ejemplares reproductores. Sin embargo, no permite que los ejemplares lleguen al estado adulto en dicho canal.

Durante varias temporadas (desde 2016 hasta 2020) se realizó un seguimiento permanente de este canal, ya que era el único canal de irrigación de toda la zona con una alta densidad de ejemplares de *C. producta*, si bien casi todos ellos juveniles, a diferencia de la cercana séquia Sanitària, que es una acequia de desagüe, y donde predominan los ejemplares adultos. Sin embargo, algunos ejemplares presentaban una morfología particular, con una concha más redondeada y más traslúcida, con un umbo muy liso, y con una fina línea vertical, relativamente similar a la presente en *C. fluminea*, pero ausente en adultos de *C. producta*, que suele presentar todo el umbo azulado, excepto en ejemplares juveniles que presentan una amplia y larga franja triangular (Fig. 2 y 3). Estos ejemplares además estaban casi siempre incrustados por algas, a diferencia de lo observado para todos los otros taxones del delta o bajo Ebro, incluyendo los ejemplares prototípicos de *C. producta* del mismo canal, o de otros canales y acequias próximos. En consecuencia, dada esta combinación singular de caracteres, se decidió analizar en detalle las características morfológicas de esta subpoblación.

Como se aprecia en la Fig. 5A, los ejemplares de esta subpoblación son más ligeros, con un peso de la concha entre un 25-40% inferior a los de *C. producta* prototípicos del mismo canal con los que conviven. Las rectas de regresión logarítmica (Fig. 5B) muestran además un excelente coeficiente  $r^2$ , que indica una alta homogeneidad de las muestras y una escasa dispersión en las proporciones de los individuos, además de no observarse apenas solapamiento entre ejemplares de las dos entidades consideradas. Dado que no hay factores ambientales que puedan sugerir la aparición

simultánea de un morfotipo ecofenotípico tan diferenciado en el mismo punto (aspecto por ejemplo tampoco nunca observado tras varios años de muestreos en el canal de la séquia Sanitària, donde reside el grueso de la población de *C. producta* del delta del Ebro), cabe deducir que debe de tratarse de un taxón diferenciado, y en consecuencia se le da el tratamiento de *Corbicula* sp. Por el momento no se puede asignar este taxón a ninguna especie conocida en base a búsquedas bibliográficas (por ejemplo, Prashad 1928, 1929a, 1929b, 1930; He & Zhuang, 2013), ni parece corresponderse con cualquier otro taxón invasor conocido hasta la fecha en ningún punto de Europa, incluyendo el descrito recientemente en Italia (Bodon et al., 2020), o de América.

Similar comparación se realiza incluyendo adicionalmente en el análisis los ejemplares capturados en sucesivas campañas, y los capturados en el río en 2021 (Fig. 4B-F), pero solo de *Corbicula* sp., pues *C. producta* era hasta esa fecha muy minoritaria en este punto. En este análisis se incluyen también ejemplares de *C. fluminea* hallados simpátricamente en el río en la misma fecha, además de otros ejemplares capturados en canales del delta del Ebro en campañas precedentes (Fig. 6). Se observa que la diferenciación es evidente entre las tres especies en ambos gráficos.

En la Fig. 7 se realiza una aproximación a la densidad relativa de las conchas, pues se representa el producto de longitud máxima y altura máximas de cada concha (que es un proxy de su superficie) frente al peso de las mismas (véase una aproximación similar en Monnier & Limpalaër, 2019 para la familia Conidae, o en Kosnik et al., 2006 para bivalvos fósiles). Se observa que las conchas de *Corbicula* sp. presentan una menor pendiente (4,56), es decir, son proporcionalmente más ligeras, comparadas con *C. producta* y *C. fluminea* (valores de 5,63 y 7,14 respectivamente). En este tipo de gráfico, por ejemplo, *C. fluminalis* arroja unos valores de

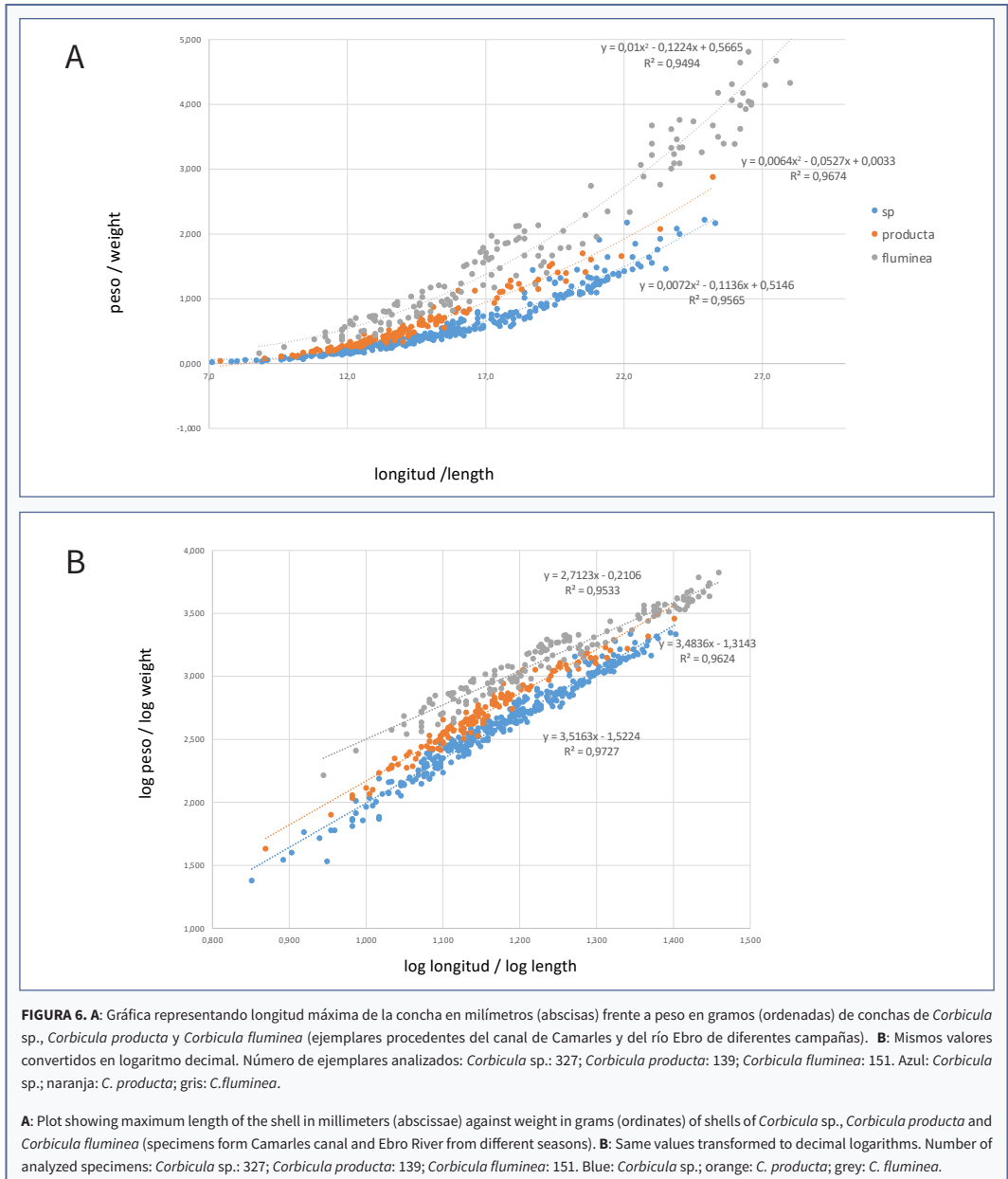
|                           | Altura/ longitud |       | Proxy             |     |
|---------------------------|------------------|-------|-------------------|-----|
|                           | (media/mean)     | (SD)  | (pendiente/slope) | (n) |
| <i>Corbicula</i> sp.      | 0,826            | 0,016 | 4,559             | 327 |
| <i>Corbicula producta</i> | 0,823            | 0,019 | 5,635             | 139 |
| <i>Corbicula fluminea</i> | 0,925            | 0,037 | 7,142             | 151 |

**TABLA 1.** Cocientes altura / longitud de las tres especies analizadas (valores de media y desviación estándar) para los mismos especímenes que en Fig. 5 & 6.  
Height/length ratios of the three analyzed species (average and SD values) for the same specimens than in Fig. 5 & 6.

entre 10-11, representativos de una concha mucho más pesada en esta especie (manuscrito en preparación, ver también López-Soriano et al. 2018). Este proxy está actualmente siendo evaluado para múltiples especies y poblaciones del género *Corbicula*, confirmándose su valor diagnóstico (manuscrito en preparación).

Los valores del cociente altura/longitud muestran

unos valores de 0,925 para *C. fluminea*, 0,823 para *C. producta*, y 0,826 para *Corbicula* sp (Tabla 1). Analizando adicionalmente la representación gráfica de longitud versus el cociente longitud/altura, como recientemente han utilizado Schrader & Brunken (2019) para diferenciar tres taxones del género conviviendo sintópicamente en ríos alemanes (*C. fluminea*, *C. fluminalis*



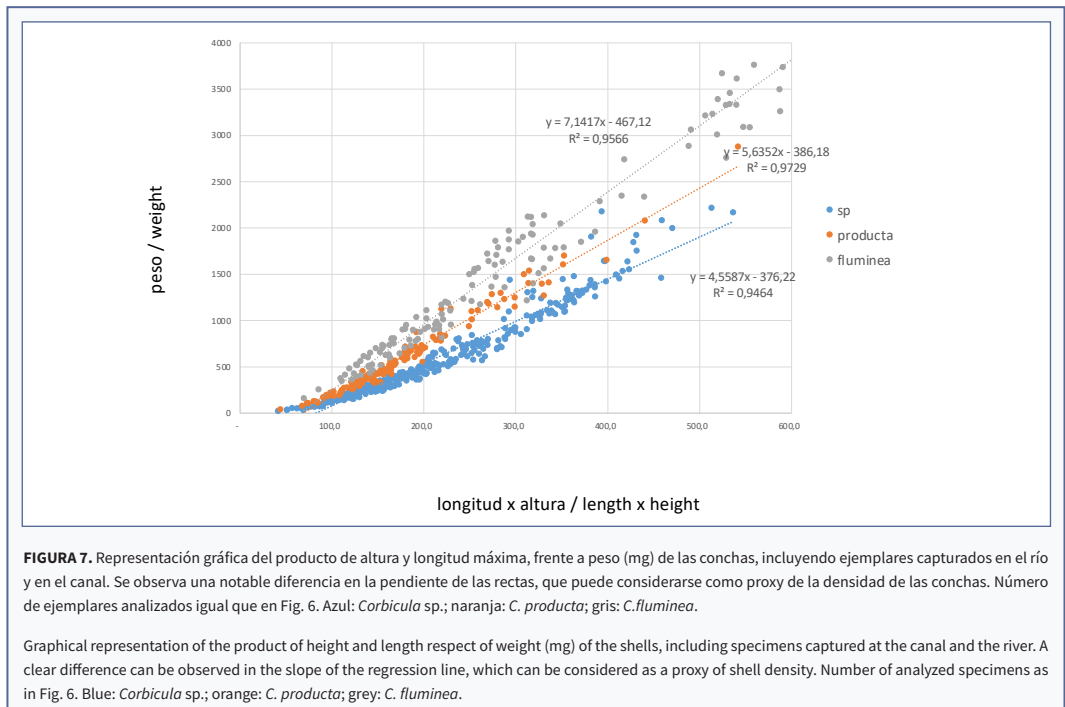
y *C. largillierti* en su caso), se obtiene igualmente una diferenciación clara de *C. fluminea* respecto a las otras dos especies estudiadas (*C. producta* y *Corbicula* sp.), aunque no de estas dos entre sí (datos no mostrados). Esto evidencia que esta representación gráfica es poco informativa si la muestra poblacional es homogénea y no alométrica, y que el cociente altura/longitud es suficientemente informativo por sí mismo solo dependiendo de los taxones que se comparan. Este último resultado negativo refuerza sobre todo el valor de considerar el peso de las conchas entre uno los criterios adicionales que pueden ayudar a observar una diferenciación entre taxones morfológica y morfométricamente similares entre sí (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a).

Tras sucesivas búsquedas (entre 2018 y 2020) en el río orientadas a encontrar este nuevo taxón, sin éxito (con excepción de unos pocos ejemplares esporádicos), finalmente se pudo localizar en prospecciones realizadas en mayo de 2021 en la zona del azud de Tivenys / Xerta, en forma de abundantes ejemplares vivos, algunos de mayores dimensiones que los del canal de Camarles. Al incorporar estos ejemplares a los cálculos, se observa que solapan perfectamente con los hallados en el canal,

permitiendo su separación evidente con *C. fluminea* (Fig. 6A-B). Tan solo cambia ligeramente la pendiente de la recta de área y pesos, probablemente al incluir tamaños de ejemplares bastante mayores (por un ligero efecto alométrico), pero permitiendo aun así su clara diferenciación con estas otras especies. No se incluyen en los análisis ejemplares de *C. producta* del río, al ser relativamente escasos por ahora.

## Discusión

El delta del Ebro constituye un espacio ideal para el estudio de la presencia de especies sintópicas del género *Corbicula* por varios motivos (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a). Es un sistema que toma las aguas del río Ebro, cuenca altamente infestada por numerosas especies exóticas (no solo moluscos) llegadas en múltiples eventos de colonización, pero la captación del agua de regadío se realiza en un punto situado a bastantes kilómetros de distancia del propio delta. Además, el sistema de regadío se bifurca en dos grandes bloques ya de partida, puesto que las aguas de riego de los dos hemideltas no se mezclan nunca. La llegada del caracol manzana representó además la interrupción del contacto entre las aguas de irrigación



y las de desagüe, tras el cierre de algunas estaciones de bombeo para evitar la expansión de esta especie por la red de regadío, lo que configuraba una ulterior subdivisión del sistema de canales en dos ambientes no interconectados directamente en el hemidelta norte (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a). En este espacio en concreto, además, hubo importantes episodios de introducción puntual y muy localizada de diferentes taxones alóctonos, entre ellos al menos dos especies del género *Corbicula*, *Melanoides tuberculatus* (O.F. Müller, 1774) o el caracol manzana (*Pomacea maculata*, Perry, 1810), además de diversos peces, muy probablemente desde una instalación de acuicultura ubicada en el propio hemidelta y ya clausurada (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a). Además, la multiplicidad de pequeños canales en el sistema de irrigación favorece que con frecuencia se formen reservorios poblacionales muy bien delimitados, que pueden incluir la presencia única o dominante de un solo taxón de *Corbicula* (con sus formas adultas y juveniles simultáneamente), a diferencia de lo que sucede en ríos, lagos, embalses, o ecosistemas más interconectados, donde es difícil o imposible observar esta compartimentación (obs. pers. de los autores).

Tras varios años realizando un seguimiento permanente de las poblaciones de *Corbicula* del delta del Ebro, y de haber podido delimitar el número de taxones presentes, sus características morfológicas, su distribución, y sus posibles orígenes y vías de dispersión preferentes (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016a), se observó una situación anómala en un determinado canal, donde se observaban de forma casi exclusiva y en grandes densidades ejemplares juveniles que se podían adscribir a *C. producta* junto a abundantes ejemplares de *Dreissena polymorpha*. Ambas observaciones constituían una anomalía, pues lo normal es que los ejemplares de *Corbicula* correspondan a los diferentes tamaños de una o varias especies, presentándose de forma habitual juveniles y adultos de grandes dimensiones de forma conjunta. Además, raramente se observan poco más que ejemplares aislados de *D. polymorpha* en todo el delta, excepto en este punto, aspecto posiblemente favorecido por el recubrimiento con material sintético de algunos de los canales de regadío en esta zona (Figura 4A). Además, tratándose de un canal de irrigación, en principio cabía esperar la presencia mayoritaria de las especies ya asentadas en el río, *C. fluminea*,

*C. fluminalis* y *C. insularis* Prime, 1867, especies que no se localizan apenas en este tramo de canal, o bien siempre en muy bajo número.

Los análisis morfológicos y morfométricos de las conchas de este canal muestran una clara división en dos entidades: una con las características prototípicas de *C. producta*, y otra con una combinación de caracteres nunca antes observada. Particularmente, las conchas de este segundo grupo son más ligeras, y la morfología y aspecto de la concha permite diferenciarlas en base a ciertos caracteres: conchas más redondeadas, más planas dorsoventralmente (especialmente los juveniles), menos estrías concéntricas (16-29), dientes de la charnela más finos, y umbo más liso y menos elevado.

Combinando ejemplares del canal con ejemplares capturados en el río no se obtienen diferencias respecto al uso de ejemplares solo de la primera población (Fig. 5 y 6), lo que confirma su misma identidad entre ambos ambientes, sin aparentes ecofenotipos diferenciados. Todo esto nos impulsa a considerar que debe tratarse de un taxón (especie) diferenciado, e imposible de adscribir a ninguno de los taxones descritos previamente en el delta u otras localidades estudiadas.

Resulta particularmente útil representar gráficamente un proxy de la superficie de la concha (altura por longitud máximas) frente al peso de la concha (Fig. 7), lo que permite obtener con relativo poco esfuerzo una aproximación a la densidad relativa de las conchas. Similares estudios en conchas fósiles sugieren que longitud y altura máximas son los mejores proxies para estimar la superficie lateral de la concha de un bivalvo, y que en general la amplitud máxima de la concha (la dimensión perpendicular a las dos anteriores) es poco informativa, además de ser una medida siempre más difícil y mucho más subjetiva (Kosnik et al., 2006). Nuestros resultados permiten diferenciar claramente los tres taxones considerados en este estudio en base a este proxy, y similar es el caso para otros taxones del género como *C. fluminalis*, u otros hallados en la península Ibérica, mostrando además este valor una baja variabilidad interpoblacional (manuscrito en preparación).

Actualmente no resulta posible establecer el origen de *Corbicula* sp. en el bajo Ebro. Estudios en otras localidades (por ejemplo, en los ríos Rin, Fluvivà, Po, Arno, o en el lago de Garda) han evidenciado episodios recientes de introducciones de taxones previamente ausentes en esos mismos sistemas hídricos (Quiñonero-Salgado

& López-Soriano, 2016b, 2017a, 2017b; Nesemann, 2018; López-Soriano et al., 2018; Schrader & Brunken, 2019), e incluso de la llegada de otro taxón completamente desconocido pendiente de clasificación (Bodon et al., 2020). El hecho que *Corbicula* sp. se presentase de forma abundante en canales de irrigación sugería que era altamente probable que presentase poblaciones en el río, si bien es posible que la competencia con los taxones ya establecidos a altas densidades desde hace muchos años en el curso fluvial principal (*C. fluminea*, *C. fluminalis* y *C. insularis*) haya imposibilitado su rápido asentamiento, o al menos una notable expansión poblacional en el río, y este taxón solo pueda ser observado en pequeños nichos con características físico-químicas o biológicas muy específicas y menos sujetos a competencia entre especies. La presencia de mejillón cebrado en altos números podría ser un factor diferencial a considerar, si bien no existe evidencia alguna que pueda justificar esta correlación, aunque sí puede ser evidencia de una singularidad ecológica en este nicho, pendiente de futuras caracterizaciones.

Cabe remarcar que solo a partir de los muestreos efectuados en mayo de 2021, la nueva especie fue finalmente hallada en el río, en la zona cercana al azud de Xerta/Tivenys (Fig. 4A-B), justamente el punto de captación de los canales de regadío del delta del Ebro. En muestreos realizados en años anteriores en ese mismo punto u otros cercanos, no se observó la aparición de esta especie, con excepción de algunos pocos ejemplares juveniles. Aquí se halló en el último muestreo junto a abundantes ejemplares de *C. fluminea*, *C. insularis*, *C. fluminalis* (las tres especies asentadas en el río desde hace más años) y en menor medida, *C. producta* y *C. largillierti*. Además, en este punto se observaron ya ejemplares de hasta 20-22 mm de longitud, que parece constituir el límite máximo para este taxón, claramente inferior a *C. fluminea*, que puede superar los 40 mm. Este hallazgo parece justificar su dispersión desde este punto a través de los canales de irrigación del delta del Ebro, si bien es evidente que estos se deberían volver a muestrear en su totalidad para verificar si ha podido aparecer o extenderse en grandes densidades por otros canales adicionales, por ejemplo, los del hemidelta sur, además del mencionado canal de Camarles.

El presente artículo no solo evidencia la presencia críptica de un nuevo taxón del género *Corbicula* en la cuenca del río Ebro, que ha experimentado un

importante crecimiento poblacional en los últimos años, sino también que la llegada de nuevos taxones de este género parece mantenerse a lo largo del tiempo, por lo que es esperable que puedan aparecer esporádicamente otros taxones nunca antes descritos entre las poblaciones invasoras de *Corbicula*, en diferentes cuencas fluviales y países, tal como han observado recientemente otros estudios (Tiemann et al., 2017; Schrader & Brunken, 2019; Bodon et al., 2020, y manuscrito en preparación de los autores sobre diversas cuencas fluviales ibéricas). Por tanto, sigue siendo deseable y necesario caracterizar en detalle las poblaciones de *Corbicula* presentes en los sistemas acuáticos de todos los países donde tiene carácter invasor, pero además realizar seguimientos constantes y detallados para detectar la posible llegada de nuevos taxones, o incluso la sustitución de unos taxones por otros a lo largo del tiempo. Igualmente, la captura y fotografía detallada de ejemplares capturados vivos o en excelente estado de conservación se perfila como una necesidad evidente para evitar clasificaciones poco fiables, a menudo basadas en pocos ejemplares muy deteriorados, o incluso frecuentemente no ilustrados. La aplicación de un proxy de la superficie de la concha, obtenido con medidas muy sencillas de recolectar, permite evidenciar unas diferencias cuantitativas entre especies, lo que puede suponer una herramienta útil para estudiar la composición de especies del género cuando dos o más de ellas se presenten de forma sintópica, aunque pendiente de una caracterización más exhaustiva con más ejemplares y diversidad de taxones.

### Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Jordi Cadevall y un revisor anónimo por los comentarios críticos que han permitido mejorar el manuscrito. SQS y JLS son miembros del Grup de Malacofauna Invasora de Catalunya (GMIC) y participan en el proyecto MINVACAT (Mol·luscs Invasors de Catalunya) de la Associació Catalana de Malacologia. Nuestro agradecimiento a Marco Pla Ventura por su ayuda en muestreos en el río Ebro durante todos estos años.

### Bibliografía

- Azevedo, E. L., Barbosa, J. E. L., Vidigal, T. H. D. A., Callisto, M., Molozzi J. 2014. First record of *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) in the Paraíba River Basin and potential implications from water diversion in the Sao Francisco River. *Biota Neotropica*, 14: 1–4.
- Bódís, E., Nosek, J., Oertel, N., Tóth, B. & Fehér Z. 2011. A compa-



- rative study of two *Corbicula* morphs (Bivalvia, Corbiculidae) inhabiting River Danube. *International Review of Hydrobiology*, 96: 257–273.
- Bodon, M., López-Soriano, J., Quiñero-Salgado, S., Nardi, G., Niervo, I., Cianfanelli, S., Dal Mas, A., Elvio, F., Baldessin, F., Turco, F., Ercolini, P., Baldaccini, G. N. & Costa, S. 2020.** Unraveling the complexity of *Corbicula* clams invasion in Italy (Bivalvia: Cyrenidae). *Bollettino Malacologico*, 56: 131–175.
- Glaubrecht, M., von Rintelen, T., Kornushin, A. V. 2003.** Toward a systematic revision of brooding freshwater Corbiculidae in southeast Asia (Bivalvia, Veneroidea): on shell morphology, anatomy and molecular phylogenetics of endemic taxa from islands in Indonesia. *Malacologia*, 45:1–40.
- He, J. & Zhuang, Z. 2013.** The freshwater bivalves of China. 198 pp. Conchbooks, Hackenheim.
- Kosnik, M. A., Jablonski, D., Lockwood, R. & Novack-Gottshall, P. M. 2006.** Quantifying molluscan body size in evolutionary and ecological analyses: maximizing the return on data-collection efforts. *Palaos*, 21: 588–597.
- López-Soriano, J. & Quiñero-Salgado, S. 2016.** Las corbículas del río Cinca: historia de un invasor críptico. *Nemus*, 6: 171–175.
- López-Soriano, J., Quiñero-Salgado, S. & Cadevall, J. 2017.** Nueva invasión de una almeja asiática en la península Ibérica: *Corbicula insularis* Prime, 1867 en el delta del Llobregat (Barcelona). *Spira*, 6: 193–198.
- López-Soriano, J., Quiñero-Salgado, S., Cappelletti, C., Faccenda, F. & Ciutti, F. 2018.** Unravelling the complexity of *Corbicula* clams invasion in Lake Garda (Italy). *Adv. Ocean. Limnol.*, 9(2): 97–104.
- Monnier, E. & Limpalaër, L. 2019.** *Pioconus mascarenensis* a new species of the *P. gubernator* / *leehmani* complex. *Xenophora Taxonomy*, 24: 32–52.
- Mouthon, J. & Parghentanian, T. 2004.** Comparison of the life cycle and population dynamics of two *Corbicula* species, *C. fluminea* and *C. fluminalis* (Bivalvia: Corbiculidae) in two French canals. *Archiv für Hydrobiologie*, 161: 267–287.
- Nesemann, H. F. 2018.** *Corbicula largillierti* im Oberrhein (Hessen), neu erkannt in Deutschland. *Mitteilungen der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft*, 98: 65–68.
- Pozzi, A., Plazzi, F., Milani, L., Ghiselli, F. & Passamonti, M. 2017.** SmithRNAs: could mitochondria “bend” nuclear regulation? *Molecular Biology and Evolution*, 34(8):1960–1973.
- Prashad, B. 1928.** Revision of the Asiatic species of the genus *Corbicula*. I. The Indian species of *Corbicula*. *Memoirs of the Indian Museum*, 9: 13–27.
- Prashad, B. 1929a.** Revision of the Asiatic species of the genus *Corbicula*. II. The Indo-Chinese species of the genus *Corbicula*. *Memoirs of the Indian Museum*, 9: 29–48.
- Prashad, B. 1929b.** Revision of the Asiatic species of the genus *Corbicula*. III. The species of the genus *Corbicula* from China, South-Eastern Russia, Tibet, Formosa, and the Philippine Islands. *Memoirs of the Indian Museum*, 9: 49–68.
- Prashad, B. 1930.** Revision of the Asiatic species of the genus *Corbicula*. IV. The species of the genus *Corbicula* from the Sunda Islands, the Celebes and New Guinea. *Memoirs of the Indian Museum*, 9: 193–203.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2014.** Presencia de *Corbicula fluminalis* (O.F. Muller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) en el bajo Ebro (Cataluña). *Spira*, 5: 139–141.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2016a.** El género *Corbicula* Muhlfield, 1811 (Corbiculidae: Bivalvia) en el bajo Ebro (NE de la península Ibérica). *Nemus*, 6: 9–33.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2016b.** Revisión del género *Corbicula* von Muhlfield, 1811 (Bivalvia: Corbiculidae) en el Baix Empordà (NE península Ibérica). *Spira*, 6: 29–39.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2017a.** Dos nuevas cuencas peninsulares invadidas por especies del género *Corbicula* von Muhlfield, 1811 (Bivalvia: Corbiculidae). *Spira*, 6: 185–188.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2017b.** Presence of *Corbicula leana* Prime, 1867 (Bivalvia: Corbiculidae) in France. *Avenionia*, 2: 82–87.
- Renard, E., Bachman, V., Cariou, M.L. & Moreteau, J. C. 2000.** Morphological and molecular differentiation of the invasive freshwater species of the genus *Corbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) suggest the presence of three taxa in French rivers. *Molecular Ecology* 9: 2009–2016.
- Reyna, P. B., Morán, A. G. & Tatián, M. 2013.** Taxonomy, distribution and population structure of invasive Corbiculidae (Mollusca, Bivalvia) in the Suquia River basin, Córdoba, Argentina. *Iheringia, Série Zoologia*, 103: 77–84.
- Schmidlin, S., Schmera, D., Ursenbacher, S. & Baur, B. 2012.** Separate introductions but lack of genetic variability in the invasive clam *Corbicula* spp. in Swiss lakes. *Aquatic Invasions*, 7: 73–80.
- Schrader, K. & Brunken, H. 2019.** Distribution and morphological diversity of *Corbicula* spp. (Mollusca, Bivalvia) in the city area of Bremen. *Lauterbornia*, 86: 17–29.
- Tiemann, J. S., Haponski, A. E., Douglass, S. A, Lee, T., Cummings, K. S., Davis, M. A. & Foighil, D. O. 2017.** First record of a putative novel invasive *Corbicula* lineage discovered in the Illinois River, Illinois, USA. *BiolInvasions Records*, 6: 159–166.
- Torre, L., & Reyna, P. 2013.** Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae, *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844): New distribution record in the Del Valle Central basin, Catamarca Province, Argentina. *Check List*, 9: 165–166.

# A new genus and new species of valvatiform Hydrobiidae for the North-East Iberian Peninsula

Joaquín López-Soriano<sup>1\*</sup> , Sergio Quiñonero-Salgado<sup>1</sup>, Álvaro Alonso Suárez<sup>2</sup>, Emilio Rolán<sup>3</sup> & Peter Glöer<sup>4</sup>

1. Associació Catalana de Malacologia, Museu Blau, Plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona, Spain.

2. C/Infiesto 7 6°J, 33207 Gijón, Asturias, Spain.

3. Museo de Historia Natural de la Universidad de Santiago, Campus Norte, Parque Vista Alegre, 15782. Santiago de Compostela, Spain.

4. Schulstrasse 3, D-25491, Hettingen, Germany.

\* Autor corresposnal: qllopezs@yahoo.com

A new genus and a new species of valvatiform stygobiotic mollusc of the family Hydrobiidae are described for the Fluvià River basin, in Catalonia, based on morphologic traits of the shells and peculiarities of the male reproductive system.

Keywords: *freshwater, biodiversity, stygobitic, Gastropoda, Catalonia*

## Un nou gènere i una nova espècie d'hidròbid valvatiform del NE de la península Ibèrica

Es descriuen un nou gènere i una nova espècie de mollusc valvatiforme estigobi de la família Hydrobiidae de la conca del riu Fluvià, a Catalunya, d'acord amb caràcters morfològics de la conquilla i peculiaritats de l'aparell reproductor masculí.

Paraules clau: *aigua dolça, biodiversitat, estigobiont, gastròpodes, Catalunya*

The family Hydrobiidae Stimpson, 1865 is one of the most widespread and richest in species of all the inhabitants of crenic and stygobiont systems. Among them, the valvatiform-shaped are a group of non-phylogenetically related species, characterized by shells with a very depressed spire, in opposition to the trochiform shells, which have a much more elevated spire (Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017).

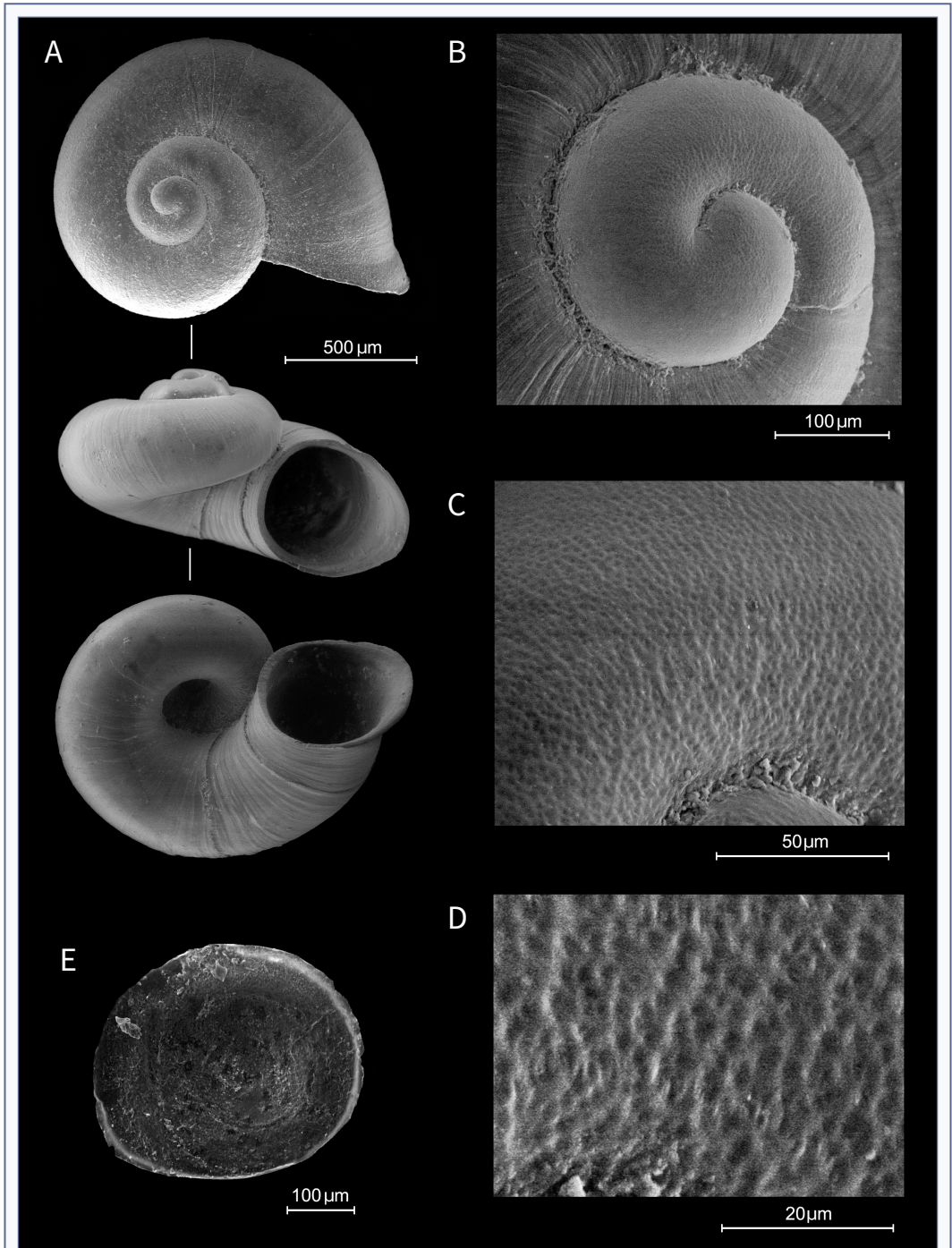
In the Iberian Peninsula, there are different genera of Hydrobiidae with valvatiform representatives, such as: *Islamia* Radoman, 1973; *Aretiana* Delicado & Ramos, 2021; *Tarraconia* Ramos & Arconada, 2000; *Boetersiella* Arconada & Ramos, 2001; *Chondrobasis* Arconada & Ramos, 2001; *Spathogyna* Arconada & Ramos, 2002; *Milesiana* Arconada & Ramos, 2006; *Josefus* Arconada & Ramos, 2006; *Iberohoratia* Arconada, Delicado & Ramos, 2007; *Corbellaria* Callot-Girardi & Boeters, 2012; *Navalis* Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017; *Deganta* Arconada & Ramos, 2019; and *Salaeniella* Boeters et al., 2019. Most of them have a very restricted geographical distribution

range and a high level of endemism. They are present in many places in the Iberian Peninsula, but few of them inhabit the north-eastern part, north of the Ebro River (Ramos et al., 2000; Arconada & Ramos, 2001, 2002, 2006; Callot-Girardi & Girardi, 2013; Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017; Delicado et al., 2019).

After different samplings in the Fluvià River basin (Catalonia, NE Iberian Peninsula), a new valvatiform species was found, which does not fit with any other genera described in the Iberian Peninsula. Genitalia analysis further confirms its differentiated status.

## Material and Methods

Localities were visited between 2015 and 2018. Shells were separated from their substrates by sieving sediments from the springs through mesh diameters of 2.60 and 0.56 mm. Shells were later dried, and examined under a stereomicroscope. Animals were preserved in 75 % ethanol for dissection. The dissections of the genital organs and measurements of the shells were



**FIGURE 1.** SEM pictures of *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A:** Different views of the shell; **B:** Protoconch; **C-D:** Microsculpture of the protoconch; **E:** Operculum.

Fotografies SEM de *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A:** diferents vistes de la closca; **B:** protoconquilla; **C-D:** microescultura de la protoconquilla; **E:** opercle.

carried out using a stereo microscope (Zeiss). Photographs were made with a digital camera system (Leica R8).

Abbreviations: MNHN = Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris); p = penis; pl = penial lobe; w = wart; fp = faecal pellets; il = intestine loop; t = tentacle; fp = faeces pellets.

## Systematics

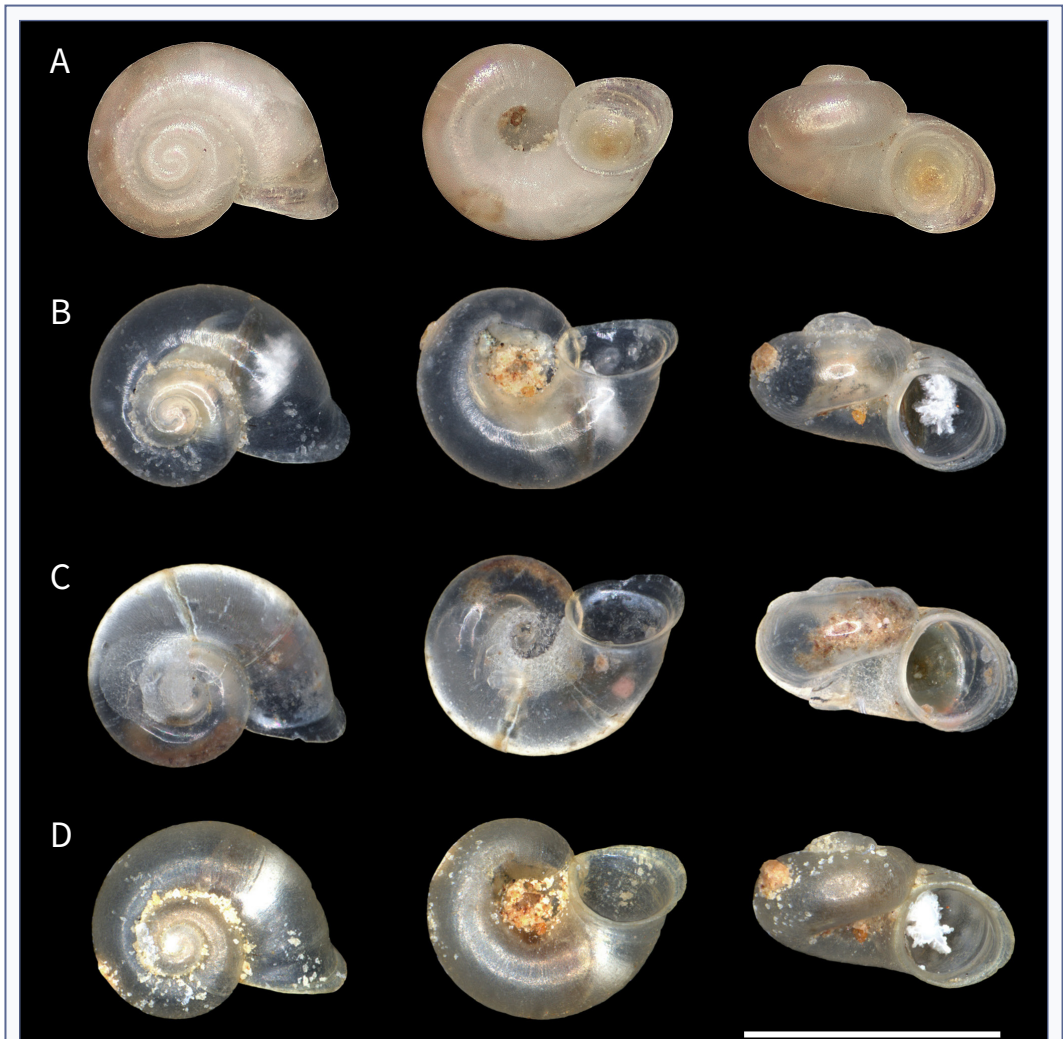
Family HYDROBIIDAE Stimpson, 1865

Genus *Vilertia* gen. nov.

Type species: *Vilertia galeata* sp. nov.

**Description:** The most evident characteristic that differentiates this new species from other known valvatiform species on the Iberian Peninsula is the reflexed outer lip, a characteristic which let us introduce a new genus for this new species. The umbilicus is deep and wide.

**Etymology:** The name is a *derivatio nominis* referring to the village of Vilert, in the municipality of Esponellà (Pla de l'Estany, Girona province), where the first shells



**FIGURE 2. A:** Holotype of *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **B-D:** Paratypes photographed under ethanol. Scale: 1 mm.

**A:** holotip de *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **B-D:** paratips fotografiats sota etanol. Escala: 1 mm.

were found. Gender of genus is feminine.

**Remarks:** Only known for the type species. See comparison with other genera and main characteristics thereafter.

***Vilertia galeata* sp. nov.**

Fig. 1-3

**Type material:** Holotype in MNHN Paris, #MNHN-IM-2000-38095. Paratypes: 2 shells in MNHN Paris, #MNHN-IM-2000-38096, 2 shells in PG coll., 10 shells in SQS coll.

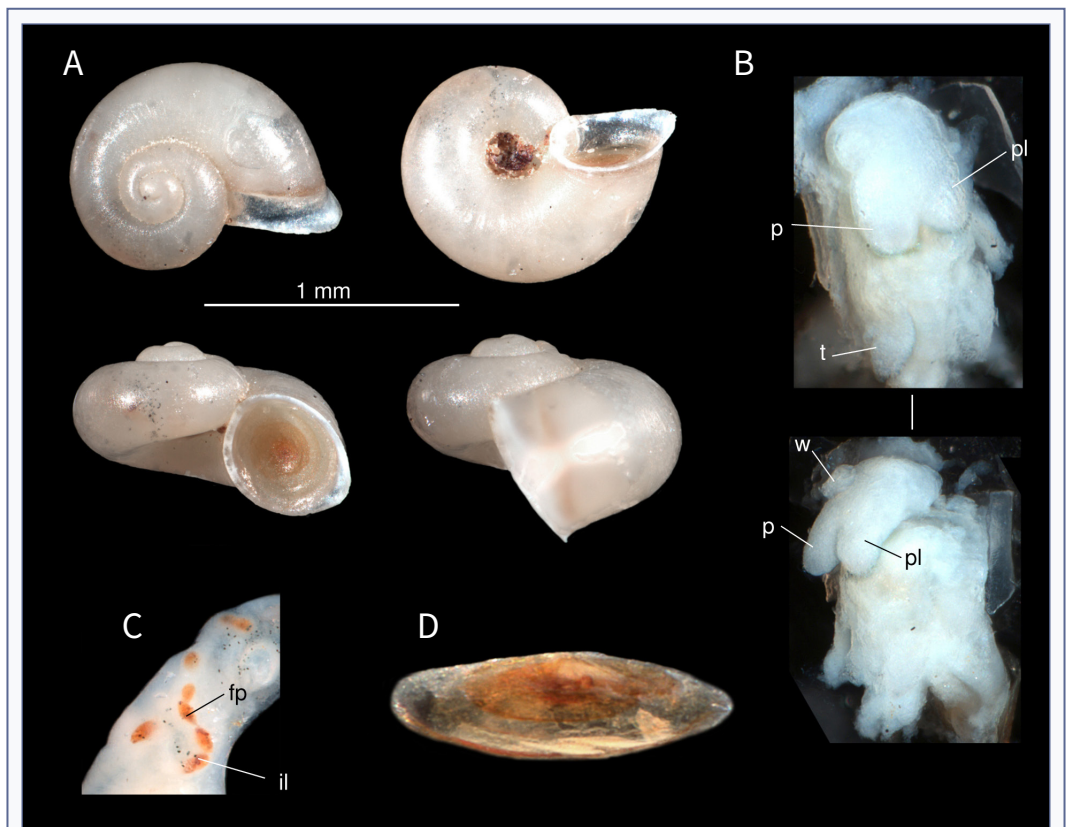
**Type locality:** Deu d'en Roure (=Deu d'en Costei), Espotellà (Pla de l'Estany, Girona province) located in the Fluvià River basin (Fig. 4 & 5) Coordinates: 31TDG82054700. 115 m a.s.l.

**Other localities:** Font de Beu i Tapa, Vilert (Pla de

l'Estany, Girona province), also in the Fluvià River basin. 31TDG85341691. 90 m a.s.l.

**Description:** Small shell, with valvatiform shape, 0.51 - 0.74 mm in height and 0.96 - 1.13 mm diameter, with 3 whorls, deep sutures, and translucent coloration in freshly-collected specimens (Fig. 2, 3, 6). Protoconch microsculpture is formed by irregularly arranged microdepressions (Fig. 1C-D). Teleoconch showing growing lines. Deep and wide umbilicus, ovoid aperture, about 0.60 - 0.80 mm high and 0.51 - 0.66 mm wide, slightly oblique, and having a sharp peristome, slightly reflected towards the columella, and strongly towards the outer lip. Last whorl represents 90% of total height. Corneum operculum, with orange to yellow coloration, convex in the inner side (see Fig. 1E, 3D).

**Animal:** The animal is colorless, and the eyes are missing. The penis is broad and rounded at the tip with



**FIGURE 3.** *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A:** shell (paratype); **B:** male copulatory organ; **C:** intestinal loop; **D-E:** operculum (inner side). Scale: 1 mm

*Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A:** conquilla (paratip); **B:** òrgan copulador del mascle; **C:** gir intestinal; **D-E:** opercle (costat intern). Escala: 1mm

a penial lobe of the same length (Fig. 3B). Intestine with one loop (Fig. 3C). Female sex tract with spherical bursa, receptaculum could not be found.

**Etymology:** The specific name refers to the helmet-shape of the shell, resembling the M15 Adrian French model of World War I.

**Dimensions:** The holotype is 1.05 mm in diameter and 0.68 mm in height. Paratypes range from 0.96 - 1.27 mm in diameter and 0.51 - 0.74 mm in height (see Table I).

**Habitat:** Stygobiotic, all the shells were collected

from sediments at the opening of the springs.

**Distribution:** Only known from two different springs, very close to each other, in the margins of the Fluvià River.

**Differentiating characters:** *Vilertia* gen. nov. differs from all valvatoid genera by the reflexed peristome. It differs from *Rifia* Ghamizi 2020 by the missing outgrowth at the operculum; from *Fissuria* Boeters, 1991, by the penis, which is papillose but without a penial lobe. In addition, *Fissuria* has two intestinal loops, while *Vilertia* gen. nov. has only one.

|  |          | SH   | SW   | BWH  | PH   | PW   |
|--|----------|------|------|------|------|------|
| Deu d'en Roure (n=24)<br>Type locality | HOLOTYPE | 0.68 | 1.05 | 0.61 | 0.46 | 0.48 |
|  | min      | 0.51 | 0.96 | 0.48 | 0.41 | 0.43 |
|  | max      | 0.74 | 1.27 | 0.67 | 0.54 | 0.55 |
|  | mean     | 0.64 | 1.12 | 0.56 | 0.47 | 0.50 |
|  | st.dev.  | 0.05 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.03 |
| Font de Beu i Tapa (n=3)               | min      | 0.63 | 1.17 | 0.56 | 0.52 | 0.54 |
|  | max      | 0.72 | 1.33 | 0.66 | 0.63 | 0.60 |
|  | mean     | 0.67 | 1.25 | 0.61 | 0.57 | 0.57 |
|  | st.dev.  | 0.05 | 0.08 | 0.05 | 0.06 | 0.03 |

**TABLE 1.** Shell measurement of the studied specimens, separated by the two populations. SH: shell height; SW: shell width; BWH: body whorl height; PH: aperture height; PW: aperture width.

Mesures dels espècimens estudiats, separats per les dues poblacions. SH: alçada de la conquilla; SW: amplada de la conquilla; BWH: alçada de la darrera volta; PH: alçada de l'obertura; PW: amplada de l'obertura.



**FIGURE 4.** Map of Spain showing the localities where *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. were found. **A:** Deu d'en Roure; **B:** Font de Beu i Tapa.

Mapa d'Espanya mostrant les localitats on es va trobar *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A:** deu d'en Roure; **B:** font de Beu i Tapa.

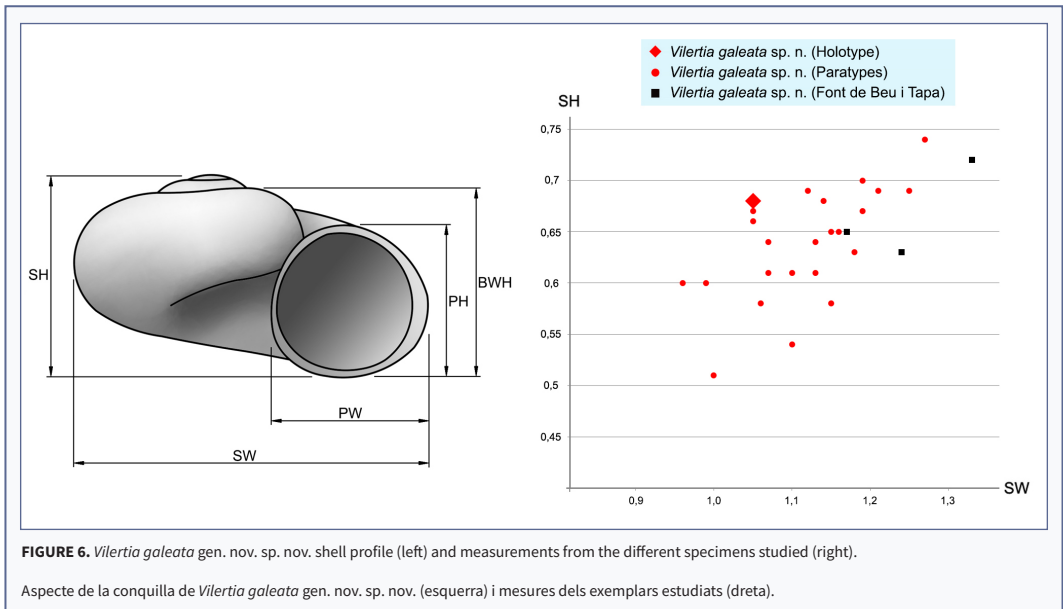
**Discussion:** Valvatoid species are common in the western Mediterranean area, particularly in East Iberian Peninsula. Taking into consideration all the species in the coastal arch comprising southern France, Eastern Iberian Peninsula and down to north Morocco, the number of genera with valvatiform species increases to 13, 10 of which are monotypic. By

restricting it to the Iberian Peninsula, these numbers are 10 and 7 respectively, more than all of the West Palaearctic. In addition, among them, only *Islamia* has more than two known species, thus showing the high degree of diversification within this group. The huge morphological differences among all these genera, along with the anatomical characters and the relative



**FIGURE 5.** *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. habitat. **A-B:** Deu d'en Roure; **C:** Font de Beu i Tapa. **D-E:** live specimens.

Hàbitat de *Vilertia galeata* gen. nov. sp. nov. **A-B:** deu d'en Roure; **C:** font de Beu i Tapa. **D-E:** exemplars vius.



isolation of the new population, permits the suggestion of a new genus until molecular data can either confirm or contradict this hypothesis. However, among the valvatiforms, only *Tarraconia* is represented in Catalonia (NE Iberian Peninsula), although it is found south of the Ebro River, and distant from the hydrographic basin of the newly described genus, which seems quite isolated from the other areas with presence of valvatiforms. In this sense, the Ebro River seems to have worked as an important biogeographical barrier for Hydrobiidae valvatiforms, as it can be observed with another stygobiotic genus, *Moitessieria* Bourguignat, 1863, whose taxa are well represented northwards of this river, but barely southwards (Glöer, 2022).

Regarding the genital anatomy, it is worth mentioning that only *Islamia* has a relatively similar, bilobulated penis, thus confirming the need for the assignation of the new species to a new genus. The only genera with a flat shell and a bilobed penis are *Rifia* from Morocco, and *Fissuria*, which occurs in south of France, Italy and Greece. Whether the new species could actually be included in any of these genera should be resolved by molecular affinities as and when data becomes available.

**Habitat status and conservation:** While the new species is present in the Fluvià River basin, which has a rather good ecological status, it is worth mentioning

that any damage to underground waters (overexploitation for different human or agricultural uses, contamination by farms, etc.) could pose an important risk for these populations. A permanent survey of the populations and the quality of the habitats is highly desirable. A search for new populations of the species will be advisable too, in order to guarantee enough well-preserved habitats where the species could be present.

### Acknowledgements

We want to express our thanks to Vicenç Bros and Albert Orozco for comments that have improved the manuscript. Thanks to Inés Pazos of the Centro de Apoyo Científico y Tecnológico a la Investigación (CACTI) of the University of Vigo for help with SEM photographs.

### References

- Arconada, B. & Ramos, M. A. 2001.** New data on Hydrobiidae systematics: two new genera from the Iberian Peninsula. *Journal of Natural History*, 35: 949–984.
- Arconada, B. & Ramos, M. A. 2002.** *Spathogyna*, a new genus for *Valvata* (? *Tropidina*) fezi Altimira, 1960 from eastern Spain: another case of pseudohermaphroditism in the Hydrobiidae (Gastropoda). *Journal of Molluscan Studies*, 68: 319–327.
- Arconada, B. & Ramos M.A. 2006.** Revision of the genus *Islamia* Radoman, 1973 (Gastropoda, Caenogastropoda, Hydrobiidae), on the Iberian Peninsula and description of two new genera and three new species. *Malacologia*, 48 (1-2): 77–132.



- Callot-Girardi, H. & Boeters, H. D. 2012.** *Corbellaria celtiberica* gen. et sp. nov. (Gastropoda: Hydrobiidae), mollusque valvatiforme stygobie de la province de Soria (Péninsule Ibérique). *Spira*, 4: 149–160.
- Callot-Girardi, H. & Girardi, M. 2013.** Complément à l'étude de *Corbellaria celtiberica* et présentation d'espèces valvatiformes d'Espagne, de France, d'Italie et de Slovénie. *Folia Conchylologica*, 21: 3–30.
- Delicado, D., Arconada, B., Aguado, A. & Ramos, M. A. 2019.** Multi-locus phylogeny, species delimitation and biogeography of Iberian valvatiform springsnails (Caenogastropoda: Hydrobiidae), with the description of a new genus. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 186: 892–914.
- Delicado, D., Pešić, V. & Ramos, M. A. 2021.** *Arganiella* Giusti & Pezzoli, 1980 (Caenogastropoda: Truncatelloidea: Hydrobiidae): a widespread genus or several narrow range endemic genera? *European Journal of Taxonomy*, 750: 140–155.
- Glöer, P. 2022.** The Freshwater Gastropods of the West-Palaeartcis. Volume II. P. Glöer ed., Hettingen, 399p.
- Quiñonero-Salgado, S. & Rolán, E. 2017.** *Navalis perforatus* a new genus and new species (Gastropoda, Hydrobiidae) from Spain. *Nemus*, 7: 7–11.
- Ramos, M.A., Arconada, B. Moreno, D. & Rolán, E. 2000.** A new genus and a new species of Hydrobiid snail (Mollusca: Gastropoda: Hydrobiidae) from eastern Spain. *Malacologia*, 42: 75–101.

# Nomenclature of Helicidae (Gastropoda: Pulmonata) endemic to the Balearics

Cristian R. Altaba<sup>1,2</sup>

1. Department of the Environment and Territory, Government of the Balearic Islands, 07009 Palma, Balearic Islands, Spain.

2. Research Group on Human Evolution and Cogniton (EVOCOG), University of the Balearic Islands, 07072 Palma, Balearic Islands, Spain. cristian.altaba@uib.cat

The nomenclature of the endemic helicids of the Balearic Islands is revised along with the current state of taxonomic knowledge about them. The names used for these taxa have been subject to a turmoil of opinions and misconceptions. Likewise, published phylogenetic trees are affected by topological artifacts.

The revised taxonomy is in agreement with the archipelago's historical biogeography. Three adaptively distinct genera are accepted: *Allognathus* Pilsbry, 1888, *Iberellus* Hesse, 1908 and *Tramuntanicola* Altaba, 2022. The former includes a single species: *A. graellsianus* (Pfeiffer, 1848), endemic to the northern Serra de Tramuntana in Mallorca. This species name was proposed in substitution for *Helix grateloupi* Graells, 1846, which is preoccupied by *H. grateloupi* Pfeiffer, 1842 from Madagascar. In *Iberellus* four species are recognized: *I. balearicus* (Rossmässler, 1838), endemic to the southern serra de Tramuntana and originally described as a variety of *Helix hispanica* Rossmässler, 1838 (preoccupied by *Helix lactea* var. *hispanica* Potiez & Michaud, 1835 and referring to a species belonging into *Iberus* Montfort, 1810); *I. minoricensis* (Mittre, 1842), endemic to Menorca and adjacent islets (and locally introduced into Ibiza), with the microinsular subspecies *I. minoricensis palumbariae* Aguilar-Amat, 1933; *I. companyonii* (Aleron in Companyo, 1837), endemic to Mallorca (except Tramuntana) and locally introduced into the Catalan coast, that was originally proposed in synonymy, is the type of *Iberellus* by original designation, and includes the microinsular subspecies *I. c. horadadae* Jaekel, 1952; and *I. pythiusensis* Bofill & Aguilar-Amat, 1924, endemic to the Pytiusics, for which the subgenus *Nesiberus* Haas, 1934 can be used, possibly including *I. tanitianus* Forés & Vilella, 1992. *Tramuntanicola* comprises only one species, endemic to northern Tramuntana: *T. culminalis* Altaba, 2022.

From this basis it should now be easier to proceed with studies on the phylogeny, ecology, evolution and conservation of these valuable species.

Keywords: *Mollusca*, *Stylommatophora*, *Helicidae*, *Allognathini*, *Balearic Islands*, *zoological nomenclature*, *taxonomy*, *endemism*.

## Nomenclatura dels Helicidae (Gastropoda: Pulmonata) endèmics de les Balears

Es revisa la nomenclatura dels helícids endèmics actuals coneguts de les Balears. Els noms emprats per a aquests tàxons han estat subjectes a una confusió d'opinions i concepcions errònies. De la mateixa manera, els arbres filogenètics publicats són afectats per artefactes topològics.

La revisió taxonòmica està en concordança amb la història biogeogràfica de l'arxipèlag. S'accepten tres gèneres diferenciats adaptativament: *Allognathus* Pilsbry, 1888, *Iberellus* Hesse, 1908 i *Tramuntanicola* Altaba, 2022. El primer inclou una sola espècie: *A. graellsianus* (Pfeiffer, 1848), endèmica de la part septentrional de la serra de Tramuntana a Mallorca. Aquest nom específic va ser proposat en substitució d'*Helix grateloupi* Graells, 1846, el qual estava ocupat prèviament per *H. grateloupi* Pfeiffer, 1842 de Madagascar. Al segon gènere hom hi reconeix quatre espècies: *I. balearicus* (Rossmässler, 1838), endèmica de la part central i meridional de la serra de Tramuntana i descrita originalment com a varietat d'*Helix hispanica* Rossmässler, 1838 (pertanyent aquesta a *Iberus* Montfort, 1810 i ocupada abans per *Helix lactea* var. *hispanica* Potiez & Michaud, 1835); *I. minoricensis* (Mittre, 1842), endèmica de Menorca i els illots adjacents (i localment introduïda a Eivissa), amb la subespècie *I. minoricensis palumbariae*

Aguilar-Amat, 1933; *I. companyonii* (Aleron in Companyo, 1837), endèmica de Mallorca (excepte Tramuntana) i localment introduïda a la costa catalana, que fou proposada originalment en sinonímia, és el tipus d'*Iberellus* per designació original, i inclou la subespècie microinsular *I. c. horadadae* Jaekel, 1952; i *I. pythiusensis* Bofill & Aguilar-Amat, 1924, endèmica de les Pitiüses, per la qual hom pot emprar el subgènere *Nesiberus* Haas, 1934 i que possiblement inclou *I. tanitianus* Forés & Vilella, 1992. *Tramuntanicola* comprèn només una espècie, endèmica de la Tramuntana nord: *T. culminalis* Altaba, 2022.

Des d'aquesta base hauria de ser més fàcil continuar amb estudis sobre la filogènia, l'ecologia, l'evolució i la conservació d'aquestes valuoses espècies.

Mots clau: Mollusca, Stylommatophora, Helicidae, Allognathini, illes Balears, nomenclatura zoològica, taxonomia, endemisme.

Taxonomy in the 21st century, far from being an outdated, obscure endeavour, has become the keystone of conservation biology (May, 1990; Dubois, 2003; Mace, 2004; Khuroo et al., 2007; Dubois, 2017; Thomson et al., 2018). The precise knowledge of species and higher rank taxa constitutes a prerequisite for efficient, effective protection of biodiversity (Altaba, 1997, 2014; Isaac et al., 2004, 2007, 2012). Thus, it is fundamental to maintain scholarship and intellectual honesty as pillars of taxonomy as a field able to fulfill its most important contemporary role.

The nomenclature and systematics of helcid land snails endemic to the Balearic Islands (Fig. 1) have been subject to a turmoil of opinions and misconceptions. Belonging to the tribe Allognathini Westerlund, 1903, the sister genera *Allognathus* Pilsbry, 1888 and *Iberellus* Hesse, 1908 have experienced major rearrangements for no clear reasons, with the number of species and subspecies recognized varying widely. As a case in point, Chueca et al. (2013) propose to accept a single endemic genus encompassing two monotypic subgenera: *A. (A.) grateloupi* (Graells, 1846) and *A. (I.) hispanicus* (Rossmässler, 1838). Later on, Chueca et al. (2015) further modified this scheme, using the name *A. (A.) graellsianus* (Pfeiffer, 1848) for the former and segregating a third species called by them *A. (I.) companyonii* (Rossmässler, 1838), this one including some five subspecies. More recently, Neiber et al. (2021) increased the confusion with six subspecies for the latter. It is remarkable that all these proposals are based on false premises, such as artifacts in molecular phylogenetic inference and a presumed absence of fossil record, and a seriously biased cherry-picking of the existing literature.

The goal of this paper is to propose an alternative view on proposals that are contrary to prevalent usage, have no correct basis, mask existing biodiversity, involve misunderstandings of biological nomenclature and may have unwanted consequences upon biodiversity conservation. Therefore, a revision of the nomenclature of these island endemics is presented here together with a revised taxonomy. The aim of this work is to set the basis for further research into this group of endemic land snails. These restricted-range endemics must be protected above and beyond byzantine arguments that need to be closed for good.

## Materials and Methods

A thorough revision of the literature was performed in order to uncover nomenclature acts and taxonomic opinions concerning the helcid endemic to the Balearic Islands. Virtually all of the Balearic Archipelago has been sampled during the last 50 years; all materials are in the author's museumological collection. Museum collections and libraries have been examined at the Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MCNB), The Academy of Natural Sciences of Philadelphia (ANSP), Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN, Madrid), and Muséum d'Histoire Naturelle de Genève (MHNG). Consultation by mail with other museums has also been performed. The International Code of Zoological Nomenclature (hereafter the Code; ICZN, 2000) has been strictly followed. A reanalysis of gene sequences available at Genbank has also been performed, but that will be published separately; the classification presented herein is not in conflict with the revised phylogenetic tree.



**FIGURE 1.** Shells of the various species of Allognathines endemic to the Balearic archipelago (catalog numbers from the author's Museological Collection). **A:** *Allognathus graellsianus*, Binifaldó (Escorca, Mallorca), 22.iv.2013, CRA-13883-1; **B:** *Tramuntanicola culminalis* (puig de Massanella, Escorca, Mallorca), 27.vi.1992, CRA-4339-1, holotype; **C:** *I. (I.) balearicus*, font des Polls (Valldemossa, Mallorca), 14.v.1998, CRA-8442, neotype; **D:** *I. (I.) minoricensis*, Trebalúger (es Castell, Menorca), 10.vii.1978, CRA-1159-1; **E:** *Iberellus (I.) companyonii*, es cap Blanc (Llucmajor, Mallorca), 5.viii.1993, CRA-4740-1; **F:** *I. (Nesiberus) pythiusensis*, es Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa), 27.x.1994, CRA-5298-1. Scale bar = 10 mm.

Conquilles de les diverses espècies d'allognatinats endèmiques de l'arxipèlag Balear (números de catàleg de la col·lecció museològica de l'autor). **A:** *Allognathus graellsianus*, Binifaldó (Escorca, Mallorca), 22.iv.2013, CRA-13883-1; **B:** *Tramuntanicola culminalis* (puig de Massanella, Escorca, Mallorca), 27.vi.1992, CRA-4339-1, holotip; **C:** *I. (I.) balearicus*, font des Polls (Valldemossa, Mallorca), 14.v.1998, CRA-8442, neotip; **D:** *I. (I.) minoricensis*, Trebalúger (es Castell, Menorca), 10.vii.1978, CRA-1159-1; **E:** *Iberellus (I.) companyonii*, es cap Blanc (Llucmajor, Mallorca), 5.viii.1993, CRA-4740-1; **F:** *I. (Nesiberus) pythiusensis*, es Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa), 27.x.1994, CRA-5298-1. Escala = 10 mm.

## Results

### ***Allognathus graellsianus* is the correct name**

In his pioneering “Catálogo de los moluscos terrestres y de agua dulce de España”, Mariano de la Paz Graells (1846) ably described and figured a species endemic to the northern Serra de Tramuntana mountain range in Mallorca, which he called *Helix grateloupi* Graells, 1846. However, this species name had already been used: *Helix grateloupii* Pfeiffer, 1842 was validly proposed as a synonym (through bibliographic indication; Pfeiffer, 1842: 99) of a species from Madagascar (now included in the family Ariophantidae) that had been described as *H. rufescens* Grateloup, 1840. The latter was preoccupied earliest by *H. rufescens* Pennant, 1777; this is obviously a juvenile of *Arianta arbustorum* (Linnaeus, 1758). *Helix grateloupii* was subsequently validated (article 11.6.1 of the Code) by Pfeiffer (1846: 13), and later on described in detail (Pfeiffer, 1848: 69). Thus, the combination *Kalidos rufescens* (Grateloup, 1840) to designate the Malagasy species (Fischer-Piette et al., 1966: 26, 1994: 254) is incorrect, as it must be *K. grateloupii* (Pfeiffer, 1842).

When discovering the conflict of *H. grateloupi*, Ludwig Pfeiffer (1848: 437) proposed *H. graellsiana* Pfeiffer, 1848 for the species discovered by Graells. During the second half of the 19th century some authors used the name initially proposed by Graells (Bourguignat, 1864; Kobelt, 1871; Paetel, 1889), while others chose to use *graellsiana* (for example, Reeve & Sowerby, 1851–1854; Hidalgo, 1875). Among the latter is Henry Augustus Pilsbry (Tryon & Pilsbry, 1888), who designated *H. grateloupi* Graells, 1846 as the type of his new genus *Allognathus* Pilsbry in Tryon & Pilsbry, 1888. However, he soon corrected this, stating *H. graellsiana* is the type (Tryon & Pilsbry, 1894). Throughout the 20th century (Hesse, 1915; Gasull, 1964, 1967; Breure & Gittenberger, 1982; Altaba, 1991), the species was correctly known (and legally protected since 2008) as *A. graellsianus* (Pfeiffer, 1848).

At the onset of the 21st century, and attending only to the priority principle (but ignoring the species from Madagascar), Schileyko (2006) proposed to return to the name coined by Graells; this was followed by several authors (Welter-Schultes, 2012; Chueca et al., 2013; Altaba & Ríos Jiménez, 2021). However, Welter-Schultes (2012), justifies his choice considering that

*H. grateloupii* Pfeiffer, 1842 might not have been intentionally proposed as a new name (this contradicts the original text), or alternatively that it could have been proposed in synonymy (which is not the case, nor would it affect the availability and date of a name once used first in 1848); it is clear that both Graells and Pfeiffer were never confusing the Malagasy and Mallorcan species. After such oscillating history, the coin eventually falls heads up for Pfeiffer.

Another problematic conclusion is that of Beckmann (2007), who in his posthumous book on the land and freshwater mollusks of the Balearics maintains the remarkable stand that the name erected by Graells (1846) would be a *nomen nudum*. Beckmann (2007) cited Fig. 7-8 in the booklet by Graells; with that alone, he should have reached the conclusion that such a name accompanied by a figure has an indication (in the sense of Article 12.2.7 of the Code).

Another mistake is the spelling “*H. graellsii*” proposed by Bourguignat (1864: 356). Nobody seems to have followed him. This constitutes an incorrect subsequent spelling (Art. 33.3 of the Code).

There is another synonym for this species: *Helix tessellata* Férussac in Férussac & Deshayes, 1851. Based on an explicit reference to the Mallorcan species (Férussac in Deshayes, 1819–1851: 232), it is a junior subjective synonym. Besides, this name is preoccupied by *H. tessellata* Pfeiffer, 1842. The latter has been attributed to the mention by Anton (1839: 36, n° 1359), but this author only wrote the name without giving any description; Pfeiffer (1842: 40) describes it adequately, mentioning a letter from Anton and attributing the name to Mühlfeld. This species is now included in the (sub)genus *Stephanoda* Albers in Albers & Martens, 1860 (Endodontidae); it is endemic to the island of Juan Fernández in the southeastern Pacific (Anton, 1839: 36; Pfeiffer, 1848; Albers & Martens, 1860; Solem, 1978; Stuardo & Vega, 1985; Valdovinos, 1999). The invalidity of the name *H. tessellata* Férussac was already detected by Pfeiffer (1848: 117), so it has never been used.

### ***Iberellus balearicus*, not “*I. hispanicus*”**

Starting in 1835, Valery-Louis-Victor Potiez and André-Louis-Gaspard Michaud serialized their valuable “Galerie des Mollusques” (Potiez & Michaud, 1835-1838). Over time, the installments underwent

obvious changes in paper, typographic composition and the format of plates (where publication date is printed); eventually, they were (also) offered bound together as the first volume at the end of 1838 (Paulucci, 1879; Falkner et al., 2002). By the third installment, at the end of 1835 (p. 89), they published the novel *Hispanicâ* variety of *Helix lactea* Müller, 1774. The latter is now unanimously placed in the genus *Otala* Schumacher, 1817. For taxonomy, *Otala lactea* var. *hispanica* (Potiez & Michaud, 1835) is irrelevant, as it designates simply those specimens whose aperture is very dark; in terms of nomenclature, it preoccupies the name *hispanica/us/um* for taxa of specific rank within the (once large) genus *Helix* Linnaeus, 1758. The availability of the work by Potiez and Michaud prior to 1838 has been questioned (Kadolsky, 2012). As a matter of fact, it appears in a book catalogue for that year (Anonymous, 1839). However, it is also clear that the work was printed in installments. For example, this is obvious from the footnote on page 120 (Falkner et al., 2002: 103). This points unambiguously at various dates of publication for the different parts of the book; the relevant part here was issued in 1835. Serializing books was commonplace throughout the 19<sup>th</sup> century across Europe and the United States (Brake & Demoor, 2009), and many malacological works were issued in this way (including Tryon & Pilsbry, 1894-1895). There is no reason whatsoever to assume the authors would have been careful to print the date on the installments only to keep the expensive (and uneven) serial at home for three years.

Thus, when Emil Adolf Rossmässler presented in his monumental work on the European land and freshwater snails (likewise printed and undoubtedly distributed by installments) his *Helix hispanica* Rossmässler, 1838, this name (extracted from a manuscript catalogue by Partsch) was already preoccupied. Such description, corresponding to figure number 460 (in plate 33), has repeatedly been interpreted as belonging to a species endemic to the Serra de Tramuntana in Mallorca, whose common name is “caragol de serp” (snake’s snail). Two issues therein have remained eclipsed but deserve mention.

In the first place, Rossmässler (1838: 15) states that his *H. hispanica* shows a noteworthy variation. In reality, it encompassed several species from the Balearics and southernmost Spain. The specimen figured does not

belong to any *Iberellus*: the columellar callus covering the umbilicus almost completely, the markedly descending aperture and the color pattern consisting of five narrow, well defined bands (two continuous below and three broken above) make a combination of traits absent from any native Balearic helicid. However, they support the identification of the figured shell as an Andalusian endemic the same author described a few years later: *H. guiraoanus* var. *angustatus* Guirao in Rossmässler, 1854. Graells (1846) erroneously identified the “caragol de serp” as *H. hispanica*, but in exchange was right in thus identifying some specimens he had received from Jaén. Likewise, Hidalgo (1875) mentioned from the Balearics *Helix marmorata* (Férussac in Férussac & Deshayes, 1831), also endemic to Andalusia; he soon corrected the mistake, identifying them as *H. balearica* (Hidalgo, 1978, 1890).

Rossmässler’s *angustatus* is now included in the genus *Iberus* Montfort, 1810, endemic to the south and east of the Iberian Peninsula and including several taxa of unclear rank (Boettger, 1938; García San Nicolás, 1957; Elejalde et al., 2008; Bank & Luijten, 2014). Assuming two *Iberus* specimens in the Senckenberg Museum would be the type series, and that the type locality given by Rossmässler (1854) would be wrong, Martínez-Ortí & Robles (2012) designated a lectotype, along with other alterations to the nomenclature of the genus. Whether such changes are warranted is dubious (Bank & Luijten, 2014); at any rate, they don’t affect the current understanding of *I. angustatus*.

A second aspect of the description of *Helix hispanica* is critical. Rossmässler (1838) mentions in synonymy the manuscript names *H. speciosa* and *H. balearica*, attributed to Ziegler. Some authors have considered that such names were introduced merely as synonyms (Beckmann, 2007; Welter-Schultes, 2012; Chueca et al., 2013). However, such reading is incorrect: under the heading dedicated to the varieties of his new species, Rossmässler explicitly mentions one of them with scientific name: “Ziegler besitzt eine anders gefärbte und etwas kugeliger Form, welche er *H. balearica* nennt” [Ziegler has a differently colored and somewhat more spherical form, which he calls *H. balearica*]. This sentence, albeit bearing limited information, contains diagnostic traits, thus constituting the formal description of a taxon of subspecific rank: *H. hispanica* var. *balearica* Rossmässler, 1838.

Rossmässler considered both *balearica* and *hispanica* as belonging to the same (wide) species, selecting the latter name for the set. In fact, there are several species whose names are universally used even if they were described in the same work as synonymous: *Pupa frumentum* var. *illyrica* Rossmässler, 1835 (currently *Granaria illyrica* (Rossmässler, 1835)), *Helix foetens* var. *achates* Rossmässler, 1835 (currently *Chilostoma achates* (Rossmässler, 1835)), *Helix candidula* var. *muehlfeldtiana* Rossmässler, 1837 (currently *Xerocrassa muehlfeldtiana* (Rossmässler, 1837)), *Helix setosa* var. *setigera* Rossmässler, 1836 (currently *Helicigona setigera* (Rossmässler, 1836)), *Helix villosa* var. *villosula* Rossmässler, 1838 (currently *Trochulus villosulus* (Rossmässler, 1838)) and *Helix arbustorum* forma *stenzii* Rossmässler, 1835 (currently *Arianta stenzii* (Rossmässler, 1835)).

A further quirk of *Helix hispanica* is the suggestion by Graells (1846, footnote), that this name could be in conflict with *H. hispana* Linnaeus, 1758 (p. 772: Vermes Testacea number 599; also in Linné, 1767). Unfortunately, nobody seems to have clarified what this Linnean species might be. At any rate, the words *hispana* and *hispanica* are not strictly equivalent (although undesirably similar: Recommendation 58 A of the Code), so the problem does not exist. However, Rossmässler (1854) accepted Graells' suggestion, not without bitterly complaining, and thus recovered the name he had already given to a variety: he proposed *H. balearica* as the valid species name. In terms of nomenclature, this just meant raising *balearica* to species rank in order to avoid a supposed homonymy; for taxonomy, a chimaera was made even more bizarre, with the type series of *H. hispanica* now representing a different taxon. Although nobody dismissed this change, it was unjustified and clearly is in conflict with the original description of *H. balearica*.

For over 150 years almost everybody followed Rossmässler (1854) in calling the “caracol de serp” as *balearica*. Until the erroneous interpretation of original sources by Beckmann (2007), leading to the novel proposal by Welter-Schultes (2012), Chueca et al. (2013, 2015) and Neiber et al. (2021) to use the combination *Iberellus hispanicus* (Rossmässler, 1838). Such a name is inadmissible.

Having a keen eye for detecting differences in shell shapes, Bourguignat (in Pechaud, 1883) was right — albeit at odds with his contemporaries— in claiming

that the specimen figured initially as *Helix hispanica* and later called *H. balearica* by Rossmässler did not agree with any of the specimens he had received from the mountains of Mallorca. He thus described three new species: *H. ramisi* Bourguignat in Pechaud, 1883, *H. valdemusana* Bourguignat in Pechaud, 1883 and *H. eustapa* Bourguignat in Pechaud, 1883. I have examined the types in the Bourguignat collection at MHNG and it is clear they all come from the southern part of the Serra de Tramuntana range. They represent individual variations of the same species, which grows slightly larger at higher elevation, although there is considerable variability in size even within microhabitats. It is likely they were all collected at the same locality, in the vicinity of the mountain village called Valldemossa (hence the fictitiously Latinized demonym *valdemusana*). The three are subjective junior synonyms of *H. balearica* in its original sense. Nobody appears to have ever used these three of Bourguignat's names, his correct assessment being lost amidst a pleiad of confusing or superfluous nominal species.

Attending to its description (as well as its origin indicated as adjective), *balearica* fits perfectly to the “caracol de serp” living in the southern part of the Serra de Tramuntana. The taxon living in the northern part of this mountain range is anatomically distinct, clearly more discoidal and often strongly depressed; it has recently been described as *Tramuntanicola culminalis* Altaba, 2022. In order to prevent further arbitrary changes, a neotype has also been designated for *Iberellus balearicus* from near Valldemossa (Altaba, 2022).

#### ***Helix companyonii* is an available name**

Outside the Serra de Tramuntana, throughout most of Mallorca one can find the much smaller *Iberellus*, readily separated from the “caracol de serp”; these have an even more complicated nomenclature history (Forés, 2004a, b; Altaba, 2007a, b). The first mention of this lowland species refers, quite remarkably, to French Catalonia, where it was likely introduced when that part of the continent belonged to the Kingdom of Mallorca in the late Middle Age. The finding was made public in 1837 at the Société Philomatique de Perpignan, where the naturalist Louis Companyo presented a collection of land snails of the Department, perfectly ordered and labeled, assembled by J. Aleron. The latter had found a

new species which he called *Helix Companyonii* in honor of his friend and mentor (Companyo, 1837). This collection has been on public display ever since (Bourgat & Belledent, 1983; Bourgat, 1994). Moreover, Companyo himself took care to ensure that any interested colleagues would receive specimens of the new species. Thus, there has never existed any doubt about the identity of this species.

The obvious problem is that throughout his brief address to the enlightened scientific society, Companyo (1837) failed to point at even a single diagnostic trait; he only stated: “Cette espèce se rapproche beaucoup de l'*helix serpentina* et *ondulata*; nous ne pouvons asseoir encore notre jugement, cependant nous pensons qu'elle n'a pas été décrite” [This species much resembles *Helix serpentina* and *H. ondulata*; we cannot still settle our judgement, yet we think it has not been described.]. This description is so poor that it might qualify as a *nomen nudum* (Hidalgo, 1878, 1890, 1918; Jaeckel, 1952; Paul, 1982a, 1982b, 1985; Paul & Altaba, 1992; Alonso-Zarazaga, 2004; Welter-Schultes, 2012; Chueca et al., 2013). Another interpretation is that of Chueca et al. (2013), who claim the abovementioned sentence is an explicitly negative will to publicize the species; this view has no grounds and is anyway irrelevant for old literature. What Companyo (1837) did was to mention the name proposed by his friend Aleron. However, he did so provisionally, considering it as a synonym. So he did not provide a description such as to make the name available, but neither did he propose a simple *nomen nudum*. Such synonymy can be inferred to affect the first species mentioned: *H. serpentina* Férussac, 1821. This is now included in the genus *Marmorana* Hartmann, 1844, distributed across the Tyrrhenian region (Giusti et al., 1995).

Thus, as soon as someone used the name mentioned in synonymy by Companyo (1837), the name *H. companyonii* Companyo, 1837 was rendered available (Articles 11.6.1 and 50.7 of the Code). This already occurred in the work by Dupuy (1848, plate published in 1847, by installments), where the species is described in great detail under this name and correctly attributing it to Companyo. Dupuy (1847: xxvi) acknowledges having received from Companyo “les espèces les plus rares des Pyrénées Orientales” [the rarest species of the Eastern Pyrenees]. Later on (Dupuy, 1848: 120, 121) he quotes a letter from Companyo dated in 1847. Moreover, Dupuy

examined the two specimens in the collection prepared by Aleron and labeled them as types (Forés, 2004b).

A fact worth mentioning is the virtual –perhaps real– extinction of *Iberellus companyonii* from its type locality (Altaba, 2007b). It is still mentioned from the vicinity of Banyuls de la Marenda (Banyuls-sur-mer), albeit every time as less common, by various authors throughout the 19th century (Drouet, 1855; Companyo, 1863; Massot, 1872; Locard, 1882, 1894; Granger, 1884). At the onset of the 20th century its existence in France was deemed doubtful (Germain, 1929, 1930). It has probably been extinct in France for over one hundred years; it is thus absent from a widely used field guide to the land snails of northwestern Europe (Kerney et al., 1999), as well as from a proposal of species in need of protection in the Languedoc-Roussillon region (Bertrand, 2004). However, it is unclear why this species is not even mentioned in a critical review of the terrestrial and freshwater molluscan fauna of European France (Falkner et al., 2002). *I. companyonii* was locally introduced into other localities on the Catalan coast (mostly the old buildings and fortresses in the cities of Barcelona and Tarragona); today it is almost extinct on the continent, with a last population in the Roman city wall of Tarragona (Servain, 1880; Aguilar-Amat, 1914; Rosals, 1914; Cazorro et al., 1916; Haas, 1929; Gasull, 1964; Cuerda, 1975, 1989; Bech, 1990; Altaba 1991, 1993, 2007b; Paul & Altaba, 1992; Forés 2004a). Perhaps being an allochthonous species it might not deserve any special protection, but such action has actually been asked for in the case of other species locally naturalised along the French and Spanish Mediterranean coastline.

#### A rich mine of synonyms

Numerous authors have used the species name *companyonii*, correctly attributing it to its first mention (Aleron, 1842; Rossmässler, 1854; Moquin-Tandon, 1855; Drouet, 1855; Companyo, 1863; Granger, 1884; Schubert, 1891; Bofill & Haas, 1920; Bofill et al., 1921; Bofill & Aguilar-Amat, 1924; Haas, 1929; Aguilar Amat, 1933; Ortiz de Zárate, 1946; Jaeckel, 1952; Gasull 1964, 1971, 1972, 1984; Compte Sart, 1968; Bech, 1983, 1989, 1990; Forés & Vilella, 1995; Quintana, 1996; Pons & Palmer, 1996; Seguí et al., 1998; Altaba, 2007a). Others have used a variety of spellings: “*companyoni*” (Brown, 1866; Barceló y Combis, 1873, 1876; Hidalgo, 1875, 1878, 1890; Locard, 1881; Westerlund, 1889; Rosals, 1914; Cuerda et



al., 1986; Vicens & Gracia, 1991), or “*companyoi*” (Bourguignat, 1864; Massot, 1872; Fagot, 1879, 1890; Servain, 1880; Locard, 1882, 1894; Hesse, 1908, 1915, 1931, 1934; Rosals, 1913; Aguilar-Amat, 1914; Bofill & Chía, 1914; Bofill, 1917; Hidalgo, 1918; Germain, 1929, 1930, 1931; Gasull, 1964, 1966, 1967; Adrover & Cuerda, 1977; Cuerda, 1975, 1976, 1979, 1989, 1993; Cuerda & Sacarés, 1992), or “*compagnoi*” (Cazurro et al., 1916), or even “*compagnoni*” (Ortiz de Zárate, 1991) or “*compagnonii*” (Österreich-Toskana, 1871). Such alternative spellings derive from incorrect latinizations, thus constituting unjustified emendations (Brandon-Jones et al., 2007; Dubois, 2007). Besides, none has been on constant usage, so they are not available (Article 33.3 of the Code).

The efforts by Companyo to make the novelty widely known were likely insufficient to reach Rossmässler on time. The latter states that the species was known to him through a letter containing a description and illustration, signed by Anton (Rossmässler, 1839). This was a collector who described several extant and fossil molluscan species (Anton, 1839; Schniebs, 1995). However, Rossmässler writes “*H. Companyonii cuisn.?*” [*cuius nominis?*, whose name?], explicitly acknowledging he didn’t know whom to attribute the name. At any rate, he placed this misspelling in (authorless) synonymy of his *Helix hispanica* var. *pyrenaica* Rossmässler, 1839. However, the latter name was preoccupied by the well-known *H. pyrenaica* Draparnaud, 1805, currently in the genus *Norelona* Nordsieck, 1986 (Elonidae). Thus, almost nobody used the junior homonym; the work by Kobelt (1904) is a notable exception. Nobody used it before 1900, so it is not available (Art. 23.9.5 of the Code). Inadvertently, Alonso Zarazaga (2004) proposed the combination *Iberellus pyrenaicus* (Rossmässler, 1839) in a reply to Forés (2004a). Such an ill-founded proposal was uncritically followed by some authors (Alba et al., 2004; Schileyko, 2006; Quintana, 2009), even after being rejected for the reasons herein stated (Altaba, 2007b).

Chueca et al. (2013) make another, even more confusing proposal. They claim there was no inadvertent error by Rossmässler (1839) in writing *Companyonii*. The reasons behind such inference are based on questionable evidence far from the published work itself, whilst ignoring the evidence that the author didn’t even know where that name was coming from. The name *H.*

*companyoni* was used in the lists by Graells (1846) and Dohrn & Heynemann (1862), but only to avoid using *H. pyrenaica* for this species. On such slippery basis and with only these two citations, Chueca et al. (2013, 2015) propose the combination *Allognatus (iberellus) companyonii* Anton in Rossmässler, 1839; this contains an error and a wrong attribution, and is not the first available name published in synonymy. This combination is also used by Cadevall et al. (2020). It is relevant to note that Rossmässler (1854: 11) himself identified the numerous specimens he received from Barcelona as the var. *Companyonii*, thus correcting his previous mistake.

*Iberellus companyonii* has other synonyms, mostly originated by the “Nouvelle École”, whose tenets were to recognize every variation as a separate species deserving a name. The *Helix cantae* Bourguignat in Servain, 1880 has exactly the same type locality as the species discovered by Aleron, and is undistinguishable. This superfluous name was used just a few times (Locard, 1882, 1894; Fagot, 1890) and placed in synonymy early on (Bofill & Chía, 1914). Erroneously, Germain (1929, 1930) considered it a synonym of the common, well known *Pseudotachea splendida* (Draparnaud, 1801). Another wrong identification is that of Richardson (1980) assuming it might belong into *Otala* Schumacher, 1817.

Another two nominal species from the same prolific author are *Helix chorista* Bourguignat in Servain, 1880 and *H. tiranoi* Bourguignat in Servain, 1880, based on specimens collected in Barcelona; such names had limited success, the first being used just four times (Bofill, 1890; Fagot, 1890; Schuberth, 1891; Hesse, 1915, as *Iberellus choristus*) and the latter only once (Fagot, 1890). The null usefulness of both names is reflected in its early, definitive synonymization (Aguilar-Amat, 1914; Bofill & Chía, 1914; Bofill & Haas, 1920; Haas, 1929).

Somewhat different is the case of names introduced putting the cart before the horse. *Helix (Iberus) oberndorferi* Kobelt, 1882 was proposed under the preposterous hypothesis that the populations in the city of Palma would not be conspecific with those found on the Catalan coast (Kobelt, 1882; Moragues, 1886). In this unsupported sense it has been sporadically used (Hesse, 1915; Jaeckel, 1952; Colom, 1957; Ortiz de Zárate, 1991; Pons & Palmer, 1996). Erring on the same side, but a bit further, Bourguignat (in Pechaud, 1883)

considers this name would belong to a hypothetical species introduced into Mallorca from Corsica. Such extravagance made him confident enough to reject the name proposed by Kobelt —with whom he cultivated an acrimonious animosity— and thus describe his own *H. palmana* Bourguignat in Pechaud, 1883 living in the same city. The latter name has never been used by anybody else.

### The type of *Iberellus* is *Helix companyonii*

The stability of *Iberellus* is dependent upon adequately identifying its type species. This genus was proposed by Hesse (1908) with the picturesque spelling *Jberellus*, which no one has ever used —the incorrect subsequent spelling *Iberellus* has always been used and correctly attributed, so it must be preserved and deemed a correct original spelling (Article 33.3 of the Code; Borrero & Rosenberg, 2015). Hesse did not provide any type species, because it was briefly proposed as a substitute for *Balearica* Kobelt, 1904. The latter had been erected by Kobelt (1904) as a section encompassing various helicid species, including the Balearic endemics, within his quite wide concept of the genus *Iberus*. What Kobelt missed —and Hesse took profit from— is the fact that the name was already preoccupied by *Balearica* Brisson 1760, a genus of African cranes (which no one has ever seen in the Balearics, by the way). According to Hesse (1915), Welter-Schultes (2012) and Borrero and Rosenberg (2015), the type species of *Balearica* Kobelt, 1904 should be *Iberus (Balearica) balearicus* (Rossmässler, 1838), given that Kobelt (1904: 132) so writes when first mentioning his new subgenus; thus, it might seem to be the type species through absolute tautonymy.

However, putative etymologies based on implicit tautonymy must be carefully examined. For example, the type species of *Marmorana* is not *H. marmorata*, as one might infer —on the contrary, as shown by Welter-Schultes (2012), Hartmann (1844: 210) introduced it in association with a similar species under the combination *M. serpentina*. The same precaution is required to understand the listing by Kobelt (1904: 129). No type species are given therein, only examples. This is clear at the head of the listing, where he explicitly refers to the text thereafter for all novelties: “Ich rechtfertige dieselben im Einzelnen in den angehängten Anmerkungen.” [I justify them in detail in the adjoining notes.] And on page 157: “Marmorana geht nur

schwer trennbar in die Balearischen Arten (*Balearica* m.) über, zu denen ich vorläufig sowohl die Sippschaft der *Helix companyoi* als die der *Helix marmorata* rechne.” [Marmorana is difficult to separate from the Balearic species (my *Balearica*), among which I provisionally count the clan of *Helix companyoi*, as well as that of *Helix marmorata*.] According to this evidence, *H. companyonii* (albeit with an incorrect spelling) is explicitly the type of his *Balearica*, by original designation. This is also the type species of *Iberellus* (Articles 67.6, 68.1 and 68.2.1 of the Code).

### One endemic in Menorca

The *Iberellus* living in Menorca are remarkably squat and can readily be told apart from their congenetics. The most widely known name applicable is *Helix minoricensis* Mittre, 1842. This was introduced accompanied by a detailed description, including a comparison similar to that made by Companyo: “L’Hélice de Mahon est voisine de l’*Helix serpentina*...” [*H. minoricensis* is close to *H. serpentina*...]. Given the doubts existing on the name *H. companyonii*, many authors have used *minoricensis* as a substitute (Maluquer, 1917; Aguilar-Amat, 1933; Sacchi, 1954, 1955, 1957, 1958a,b; Colom, 1957, 1964a,b, 1978; Jaeckel & Plate, 1964; Cuerda, 1965; Altimira, 1970; Horst, 1970; Álvarez, 1978; Schröder, 1978; Ginés, 1982; Paul, 1982a,b, 1985; Altaba, 1991, 1993, 2000; Pons & Damians, 1992; Gómez Moliner et al., 2000). However, *I. minoricensis* has been considered a distinct island endemic (Albers & Martens, 1860; Barceló y Combis, 1873, 1876; Brancsik, 1891; Schuberth, 1891; Hesse, 1915; Altaba, 2004, 2007a), sometimes as an insular subspecies or variety (Bofill & Aguilar-Amat, 1924; Colom, 1955, 1961; Jaeckel & Plate, 1964, 1965; Cuerda 1975, 1989).

Keeping on with his unabatable thirst for naming even what already had been named, Bourguignat (in Pechaud, 1883) proposed *H. minorica* Bourguignat in Pechaud, 1883 for exactly the same species described by Mittre (1842) from Maó, as well as the new species *H. sampoli* Bourguignat in Pechaud, 1883. The former is clearly a synonym; the latter also, being based on specimens from the same locality. Not surprisingly, no one has ever used either name.

The existence of a second endemic *Iberellus* in Menorca has been suggested on the basis of molecular genetic analyses: *minoricensis* proper including most

samples from this island, and a smaller clade falling closer to those from Mallorca (Chueca et al., 2015; Neiber et al., 2021). Such proposal cannot be accepted, as it stems from artifacts in phylogenetic reconstruction from DNA sequences and an unsupported nomenclature scheme (Altaba, in prep.). Likewise, the inconclusive analysis of shell shape by Quintana (2009) brings little information, being based on simple morphometrics and a chaotic nomenclature. The phylogeographic structure on the island remains to be better studied, but all evidence points at a single, exclusive lineage.

### Microinsular subspecies

Two subspecific taxa have been described from peripheral islets: *Iberellus minoricensis palumbariae* Aguilar-Amat, 1933 from illa d'en Colom, off northeastern Menorca, and *I. m. horadadae* Jaekel, 1952 from na Foradada in the Cabrera Archipelago south of Mallorca. Whilst the former was carefully described and illustrated (Aguilar-Amat, 1933), Jaekel (1952) argued that a small island could not harbor an endemic subspecies —only to proceed erecting one of his own, less distinct and from an even tinier islet. Schileyko (2006) ranked the latter as a full species without any explanation; it is closely related to, and probably conspecific with *I. companyonii*. Chueca et al. (2013) consider both microinsular taxa as valid subspecies of the single species they accept for *Iberellus*; later on, Chueca et al. (2015) consider neither deserves any distinction.

In fact, both nominal subspecies are readily distinguishable, as clearly stated in their original descriptions. However, this is also true of several other populations of *Iberellus*, on other islets as well as in parts of the main islands (Gasull, 1964; Altaba 1993, 2000). No substantial genetic differentiation should be expected, but they might represent distinct lineages. Until a revision of the genus is presented, the two named subspecies should be retained.

### An endemic in the Pytiusics

The *Iberellus* native to the southern Balearics, or Pytiusics, Eivissa and Formentera, are also distinctive. Two names are available for them: *Helix (Archelix) pythiusensis* Bofill & Aguilar-Amat, 1924 and *Iberellus tanitianus* Forés & Vilella, 1995. The former was carefully described, with detailed comparisons to other taxa and adequate illustrations (Bofill & Aguilar-Amat, 1924).

In contrast, nowhere in the original description of the latter (Forés & Vilella, 1995) is any trait mentioned to separate it from *H. pythiusensis*; neither do Chueca et al. (2013) indicate how the two nominal species can be told apart. The type series of *H. pythiusensis* includes specimens collected both on the Bledes islets off western Ibiza and on the main island, although the holotype is explicitly designated from the former locality. On the other hand, from the description of *I. tanitianus* it is unclear what the holotype or the type locality might be; being published before 2000, external evidence should be used to fill this gap (Article 74.1.1 of the Code). Yet, it is a taxon of questionable validity.

The anatomical traits of *I. tanitianus* discussed by Forés & Vilella (1995) and Chueca et al. (2013) are inconclusive and contradictory. For example, the latter state “el divertículo es un 60 % más largo que el conducto de la bursa” [the diverticle is 60 % longer than the bursa duct], but this contradicts their Figure 1, where it is obviously shorter. The shells of Ibizan *Iberellus* are fairly variable even within populations. For instance, the two figured paratypes of *I. tanitianus* were collected together, but differ markedly in globosity. Thus, there are no grounds at present to recognize two species in the Pytiusics. The nominal taxon *Allognathus (Iberellus) hispanicus elserae* Talaván Serna & Talaván Gómez, 2019, described on fairly globose shells from Ibiza (Talaván Serna & Talaván Gómez, 2019) appears to fall within the range of variation of the species which must bear the oldest name available, *Iberellus pythiusensis*.

### *Iberellus* contains multiple species and subgenera

The only justification given by Chueca et al. (2013) to include all *Iberellus* in a single species consists of “resultados preliminares de estudios genéticos (datos no publicados)” [preliminary results of genetic studies (unpublished data)]. This is hardly defensible.

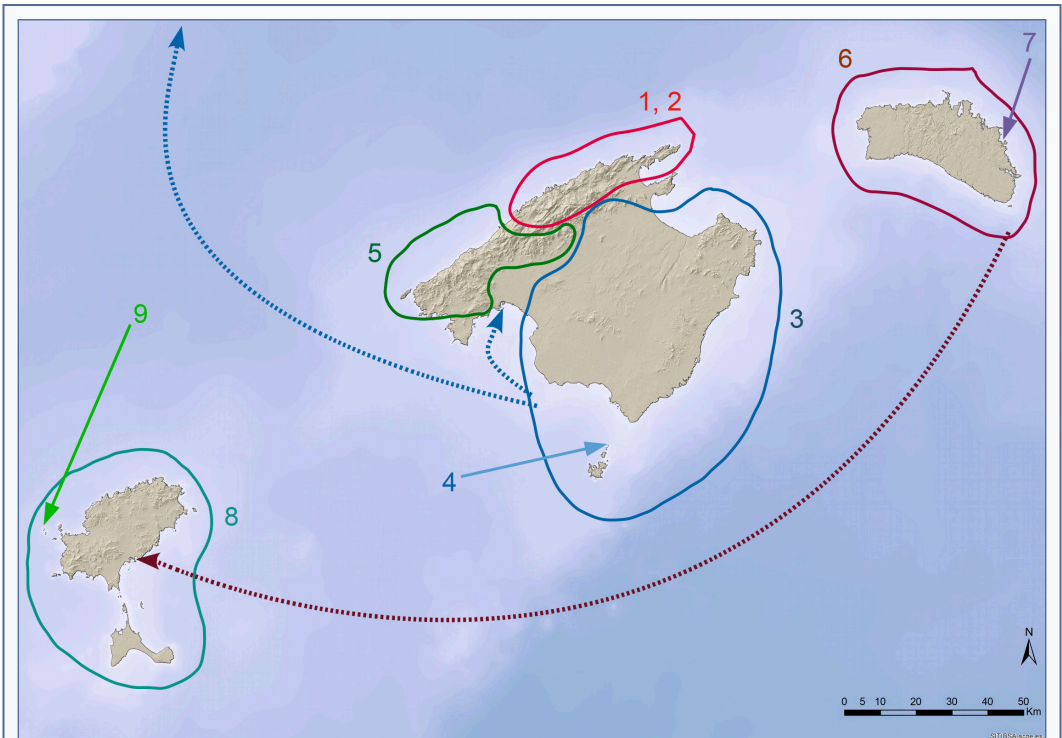
Morphological, anatomical, ecological and paleontological evidence indicate that one species exists on each main island, along with the mountain endemic *I. balearicus*. Diagnostic traits in shell shapes agree with small but diagnostic differences in genitalia. Anatomical similarity has occasionally been interpreted as supporting a single species (Ortiz de Zárate, 1946; Puente, 1994; Chueca et al., 2013), but this is a subjective, purely phenetic opinion based on crude anatomical data.

The molecular genetic phylogenies purported as supporting a single species (Chueca et al., 2015; Neiber et al., 2021), besides being affected by artifacts distorting clade structure (Altaba, in prep.), are mute in regard to species limits. Eventually, it should not be unexpected to find island endemics, given the isolation of the archipelago (Altaba, 2004) and the distinctive vegetation covering each island (Bolòs i Capdevila, 1996).

The genus *Nesiberus* Haas, 1934 was erected for *Helix pythiusensis* alone (Haas, 1934). It has occasionally been accepted (Schileyko, 2006), or placed as a subgenus of *Iberus* (Zilch, 1960), but without any justification. However, it can be meaningfully used for the southern clade of *Iberellus* at the subgenus rank (Altaba, 2007a).

***Iberellus* and *Allognathus* are separate genera**

The reasoning behind placing *Iberellus* within the same genus as *Allognathus* (e.g., Thiele, 1931; Bank et al., 2001) is that both genus-level taxa are considered too closely related, either anatomically (Gasull, 1964) or (phylo)genetically (Chueca et al., 2013, 2015; Neiber et al., 2021). Gasull (1964, 1967, 1971) placed *Allognathus* as a subgenus of *Iberellus*, but that was an incorrect priority inversion. The Balearic branch within *Allognathini* constitutes a well-defined lineage, just as with the Macaronesian one. In the latter, different genera are recognized (Neiber et al., 2021), with morphological and genetic differentiation equivalent to that existing inside the former; there is a considerable phylogenetic distance between the monospecific *Allognathus* and the *Iberellus* clade. So, one may have to choose between



**FIGURE 2.** Geographic range of Allognathines endemic to the Balearic archipelago. Solid arrows point at microinsular endemics, dashed lines show anthropogenic introductions to Ibiza, Palma and the Catalan coast. **1:** *Allognathus graellsianus*; **2:** *Tramuntanicola culminalis*; **3:** *Iberellus* (*I.*) *companyonii*; **4:** *I.* (*I.*) *c. horadadae*; **5:** *I.* (*I.*) *balearicus*; **6:** *I.* (*I.*) *minoricensis*; **7:** *I.* (*I.*) *m. palumbariae*; **8:** *I.* (*Nesiberus*) *pythiusensis*; **9:** type locality of the latter, possibly a microinsular subspecies.

Distribució geogràfica dels al·lognatinis endèmics de l'arxipèlag Balear. Les fletxes contínues assenyalen endemismes microinsulars; les línies discontinües mostren introduccions antropogèniques a Eivissa, Palma i la costa catalana. **1:** *Allognathus graellsianus*; **2:** *Tramuntanicola culminalis*; **3:** *Iberellus* (*I.*) *companyonii*; **4:** *I.* (*I.*) *c. horadadae*; **5:** *I.* (*I.*) *balearicus*; **6:** *I.* (*I.*) *minoricensis*; **7:** *I.* (*I.*) *m. palumbariae*; **8:** *I.* (*Nesiberus*) *pythiusensis*; **9:** localitat tipus d'aquest darrer, probablement una subespècie microinsular.

synonymizing genera and the alternative —equally arbitrary— of increasing supraspecific taxa, eventually making them all monotypic. Either path would be rather useless.

If the genus rank has to bear any meaning, it is in relation to diverging adaptive fields (Wood & Collard, 1999; Cela-Conde & Altaba, 2002). Under this criterion, both *Allognathus* and *Iberellus* deserve full genus rank, given that their adaptations are clearly different (Breure & Gittenberger, 1982; Altaba & Ríos Jiménez, 2021; Juárez-Ruiz & Altaba, 2022). They share a rather uniform Bauplan in their reproductive anatomy, but lack of obvious differences therein occurs in other helioid clades. Moreover, placing too much weight on the genitalia is a monothetic concept of pulmonate systematics, an epistemological error leading to unrealistic classifications (as already pointed out by Hoagland & Davis, 1987). A comparable mistake was that of Westerland (1902), who erected the monotypic family Allognathidae on the basis of shell and radula, ignoring everything else.

## Discussion and Conclusions

This paper clarifies the historically complex nomenclature of the extant helicids endemic to the Balearic Islands. The classification of published taxa, in application of the Code, is as follows (Fig. 2):

- Allognathus* Pilsbry in Tryon & Pilsbry, 1888  
*Allognathus graellsianus* (Pfeiffer, 1848)  
 = *Helix grateloupi* Graells, 1846 (non *H. grateloupi* Pfeiffer, 1842)  
 = *H. graellsii* (misspelling)  
 = *H. tessellata* Férussac in Férussac & Deshayes, 1851 (non *H. tessellata* Pfeiffer, 1842)  
 Endemic to the northern Serra de Tramuntana (Mallorca).
- Tramuntanicola* Altaba, 2022  
*T. culminalis* Altaba, 2022  
 Endemic to the northern Serra de Tramuntana (Mallorca).
- Iberellus* Hesse, 1908  
 = *Balearica* Kobelt, 1904 (non *Balearica* Brisson 1760)  
 = *Iberellus* Hesse, 1908 (superseded original spelling)  
*Iberellus* (*I.*) Hesse, 1908  
*Iberellus* (*I.*) *companyonii* (Companyo, 1837)  
 = *Helix hispanica* var. *pyrenaica* Rossmässler,

- 1839 (non *H. pyrenaica* Draparnaud, 1805)  
 = *H. cantae* Bourguignat in Servain, 1880  
 = *H. chorista* Bourguignat in Servain, 1880  
 = *H. tiranoi* Bourguignat in Servain, 1880  
 = *H. (Iberus) oberndorferi* Kobelt, 1882  
 = *H. palma* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 = *I. companyonii*, *I. companyoni*, *I. companyoi*,  
*I. compagnoii*, *I. compagnoii*, *I. compagnoii*  
 (misspellings)  
 Endemic to Mallorca (not in the Serra de Tramuntana) and adjacent islets. Locally introduced to the Catalan coast (and almost extinct there).  
*I. c. horadadae* Jaekel, 1952

Endemic to na Foradada islet in the Cabrera Archipelago.

- Iberellus* (*I.*) *balearicus* (Rossmässler, 1838)  
 = *Helix hispanica* (Rossmässler, 1838), partim  
 (non *Helix lactea* var. *hispanica* Potiez & Michaud, 1835)  
 = *H. ramisi* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 = *H. valdemusana* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 = *H. eustapa* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 Endemic to the southern Serra de Tramuntana (Mallorca).

- Iberellus* (*I.*) *minoricensis* (Mittre, 1842)  
 = *H. minorica* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 = *H. sampoli* Bourguignat in Pechaud, 1883  
 Endemic to Menorca and adjacent islets. Locally introduced into Ibiza.  
*Iberellus minoricensis palumbariae* Agui-lar-Amat, 1933  
 Endemic to illa d'en Colom.

- Iberellus* (*Nesiberus*) Haas, 1934  
*I. (Nesiberus) pythiusensis* (Bofill & Agui-lar-Amat, 1924)  
 = ? *Iberellus tanitianus* Forés et Vilella, 1995  
 = *Allognathus* (*Iberellus*) *hispanicus elserae* Talaván Serna & Talaván Gómez, 2019  
 Endemic to the Pythiusics (including surrounding islets).

This revised classification, where undescribed taxa might need to be added, is in agreement with the historical biogeography of the Balearic archipelago. The diversification of *Iberellus* followed the break-up

of the Balearic Promontory since the middle Miocene. However, *Allognathus* and later *Tramuntanicola* diverged at an earlier date, contributing to the uniqueness of the northern Tramuntana range. From this basis it should now be easier to proceed with studies on the phylogeny, ecology, evolution and conservation of these valuable species.

## Acknowledgements

I am grateful to Emmanuel Tardy and Jean Mariaux for allowing the examination of types in the Bourguignat collection at MHNG; George Davis, Gary Rosenberg and Ken Emberton for support and help at ANSP; Francesc Español, Carles Altimira and Francesc Uribe for lengthy consultations at MCNB; Óscar Soriano for helping at MNCN; Carol Constantino and Rafel Matamales-Andreu for allowing the study of collections at MBCN; and Anita Escher and Robert Bourgat for answering my questions about the historical collection at NHMW and MHNP, respectively. I am in debt to Francisco Welter-Schultes, Maximino Forés and Miguel Alonso-Zarazaga for the many hours of friendly discussion, even if we don't agree on everything. Rafel Matamales-Andreu and Josep Juárez-Ruiz provided valuable insights and most useful discussions.

## References

- Adrover, M. & Cuerda, J. 1977.** Nuevos yacimientos pleistocénicos con malacofauna terrestre en la Isla de Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 21: 125–130.
- Aguilar-Amat, J. B. D' 1914.** La *Helix Companyoi* Aleron. de Sta. María del Mar de Barcelona. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 14: 125–127.
- Aguilar-Amat, J. B. D' 1933.** Observacions malacològiques, 19. Contribució al coneixement de la fauna menorquina. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 33: 334–338.
- Alba, D. M., Tarruella, A., Corbella, J., Vilella, M., Guillén, G., Prats, L. & Quintana, J. 2004.** Addenda a la llista dels mol·luscos continentals de Catalunya. *Spira*, 1(4): 1–10.
- Albers, J. C. & Martens, E.von 1860.** Die Heliceen nach natürlicher Verwandtschaft systematisch geordnet von Joh. Christian Albers. Zweite Ausgabe nach dem hinterlassenen Manuskript besorgt von Eduard von Martens. xviii + 359 pp. W. Engelmann. Leipzig.
- Aleron, J. 1842.** Conchyliologie. In Henry D.M.J.: Le guide en Roussillon, ou itinéraire du voyageur dans le département des Pyrénées-Orientales, contenant un aperçu de l'histoire de la province; L'indication de tout ce qui peut exciter l'intérêt ou la curiosité de l'artiste, de l'archéologue ou du simple amateur, en fait de monuments, de sites, d'anecdotes, etc.; Une course aux divers établissements thermaux, avec l'indication de la composition de leurs eaux; Enfin l'indication des principaux objets qui peuvent appeler, dans cette partie des Pyrénées, l'attention des naturalistes, en minéralogie, en zoologie et en botanique: 326–333. J.-B. Alzine. Perpignan.
- Alonso Zarazaga, M. A. 2004.** Precisiones sobre un artículo nomenclatural acerca de la validez "taxonómica" de *Iberellus companyonii* (Aleron, 1837) recientemente publicado (Mollusca, Pulmonata, Helicidae). *Graellsia*, 60: 101–105.
- Altaba, C. R. 1991.** Mol·luscs. In Altaba C.R. & Ros J. (Eds.): *Història natural dels Països Catalans*, vol. 8: Invertebrats no artròpodes: 375–416; 427–470. *Enciclopèdia Catalana*. Barcelona.
- Altaba, C. R. 1993.** Els caragols i llimacs terrestres (Mollusca: Gastropoda). In Alcover J.A, Fornós J. & Ballesteros E. (Eds): *Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera*: 409–426. Moll & CSIC. Palma de Mallorca.
- Altaba, C. R. 1997.** Documenting biodiversity: the need for species identifications. *Trends in Ecology and Evolution*, 12: 358–359.
- Altaba, C. R. 2000.** Invertebrados terrestres. In: García Canseco V. (Ed.): *Parque Nacional Archipiélago de Cabrera*: 87–96. Esfagnos. Talavera de la Reina.
- Altaba, C. R. 2004.** La biodiversitat de les Illes Balears: un paradigma per a la conservació. / Biodiversity of the Balearic Islands: A paradigm for conservation. In Vilà M., Rodà F. & Ros J. (Eds.): *Jornades sobre biodiversitat i conservació biològica / Seminar on biodiversity and conservation*: 167–188; 371–389. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Altaba, C. R. 2007a.** Hi ha caragols endèmics de Menorca? *Malacofauna Balearica*, 1: 5–15.
- Altaba, C. R. 2007b.** A la recerca del temps perdut: què és *Helix companyonii* (Pulmonata: Helicidae)? *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Perpignan*, 15: 13–26.
- Altaba, C. R. 2014.** Extinction resilience of island species: An amphibian case and a predictive model. *Diversity*, 6: 43–71; <https://doi.org/10.3390/d6010043>
- Altaba, C. R. 2022.** On the rocks, twice as better: an overseen land snail genus from the mountains of Mallorca (Mollusca, Gastropoda, Helicidae). *Folia Conchyliologica*, 65: 29–39.
- Altaba, C. R. & Ríos Jiménez, F. 2021.** An enigmatic rock-dwelling land snail from southernmost Iberia (Mollusca, Gastropoda, Helicidae). *Folia Conchyliologica*, 60: 35–44.
- Altimira, C. 1970.** Moluscos y conchas recogidos en cavidades subterráneas. *Speleon*, 17: 67–75.
- Álvarez, B. M. 1978.** Estudio comparado de los moluscos terrestres de Menorca. 56 pp. B. Mateo Álvarez. Maó.
- Anonymous. 1839.** Bibliographie de la France, ou Journal général de l'Imprimerie et de la Librairie, et des cartes géographiques, gravures, lithographies et oeuvres de musique. 265 pp. Pillet Ainé. Paris.
- Anton H. E. 1839 [1838].** Verzeichniss der Conchylien welche sich in der Sammlung von Hermann Eduard Anton befinden. xvi + 110 pp. Anton. Halle.

- Bank, R. A., Bouchet, P., Falkner, G., Gittenberger, E., Hausdorf, B., Proschwitz, T. von & Ripken, T. 2001.** Supraspecific classification of European non-marine Mollusca (CLECOM Sections I + II). *Heldia*, 4 (1/2): 77–128.
- Bank, R. A. & Luijten, L. 2014.** Nomenclator of the taxa belonging to the genus *Iberus* Montfort, 1810 (Gastropoda: Pulmonata, Helicidae). *Basteria*, 78: 89–98.
- Barceló y Combis, F. 1873.** Moluscos terrestres y de agua dulce de las Islas Baleares y catálogo metódico de los mismos. *Revista Balear de Literatura, Ciencias y Artes*, 2: 6–9, 30–32.
- Barceló y Combis F. 1876.** Nuevos apuntes para la fauna balear: Catálogo de los reptiles y de los moluscos terrestres y de agua dulce observados en las islas Baleares. 18 pp. P.J. Gelabert. Palma de Mallorca.
- Bech, M. 1983.** Actualització de la fauna malacològica terrestre i d'aigua dolça de Catalunya, i la seva posició sistemàtica. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 49: 19–30.
- Bech, M. 1989.** Dades malacològiques sobre alguns mol·luscs recollits en cavitats subterrànies a l'illa de Menorca. *Endins*, 14–15: 77–79.
- Bech, M. 1990.** Fauna Malacològica de Catalunya. Mol·luscs terrestres i d'aigua dolça. Treballs de la Institució Catalana d'Història natural, 12: 1–229.
- Beckmann, K. H. 2007.** Die land- und Süßwassermollusken der Balearischen Inseln. 255 pp. Conchbooks. Hackenheim.
- Bertrand, A. 2004.** Mollusques terrestres et aquatiques de Languedoc-Roussillon. Espèces déterminantes dans le cadre de la mise à jour des ZNIEFF. Documents malacologiques, hors-série n° 3: 1–29.
- Boettger, C. R. 1938.** Die Veränderlichkeit der Schale von *Iberus guatieranus* L. Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, 3: 183–197.
- Bofill, A. 1890.** Contribution à la faune malacologique de la Catalogne. *Bulletin de la Société malacologique de France*, 7: 251–279.
- Bofill, A. 1917.** Moluscos ingressats en el Museu des del mes de juny de 1916. *Anuari de la Junta de Ciències Naturals de Barcelona*, 2: 533–549.
- Bofill, A. & Aguilar-Amat J. B. D' 1924.** Malacologia de les Illes Pitiüses. Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 10 (3): 1–17.
- Bofill, A. & Chía, M. de. 1914.** Fauna malacològica de Catalunya. I. Introducció. Llista alfabètica dels noms amb els quals s'han citat moluscs a Catalunya. 49 pp. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Bofill, A. & Haas, F. 1920.** Estudi sobre la malacologia de les valls pirenaïques. Conca del Llobregat. Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 3: 381–831, làms. i-iv, 1 map.
- Bofill, A., Haas, F. & Aguilar-Amat J. B. D' 1921.** Estudi sobre la malacologia de les valls pirenaïques. VI. Conques del Besòs, Ter, Fluvià, Muga i litorals intermitges. Treballs del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, 3: 837–1241, làms. 1–4.
- Bolòs i Capdevila O. de. 1996.** La vegetació de les Illes Balears. 267 pp. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Borrero, F. J. & Rosenberg, G. 2015.** The Paul Hesse Collection at the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, with a review of names for Mollusca introduced by Hesse. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 164: 43–100.
- Bourgat, R. 1994.** Perpignan Museum, from natural history cabinet to municipal institution. *Journal of the History of Collections*, 7: 73–79.
- Bourgat, R. & Belledent, F.-G. 1983.** Notice historique sur le Muséum d'Histoire Naturelle de Perpignan. *Bulletin de la Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées-Orientales*, 91: 137–155.
- Bourguignat, J. R. 1864.** Malacologie de l'Algérie, ou histoire naturelle des animaux mollusques terrestres et fluviatiles recueillis jusqu'à ce jour dans nos possessions du nord de l'Afrique. Tome second. 380 + [27] + 4 pp, 27 pls. Challamel Ainé and Bastide. Paris and Alger.
- Brandon-Jones, D., Duckworth, J. W., Jenkins, P. D., Rylands, A. B. & Sarmiento E. E. 2007.** The genitive of species-group scientific names formed from personal names. *Zootaxa*, 1541: 41–48.
- Brake, L., Demoor, M. (eds.). 2009.** Dictionary of nineteenth-century journalism in Great Britain and Ireland. 1014 pp. Academia Press and The British Library. Gent and London.
- Brancsik, K. 1890.** Consignatio systematica specierum in itinere bosnensi anno 1888 per me collectarum, novaque data ad faunam molluscarum Bosniae ac Hercegovinae. *A Trencsén Vármegyei Természettudományi Egylet*, 11/12: 68–76, Tab. I-II.
- Breure, A. S. H. & Gittenberger, E. 1982.** The rock-scraping radula, a striking case of convergence (Mollusca). *Netherlands Journal of Zoology*, 32 (3): 307–312.
- Brisson, M. J. 1760.** Ornithologie ou méthode contenant la division des oiseaux en ordres, sections, genres, espèces & leurs variétés. A laquelle on a joint une description exacte de chaque espèce, avec les citations des auteurs qui en ont traité, les noms qu'ils leur ont donnés, ceux que leur ont donnés les différentes nations, & les noms vulgaires. Ouvrage enrichi de figures en taille-douce. Tome 1. xxiv + 526 + lxxiii pp., pl. I-XXXVII. Bauche. Paris.
- Brown, A. D. 1866.** Catalogue of the genera *Helix*, *Anostoma*, *Hypselostoma*, *Streptaxis*, *Tomigerus*, *Bulimus*, *Orthalicus*, *Partula*, in the collection of A. D. Brown. 2nd ed. 65 + [3] pp. Blanchard. Princeton (New Jersey).
- Cadevall, J., Corbella, J., Bros, V., Orozco, A., Guillén, G., Prats, L., Capdevila, M. 2020.** Els mol·luscs continentals de Catalunya i Andorra (península Ibèrica). Llista comentada. *Spira*, 7: 117–159.
- Cazurro, M., San Miguel, M. & Serradell, B. 1916.** Resumen de la excursión verificada a Tarragona a finales del pasado diciembre. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 16: 184–189.

- Cela-Conde, C. & Altaba, C. R. 2002.** Multiplying genera versus moving species: a new taxonomic proposal for the family Hominidae. South African Journal of Science, 98: 1–4.
- Chueca, L. J., Forés, M. & Gómez-Moliner, B. J. 2013.** Consideraciones nomenclaturales sobre las especies del género *Allognathus* (Gastropoda: Pulmonata: Helicidae) y estudio anatómico de *Allognathus hispanicus tantianus*. Iberus, 31 (1): 63–74.
- Chueca, L. J., Madeira, M. J. & Gómez-Moliner B. J. 2015.** Biogeography of the land snail genus *Allognathus* (Helicidae): middle Miocene colonization of the Balearic Islands. Journal of Biogeography, 42, 1845–1857.
- Colom, G. 1955.** Sobre la existencia de dos razas gigantes de Helicidos en las zonas de máximas alturas de la Sierra Norte de Mallorca. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, 1: 1–10, láms. 1–2.
- Colom, G. 1957.** Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y su fauna. 568 pp. Estudio General Luliano. Palma de Mallorca.
- Colom, G. 1961.** Les populations géantes d'hélicidés de la haute montagne de Majorque (Baléares). Publications du Conseil National pour la Recherche Scientifique, 94: 295–298.
- Colom, G. 1964a.** El medio y la vida en las Baleares. 292 pp. Estudio General Luliano. Palma de Mallorca.
- Colom, G. 1964b.** La connaissance du Pléistocène Baléare et l'origine de certains endémismes insulaires. Comptes Rendus de la Société de Biogéographie, 358: 62–67.
- Colom, G. 1978.** Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y su fauna. 2ª ed. 292 pp. Instituto de Estudios Baleáricos. Palma de Mallorca.
- Companyo, L. 1837.** Rapport de MM. Delocre et Companyo sur un Tableau contenant une collection de Mollusques terrestres et fluviatiles du Département des Pyrénées-Orientales, offert à la Société Philomatique par M. Aleron. Bulletin de la Société philomatique de Perpignan, 3: 85–104.
- Companyo, L. 1863.** Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales. Tome troisième J.-B. 952 pp + 2 pls. Alzine. Perpignan.
- Compte Sart, A. 1968.** La fauna de Menorca y su origen. (Síntesis de la fauna de Menorca, su naturaleza y un ensayo acerca de su origen.) Revista de Menorca, número extraordinario: 5–212.
- Cuerda, J. 1965.** Données paléontologiques pour l'étude de la malacofaune terrestre des Baléares orientales. Rapports et procès-verbaux des réunions de la C.I.E.S.M.M., 18: 507–510.
- Cuerda, J. 1975.** Los tiempos cuaternarios en Baleares. 304 pp. + 20 láms. Instituto de Estudios Baleáricos. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1976.** Nota preliminar sobre el Cuaternario de Cabrera (Baleares). Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 40: 45–58.
- Cuerda, J. 1979.** Formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma. Guía de la Excursión nº 4 del VI Coloquio de Geografía. 23 pp. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1989.** Los tiempos cuaternarios en Baleares. 2ª edición. 310 pp. + 20 láms. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1993.** Notes sobre el Quaternari. In Alcover J.A, Fornós J. & Ballesteros E. (Eds): Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera: 117–130. Moll & CSIC. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J., Antich, S. & Soler A. 1986.** Las formaciones cuaternarias del Torrente de Cala Blava en la Bahía de Palma (Baleares). Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 29 [1985]: 75–86.
- Cuerda, J. & Sacarés, J. 1992.** El Quaternari al Migjorn de Mallorca. 304 pp. Direcció General de Cultura. Palma de Mallorca.
- Draparnaud, J. P. R. 1801.** Tableau des mollusques terrestres et fluviatiles de la France. 2 + 116. Renaud, Masson and Besson. Montpellier, Bossange and Paris.
- Draparnaud, J.-P.-R. 1805.** Histoire naturelle des mollusques terrestres et fluviatiles de la France. Ouvrage posthume. 9 + viii + 134, pls. 1–13. Plassan and Renaud. Paris and Montpellier.
- Dohrn, H. & Heynemann, F. D. 1862.** Zur Kenntniss der Molluskenfauna der Balearen. Malakologisches Blätter, 9: 99–111.
- Drouet, H. 1855.** Énumération des mollusques terrestres et fluviatiles vivants de la France continentale. Mémoires de la Société Royale, Liège, 10: 137–185.
- Dubois, A. 2003.** The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions. Comptes Rendus Biologies, 326: 9–21.
- Dubois, A. 2007.** Genitives of species and subspecies nomina derived from personal names should not be emended. Zootaxa, 1550: 49–68.
- Dupuy, D. 1847-1852.** Histoire naturelle des Mollusques terrestres et d'eau douce qui vivent en France. xxxi + 737 pp. + 1 table (vol. 1), 31 pls. (vol. 2). Masson. Paris.
- Elejalde, M. A., Madeira, M. J., Arrébola, J. R., Muñoz, B. & Gómez-Moliner B. J. 2008.** Molecular phylogeny, taxonomy and evolution of the land snail genus *Iberus* (Pulmonata: Helicidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 46 (3): 193–202.
- Fagot, P. 1879.** Histoire malacologique des Pyrénées françaises. I. Pyrénées-Orientales. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 13: 82–123.
- Fagot, P. 1890.** Histoire malacologique des Pyrénées françaises et espagnoles. Bulletin de la Société Ramond, 25: 131–158; 215–244.
- Falkner, G., Ripken, T. E. J. & Falkner, M. 2002.** Mollusques continentaux de France. Liste de Référence annotée et Bibliographie. Patri-moines naturels, 52: 1–350.
- Férussac, A. E. J. P. J. F. d'A. de & Deshayes G. -P. 1819-1851.** Histoire



naturelle générale et particulière des mollusques terrestres et fluviatiles, tant des espèces que l'on trouve aujourd'hui vivantes, que des dépouilles fossiles de celles qui n'existent plus; classés d'après les caractères essentiels que présentent ces animaux et leurs coquilles. Tome 1: 8 + 184 pp., T. 2 (1): [3] + 402 pp.; T. 2 (2): 260 + 22 + [2] + xvi, Atlas 1: 70 pl., Atlas 2: 166 + 5 pl. J.-B. Baillière. Paris.

- Fischer-Piette, E., Bedoucha, J. & Salvat, F. 1966.** Mollusques terrestres de Madagascar. Ariophantidae. Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, série A Zoologie, 40 (1) : 1–50, pls. I-IV.
- Fischer-Piette, E., Blanc, C. P., Blanc, F. & Salvat, F. 1994.** Gastéropodes terrestres pulmonés. Faune de Madagascar, 83: 1–552.
- Forés, M. 2004a.** Sobre la validez taxonómica de *Iberellus companyonii* (Aleron, 1837) (Pulmonata: Helicidae). Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 45 [2002]: 137–189.
- Forés, M. 2004b.** Le Muséum de Perpignan devient le dépositaire des syntypes d'*Iberellus companyonii* (Aleron, 1837) constituant collectivement le type porte-nom. Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Perpignan, 13: 35–39.
- Forés, M. & Vilella, M. 1995.** Una nueva especie de *Iberellus* Hesse, 1908 (Pulmonata: Helicidae) en la isla de Eivissa. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 36 [1993]: 17–29.
- García-San Nicolás, E. 1957.** Estudios sobre la biología, la anatomía y la sistemática del género *Iberus* Montfort, 1810. Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural (Biología), 55: 199–390.
- Gasull, L. 1964.** Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, 9 [1963]: 3–80.
- Gasull, L. 1966.** Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, 11 [1965]: 7–161.
- Gasull, L. 1967.** La insularidad de las Islas Baleares desde el punto de vista de la malacología terrestre. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, 12 [1966]: 149–156.
- Gasull, L. 1971.** Adiciones y rectificaciones a la fauna malacológica terrestre y de agua dulce de las Baleares. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, 15 [1969]: 59–73.
- Gasull, L. 1972.** L'insularité des îles Baléares du point de vue de la malacologie terrestre. Rapports et Communications internationaux sur la Mer Méditerranéenne, 20: 553–557.
- Gasull, L. 1984.** Terrestrial and freshwater gastropods of the Pityuses (Eivissa and Formentera), excluding *Trochoidea* (*Xerocrassa*) Monterosato 1892. In Kuhbiér H., Alcover J.A. y Guerau d'Arellano Tur C. (Eds.): Biogeography and ecology of the Pityusic Islands: 231–241. Kluwer Academic. Dordrecht.
- Germain, L. 1929.** Les Helicidae de la faune française. Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon, 13 [1928]: 1–484, pls. 1–6.
- Germain, L. 1930.** Mollusques terrestres et fluviatiles (première partie). Faune de France, 21: 1–478.
- Germain, L. 1931.** Mollusques terrestres et fluviatiles (deuxième partie). Faune de France, 22: 479–897, pls. 1–36.
- Ginés, A. 1982.** Inventario de especies cavernícolas de las Islas Baleares. Endins, 9: 57–75.
- Giusti, F., Manganelli, G. & Schembri, P. J. 1995.** The non-marine molluscs of the Maltese Islands. Monografie del Museo Regionale di Scienze Naturale di Torino, 15: 1–607.
- Gómez-Moliner, B., Alonso, M. R., Ibáñez, M., Araujo, R., Arconada, B., Martínez-Ortí, A., Pujante, A. M., Robles, F., Templado, J., Moreno, D., Luque, A., Altaba, C. R., Prieto, C., Puente, A. I., Altonaga, K., Arrébola, J. R., Rolán, E., Bros-Caton, V., Castillejo, J. & Álvarez-Halcón, R. M. 2000.** Listado final: fichas con argumentaciones científicas para la catalogación de especies de moluscos. Noticiario de la Sociedad Española de Malacología, 33: 45–47.
- Graells, M. P. 1846.** Catálogo de los moluscos terrestres y de agua dulce observados en España, y descripción y notas de algunas especies nuevas ó poco conocidas del mismo país. vi [+ i] + 23 [+ 2] pp., lám. [1]. Calleja. Madrid y Lima.
- Granger, A. 1884.** Musée Scolaire Deyrolle. Histoire naturelle de la France, 6e partie. Mollusques (Céphalopodes, Gastéropodes). 272 pp. + 19 pls. É. Deyrolle. Paris.
- Grateloup, J. P. S. de. 1840.** Description de plusieurs Coquilles nouvelles ou peu connues de Mollusques exotiques vivants. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 11 [1839]: 394–455, pls. I-IV.
- Haas, F. 1929.** Fauna malacológica terrestre y de agua dulce de Cataluña. Trabajos del Museo de Ciencias naturales de Barcelona, 13: 1–491. (Facsimile 1991: Treballs del Museu de Zoologia de Barcelona, 5: i–xxiv, 1–494–xxv–lxxv).
- Haas, F. 1934.** Kurze Bemerkungen III. Archiv für Molluskenkunde, 66 (6): 354–357.
- Hartmann, J. D. W. 1844.** Erd- und Süßwasser-Gasteropoden der Schweiz. Mit Zugabe einiger merkwürdigen exotischen Arten. I. Band. xx + 227 pp., Taf. 1–84. Scheitlin & Zollikofer. St. Gallen.
- Hesse, P. 1908.** Kritische Fragmente. [IV–VI.] Nachrichtenblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft, 40 (3): 131–141.
- Hesse, P. 1915–1920.** Iconographie der Land- & Süßwasser-Mollusken mit vorzüglicher Berücksichtigung der europäischen noch nicht abgebildeten Arten von E. A. Rossmässler. Neue Folge. Dreiundzwanzigster Band. [5] + 262 pp., Taf. 631–660. Kreidel. Wiesbaden.
- Hesse, P. 1931.** Zur Anatomie und Systematik paläarktischer Stylomatophoren. Zoologica, 31 (81): [1–2], 1–118, Taf. 1–16.
- Hesse, P. 1934.** Zur Anatomie und Systematik paläarktischer Stylomatophoren. Zweiter Teil. Zoologica, 33 (85): 1–59, Taf. 1–9.
- Hidalgo, J. G. 1875.** Catálogo iconográfico y descriptivo de los moluscos terrestres de España, Portugal y las Baleares. iv + 224 pp., 24 láms. S. Martínez. Madrid.

- Hidalgo, J. G. 1878.** Catalogue des mollusques terrestres des îles Baléares. Journal de Conchyliologie, 26: 213–237, pl. IX.
- Hidalgo, J. G. 1890.** Catálogo de los moluscos terrestres de las Islas Baleares. Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid, 15: 165–191.
- Hidalgo, J. G. 1918.** Suplemento a la bibliografía crítica malacológica publicada en el tomo XV de las Memorias de la Real Academia de Ciencias. 41 pp. Imprenta Clásica Española. Madrid.
- Hoagland, K. E. & Davis, G. M. 1987.** The succineid snail fauna of Chittenango Falls, New York: taxonomic status with comparisons to other relevant taxa. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 139: 465–526.
- Horst, D. V. D. 1970.** Beitrag zur Kenntnis der Molluskenfauna von Mallorca. Mitteilungen der Zoologisches Gesellschaft Brunau, 8: 117–127.
- ICZN (International Commission of Zoological Nomenclature). 2000.** International Code of Zoological Nomenclature. Fourth edition. xix + 156 pp. The International Trust for Zoological Nomenclature. London.
- Isaac, N. J. B., Mallet, J. & Mace, G. M. 2004.** Taxonomic inflation: its influence on macroecology and conservation. Trends in Ecology and Evolution, 19: 464–469.
- Isaac, N. J. B., Redding, D. W., Meredith, H. M. & Safi, K. 2012.** Phylogenetically-informed priorities for amphibian conservation. PLoS ONE 7: e43912. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043912>
- Isaac, N. J. B., Turvey, S. T., Collen, B., Waterman, C. & Baillie, J. E. M. 2007.** Mammals on the EDGE: Conservation priorities based on threat and phylogeny. PLoS One 2: e296. doi:10.1371/journal.pone.0000296
- Jaekel, S. sen. 1952.** Die Mollusken der spanischen Mittelmeer-Inseln. Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum Berlin, 28: 53–143, Taf. I–IV
- Jaekel, S. sen. & Plate, H.-P. 1964.** Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna der Insel Mallorca. Malakologische Abhandlungen, 1: 53–87.
- Jaekel, S. sen. & Plate, H.-P. 1965.** Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna der Insel Mallorca. Malakologische Abhandlungen, 2: 159–164.
- Juárez-Ruiz, J. & Altaba, C. R. 2022.** Evidències paleontològiques primerenques del gènere *Iberellus* Hesse, 1908 (Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) en el Pliocè inferior de Mallorca, amb descripció d'*Iberellus colladoi* nov. sp. Nemus, 12: 189–195.
- Kadolsky, D. 2012.** Nomenclatural comments on non-marine molluscs occurring in the British Isles. Journal of Conchology, 41 (1): 65–90.
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D. & Bertrand, A. 1999 (reimpression 2006).** Guides des escargots et limaces d'Europe. 370 pp., 28 pls. Delachaux et Niestlé. Paris.
- Kobelt, W. 1871.** Catalog der im europäischen Faunengebiet lebenden Binnenconchylien. Mit besonderer Berücksichtigung der in Rossmässler's Sammlung enthaltenen Arten. xvi + 150 pp. T. Fischer. Cassel.
- Kobelt, W. 1882.** Diagnosen neuer Arten. Nachrichtenblatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft, 14 (8/9): 121–123.
- Kobelt, W. 1904.** Iconographie der Land- & Süßwasser-Mollusken mit vorzüglicher Berücksichtigung der europäischen noch nicht abgebildeten Arten von E. A. Rossmässler. Neue Folge. Elfter (Register-) Band. xii + 342 pp., Taf. I–VI. C.W. Kreidel. Wiesbaden.
- Khuroo, A. A., Dar, G. H., Khan, Z. S. & Malik, A. H. 2007.** Exploring an inherent interface between taxonomy and biodiversity: Current problems and future challenges. Journal for Nature Conservation, 15: 256–261.
- Linnaeus, C. 1758.** Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata. [1–4] + 1–824 pp. Laurentius Salvius. Holmia [Estocolmo].
- Linné, C. 1767.** Systema naturæ, Tom. I. Pars II. Editio duodecima reformata. 533–1327 + [1–37] pp. Laurentius Salvius. Holmia [Estocolmo].
- Locard, A. 1881.** Étude sur les variations malacologiques d'après la faune vivante et fossile de la partie centrale du Bassin du Rhône. Tome Second. 560 pp. H. Georg. Lyon.
- Locard, A. 1882.** Prodrome de Malacologie Française. Mollusques terrestres, des eaux douces et saumâtres. vi + 462 pp. H. Georg. Lyon.
- Locard, A. 1894.** Conchyliologie française. Les coquilles terrestres de France. Description des familles, genres et espèces. Avec 515 figures dessinées d'après nature et intercalées dans le texte. 370 pp. J.-B. Baillière. Lyon and Paris.
- Mace, G. M. 2004.** The role of taxonomy in species conservation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 359: 711–719.
- Maluquer, J. 1917.** Algunos moluscos terrestres de la isla de Cabrera. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 17: 394–396.
- Martínez-Ortí, A. & Robles, F. 2012.** On the taxonomical identity of some taxa of the Iberian endemic genus *Iberus* Montfort, 1810 (Gastropoda, Helicidae). Animal Biodiversity and Conservation, 35: 99–105.
- Massot, P. 1872.** Enumération des Mollusques terrestres et fluviatiles du département des Pyrénées-Orientales. Bulletin de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées Orientales, 19: 1–116, pl. 1.
- May, R. M. 1990.** Taxonomy as destiny. Nature, 347: 129–130.
- Mittre, H. 1842.** Description de quatre coquilles nouvelles. Annales des Sciences naturelles (Zoologie), série 2, 18: 188–181.
- Montfort, D. de. 1810.** Conchyliologie systématique, et classification méthodique des coquilles; offrant leurs figures, leur arrangement générique, leurs descriptions caractéristiques, leurs noms; ainsi

que leur synonymie en plusieurs langues. Ouvrage destiné à faciliter l'étude des Coquilles, ainsi que leur disposition dans les cabinets d'histoire naturelle. Coquilles univalves, non cloisonnées. Tome second. [3] + 676 pp. F. Schoell. Paris.

- Moquin-Tandon, A. 1855.** Histoire naturelle des mollusques terrestres et fluviatiles de la France contenant des études générales sur leur anatomie et leur physiologie et la description particulière des genres, des espèces et des variétés. vol. 1: viii + 416 pp. (vol. 1), 646 pp. (vol. 2), iv + 92 pp., 54 pls. (vol. 3). J.-B. Baillière. Paris.
- Moragues, F. 1886.** Descripciones de moluscos de Mallorca. Anales de la Sociedad Española de Historia Natural, 15: 233–235.
- Müller, O. F. 1774.** Vermivm terrestrium et fluviatilium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum, et testaceorum, non marinorum, succincta historia. Volumen alterum. xxxvi + 214 + [10] pp. Heineck et Faber. Havnia [Copenhague] and Lipsia [Leipzig].
- Neiber, M. T., Checa, L. J., Caro, A., Teixeira, D., Schlegel, K. A., Gómez-Moliner, B., Walter, F., Glaubrecht, M. & Hausdorf, B. 2021.** Incorporating palaeogeography into ancestral area estimation can explain the disjunct distribution of land snails in Macaronesia and the Balearic Islands (Helicidae: Allognathini). Molecular Phylogenetics and Evolution, 162, 107196.
- Nordsieck, H. 1986.** Das System der tertiären Helicoidea Mittel- und Westeuropas (Gastropoda: Stylommatophora). Heldia, 1 (4): 109–120, Taf. 15–17.
- Ortiz de Zárate, A. 1946.** Observaciones anatómicas y posición sistemática de varios helicidos españoles. Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural, 44: 337–356.
- Ortiz de Zárate, A. 1991.** Descripción de los moluscos del valle del Najerilla. 400 pp. Consejería de Educación, Cultura y Deportes. Logroño.
- Österreich-Toskana, L. S. 1871.** Die Balearen in Wort und Bild geschildert. Leipzig: Brockhaus. Band II. Die eigentlichen Balearen. I. Allgemeiner Teil. 665 pp. L. Woerl. Würzburg and Leipzig.
- Paetel, F. 1889.** Catalog der Conchylien-Sammlung von Fr. Paetel. Vierte Neubearbeitung. Mit Hinzufügung der bis jetzt publicirten recenten Arten, sowie der ermittelten Synonyma. Zweite Abtheilung: Land- und Süßwasser-Gastropoden. 505 pp. Paetel. Berlin.
- Paul, C. R. C. 1982a.** Pleistocene non-marine molluscs from Cala Salada, Ibiza. Geology Journal, 17: 161–184.
- Paul, C. R. C. 1982b.** An annotated check-list of the non-marine mollusks of the Pityuse Islands. Journal of Conchology, 31: 79–86.
- Paul, C. R. C. 1985.** Pleistocene non-marine molluscs from Cova de Ca Na Reia, Eivissa. Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears, 28 [1984]: 95–114.
- Paul, C. R. C. & Altaba, C. R. 1992.** Els mol·luscs terrestres fòssils de les Illes Pitiüses. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 34: 141–170.
- Paulucci, M. 1879.** Étude critique sur l'*Helix Balmei*, Potiez & Michaud. Journal de Conchyliologie, 27: 6–15.
- Pechaud, J. 1883.** Excursions malacologiques dans le Nord de l'Afrique. De la Calle à Alger, d'Alger à Tanger. N° 1. 112 pp. J. Tremblay. Paris.
- Pennant, T. 1777.** British zoology. Vol. IV. Crustacea. Mollusca. Testacea. viii + [1–10], 1–154, [1–2], pls. I–XCIII. B. White. London.
- Pfeiffer, 1842.** Symbolae ad Historiam heliceorum. Sectio altera. 147 pp. T. Fischer. Cassellum [Kassel].
- Pfeiffer, L. 1846.** Symbolae ad historiam heliceorum. Sectio tertia. 100 pp. T. Fischer, Cassellum [Kassel].
- Pfeiffer, L. 1848.** Monographia heliceorum viventium. Sistens descriptiones systematicas et criticas omnium huius familiae generum et specierum hodie cognitarum. Volumen primum. xxxii + 484 pp. F.A. Brockhaus. Lipsia [Leipzig].
- Pons, G. X. & Damians, J. 1992.** Fauna malacològica d'algunes cavitats de l'illa de Mallorca. Endins, 17–18: 67–71.
- Pons, G. X. & Palmer, M. 1996.** Fauna endèmica de les Illes Balears. 307 pp. Institut d'Estudis Baleàrics, Direcció General de Medi Ambient i Societat d'Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca.
- Potiez, V.-L. -V. & Michaud, A.-L. -G. 1835–1838.** Galerie des Mollusques, ou catalogue méthodique, descriptif et raisonné des Mollusques et Coquilles du Muséum de Douai. Tome Premier. xxxvi + 560 + [4] pp., 56 pp. + 37 pls. (Atlas). J.-B. Baillière. Paris.
- Puente Martínez, A. I. 1994.** Estudio taxonómico y biogeográfico de la superfamilia Helicoidea Rafinesque, 1815 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) de la Península Ibérica e islas Baleares. 979 pp., láms. 159–190. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Quintana, J. 1996.** Fauna malacològica associada a *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914). Implicaciones biogeográficas. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 38 [1994]: 95–119.
- Quintana, J. 2009.** Estudi sobre la variabilitat conquiològica i del sistema genital d'*Iberellus pyrenaicus* (Rossmassler 1839) (= *I. minoricensis* (Mittre 1842)) (Gastropoda Pulmonata: Helicidae) a l'illa de Menorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Comparació amb *Iberellus balearicus* (Zielgler 1853) i *Iberellus tanitianus* Forés & Vilella 1993. Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 50 [2007]: 27–44.
- Reeve, L. & Sowerby, G. B. 1851–1854.** Conchologia iconica: or, illustrations of the shells of molluscous animals. Vol. VII containing a monograph of the genus *Helix*. 20 pp. + pls. I–CLV. L. Reeve. London.
- Richardson, L. 1980.** Helicidae: Catalog of species. Miscellaneous Publications of the Department of Malacology of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 3: i–iii, 1–697.
- Rosals, J. 1913.** Notes sobre la malacologia catalana. Butlletí de la Ins-

- titució Catalana d'Història Natural, 10: 82–90.
- Rosals, J. 1914.** Impresions d'una excursió científica. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 11: 150–158.
- Rossmässler, E. A. 1838-1844.** Iconographie der Land- und Süßwassermollusken, mit vorzüglicher Berücksichtigung der europäischen noch nicht abgebildeten Arten. (1) 2. 7/8: [1–4] + 1–44, 9/10: [1–4] + 1–66, 11: [1–4] + 1–15, 12: [1–4] + 1–37, Taf. 31–60. Arnoldische. Dresden and Leipzig.
- Rossmässler, E. A. 1854.** Iconographie der Land- und Süßwasser-Mollusken Europa's, mit vorzüglicher Berücksichtigung kritischer und noch nicht abgebildeter Arten. III. Band. 13/14: viii + 1–39, 15/16: viii + 41–77 + [1], 17/18: viii + 81–140, Taf. 61–90. H. Costenoble. Leipzig.
- Sacchi, C. F. 1954.** Contributo alla conoscenza del popolamenti delle piccole isole mediterranee. II. Cenni biogeografici sulla malacofauna di Iviza (Pitiuse). Bollettino di Zoologia, 21: 1–40.
- Sacchi, C. F. 1955.** Fattori ecologici e fenomeni microevolutivi nei molluschi della montagna mediterranea. Bollettino Zoologico, 22: 563–652, lam. 1–3.
- Sacchi, C. F. 1957.** Lineamenti biogeografici della Spagna mediterranea su basi malacofaunistiche. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada, 25: 5–48.
- Sacchi, C. F. 1958a.** Les mollusques terrestres dans le cadre des relations biogéographiques entre l'Afrique du Nord et l'Italie. Vie et Milieu, 9: 11–52.
- Sacchi, C. F. 1958b.** Contributo alla conoscenza del popolamenti delle piccole isole mediterranee. VIII. Dati microsistemati di polmonati terrestri e considerazioni biogeografiche sulle Baleari orientali. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada, 27: 147–163.
- Schileyko, A. A. 2006.** Treatise on Recent terrestrial pulmonate molluscs. Part 13: Helicidae, Pleurodontidae, Polygyridae, Ammonitellidae, Oreohelicidae, Thysanophoridae. Ruthenica, Supplement 2 (13): 1–142.
- Schniebs, K. 1995.** Die Typen und Typoide der Molluskensammlung des Staatlichen Museums für Tierkunde Dresden (I). Die Typen der von Anton (1838) beschriebenen rezenten Mollusken: 1. Neritidae, Littorinidae, Naticidae, Vasidae. Malakologische Abhandlungen des Staatlichen Museums für Tierkunde Dresden, 17 (2): 167–172.
- Schröder, F. 1978.** Zur landschneckenfauna der Insel Formentera/Pityusen. Veröffentlichungen des Überseemuseums Bremen, A, 5: 49–56.
- Schubert, O. 1891.** Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Genitalapparatus von *Helix* mit besonderer Berücksichtigung der Systematik. Archiv für Naturgeschichte, 58: 1–65, Taf. 1–6.
- Schumacher, C. F. 1817.** Essai d'un nouveau système des habitations des vers testacés. Avec XXII planches. [1–3], 1–287, pl. I–XXII. Schultz. Copenhague.
- Seguí, B., Bover, P., Trias, M. & Alcover, J. A. 1998.** El jaciment fòssilífer de la cova C-2 (Ciutadella de Menorca). Endins, 22: 81–97.
- Servain, G. 1880.** Étude sur les Mollusques recueillis en Espagne et au Portugal. 172 pp. D. Bardin. Paris.
- Solem, A. 1978.** Endodontid land snails from Pacific islands (Mollusca: Pulmonata; Sigmurethra). Part II Families Punctidae and Charopidae, Zoogeography. 336 pp. Field Museum of Natural History. Chicago.
- Stuardo, J. & Vega, R. 1985.** Synopsis of the Land Mollusca of Chile. With Remarks on Distribution. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 20 (3): 125–146.
- Talaván-Serna, J. & Talaván-Gómez, J. 2019.** New *Allognathus* (*Iberellus*) (Gastropoda: Helicidae) from Ibiza, Balearic Islands (Spain). Malacologia, Mostra Mondiale, 103: 6–9.
- Thiele, J. 1931.** Handbuch der systematischen Weichtierkunde. Erste Band, Teil, 2: 377–788.
- Thomson, S. A., Pyle, R. L., Ahyong, S. T., Alonso-Zarazaga, M., Amirati, J., Araya, J. F., et al. 2018.** Taxonomy based on science is necessary for global conservation. PLoS Biol 16(3): e2005075. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005075>
- Tryon, G. W. & Pilsbry, H. A. 1888.** Manual of Conchology; structures and systematic. Second series: Pulmonata, 4. Helicidae. Vol. II. 296 pp., pls. 1–69. Tryon Jr. Philadelphia.
- Tryon G.W. & Pilsbry, H.A. 1894-1895.** Manual of Conchology; structural and systematic. Second series: Pulmonata, IX. (Helicidae, Vol. 7). Guide to the study of helices. xlviii + 366 + 126 pp., pls. 1–71. The Academy of Natural Sciences. Philadelphia.
- Valdovinos, C. 1999.** Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional. Gayana Zoología, 63(2): 111–164.
- Vicens, D. & Gracia, F. 1991.** Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior en la playa de "Sa Font Salada" (Balears). Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears, 32 [1988]: 33–46.
- Welter-Schultes, F. W. 2012.** European non-marine molluscs, a guide for species identification. A1–A3 + 679 pp. + Q1–Q78. Planet Poster Editions. Göttingen.
- Westerlund, C. A. 1889.** Fauna der in der paläarktischen Region (Europa, Kaukasien, Sibirien, Turan, Persien, Kurdistan, Armenien, Mesopotamien, Kleinasien, Syrien, Arabien, Egypten, Tripolis, Tunesien, Algerien und Marocco) lebenden Binnenconchylien. II. Gen. *Helix*. 473 + 31 + 8 pp. Friedländer. Berlin.
- Westerlund, C. A. 1902.** Methodus dispositionis conchyliorum extramarinorum in Regione palaeartica viventium, familias, genera, subgenera, et stirpes sistens. Rad Jugoslavenske Akademije Znanosti i Umjetnosti, Matematičko-Prirodoslovni Razred /Acta Academiae Scientiarum et Artium Slavorum Meridionalium, 151 (32): 82–139.
- Wood, B. & Collard, M. 1999.** The human genus. Science, 284: 65–71.
- Zilch, A. 1960.** Gastropoda, 2. Euthyneura. Handbuch der Paläozoologie, 6 (2–4): 1–835.

# Evidències primerenques del gènere *Iberellus* Hesse, 1908 (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) al Pliocè inferior de Mallorca, amb descripció d'*Iberellus colladoi* sp. nov.

Josep Juárez-Ruiz<sup>1</sup> & Cristian R. Altaba<sup>2</sup>

1. Museu Balear de Ciències Naturals. Carretera Palma-Port de Sóller, Km 30. 07100 Sóller (illes Balears, Espanya). nite1988@hotmail.com.

2. Grup de Recerca en Evolució i Cognició Humana (EvoCog), Universitat de les Illes Balears, 07071 Palma i Conselleria de Medi Ambient i Territori, 07009 Palma (illes Balears, Espanya). cristianr.altaba@uib.cat.

El gènere *Iberellus* Hesse, 1908 (Gastropoda: Helicoidea: Helicidae: Allognathini) és un remarcable endemisme de les Balears, distribuït per la pràctica totalitat de l'arxipèlag. S'ha documentat a nombrosos jaciments del Plistocè superior, però el seu registre és fragmentari pel que fa a intervals més antics del Quaternari. En aquest treball es constata per primera vegada la presència d'aquest tàxon al Pliocè (Zanclià inferior), on és representat per *Iberellus colladoi* sp. nov. Aquesta troballa permet contrastar les diferents hipòtesis emeses sobre l'evolució d'aquest gènere amb dades paleontològiques, paleogeogràfiques i paleoecològiques.

Paraules clau: Pliocè, Zanclià, *Iberellus*, Mallorca.

## Early evidence of the genus *Iberellus* Hesse, 1908 (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) in the Lower Pliocene of Mallorca, with a description of *Iberellus colladoi* sp. nov.

The genus *Iberellus* Hesse, 1908 (Gastropoda: Helicoidea; Helicidae: Allognathini) is a remarkable endemism from the Balearics, dispersed across almost all of the archipelago. Although it has been documented from numerous Upper Pleistocene outcrops, its record is more fragmentary in older periods of the Quaternary. The oldest known fossil record of a land snail related to the existing Balearic endemic fauna is documented herein and named as *Iberellus colladoi* sp. nov. This species, which constitutes the first Pliocene record of the genus (Lower Zanclean), allows us to contrast the different hypotheses about the evolution of the genus with phylogenetic, palaeogeographical and palaeoecological data.

Keywords: Pliocene, Zanclean, *Iberellus*, Mallorca.

El gènere *Iberellus* Hesse, 1908 comprèn un grup d'espècies de la família Helicidae Rafinesque, 1815 que, juntament amb el seu grup germà *Allognathus* Pilsbry, 1888 constitueix una radiació evolutiva endèmica de les illes Balears. Els diferents tàxons que componen aquest grup, de rang específic o subs específic, es troben repartits per totes les illes i quasi tots els illots que conformen l'arxipèlag; un d'aquests, originari de Mallorca, es va introduir en temps històrics a diferents punts de la costa catalana, on encara sobreviu puntualment (Gasull, 1964, 1966, 1984; Colom, 1978; Paul, 1982b; Altaba, 1991, 1993, 2004, 2007a, 2007b; Forés & Vilella,

1993). La història taxonòmica d'*Iberellus* és especialment complicada, la qual cosa es tradueix en un inusual caos nomenclatural (Altaba, 2007b, 2022); en tot cas, les nombroses sinonímies i combinacions proposades es refereixen exclusivament a la fauna actual. Malgrat que es coneix molt poc de la seva ecologia, les diverses poblacions ocupen tots els hàbitats terrestres nadius o poc alterats; poden resistir períodes eixuts perllongats amb temperatures elevades, com també prosperar en ambients relativament humits i freds.

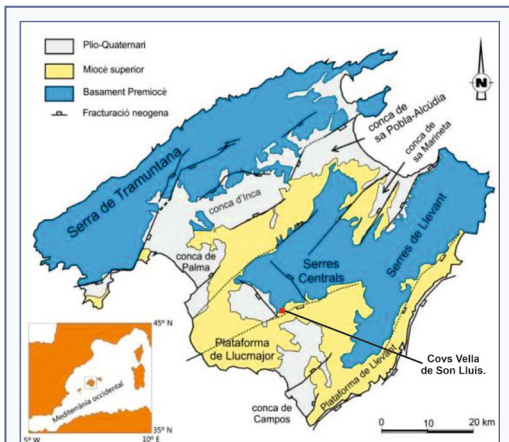
El registre fòssil d'*Iberellus* és prou abundant i s'ha documentat a nombrosos jaciments del Plistocè superior

(Cuerda, 1965, 1975, 1989, 1993; Cuerda & Sacarés, 1992; Vicens, 2015), per al Pliocuatnari, Plistocè inferior i Plistocè mitjà la informació és molt més escassa (p. ex. Cuerda, 1975; Mas & Ripoll, 2010; Vicens, 2015). Existeixen a més cites en dipòsits del Pliocuatnari de Mallorca (p. ex. Cuerda & Sacarés, 1992), com també algunes en nivells superiors i propers a dipòsits de platja del Pliocè a diferents indrets de l'illa (veure Vicens, 2015; Mas, 2015), els quals es consideren dins el Pliocè superior (Piacenzià inferior). A Eivissa es coneix de jaciments atribuïts al Plistocè inferior (Paul, 1982a, 1985; Paul & Altaba, 1992). A Menorca s'ha citat de sediments presumiblement finimiocens (possiblement pliocens), en base a un únic exemplar (Quintana, 1995), el qual presenta característiques poc afins al gènere i que fan qüestionable la seva identificació. Fins ara, així doncs, no s'havia confirmat la presència del gènere *Iberellus* al Pliocè.

Geoestructuralment, Mallorca està dividida en horsts i gràbens ocasionats durant l'orogènia alpina. Els horsts estan formats majorment per material que van des del Carbonífer fins el Miocè inferior, mentre que els grabens es constitueixen principalment de materials posteriors fruit de la colmatació de les conques sedimentàries generades. Una de les més importants és la conca de Campos, en la qual existeixen nombrosos afloraments que testimonien la seva evolució des del Miocè postorogènic fins l'Holocè (Mas, 2015). El Pliocè és present a nombrosos jaciments, que representen en la seva majoria un ampli

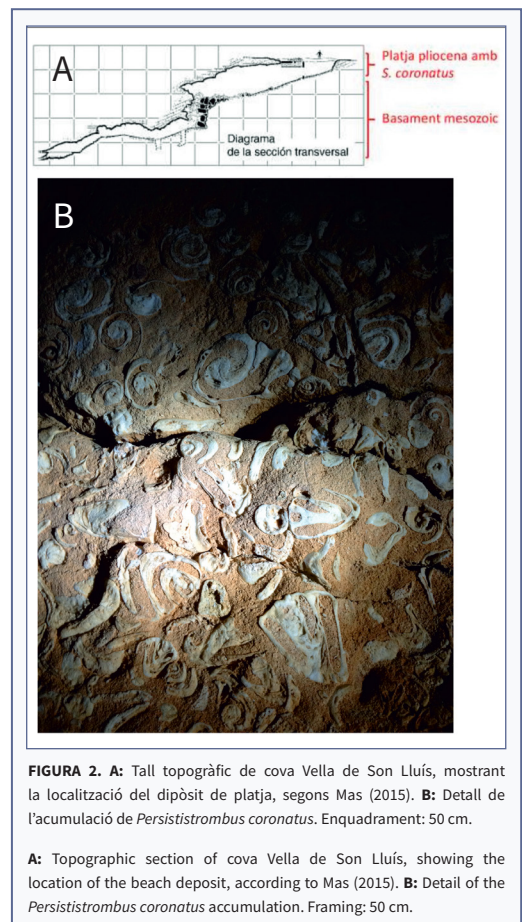
ventall d'ambients infralitorals i litorals amb abundància de mol·luscs marins. Aquests estan inclosos dins la unitat de Calcarenites de Sant Jordi (veure Mas 2015), molt present a les conques pliocèniques de Palma i Campos, coincidint a grans trets amb les antigues línies de costa (Colom et al., 1969; Cuerda et al. 1969).

Un dels afloraments més destacats d'aquesta darrera zona és el situat a l'interior de la cova Vella de Son Lluís (situada dins el terme municipal de Porreres, Mallorca), dins el límit de la conca amb el horst de les serres Centrals (Fig. 1). En aquesta es troba un antic dipòsit costaner de calcarenites llimoses adjacents a l'antic relleu mesozoic i format per una acumulació de milers d'exemplars del gastròpode marí termòfil *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827), acompanyats de forma secundària per altres espècies de mol·luscs litorals (Colom et al., 1969; Cuerda, et al. 1969; Mas, 2015; Fig. 2). Aquesta unitat



**FIGURA 1.** Mapa geoestructural de Mallorca amb la localització de la localitat tipus d'*Iberellus colladoi* sp. nov. Modificat de Mas (2015).

Geostructural map of Mallorca showing the location of the *Iberellus colladoi* nov. sp. type locality. Modified from Mas (2015).



**FIGURA 2. A:** Tall topogràfic de cova Vella de Son Lluís, mostrant la localització del dipòsit de platja, segons Mas (2015). **B:** Detall de l'acumulació de *Persististrombus coronatus*. Enquadrament: 50 cm.

**A:** Topographic section of cova Vella de Son Lluís, showing the location of the beach deposit, according to Mas (2015). **B:** Detail of the *Persististrombus coronatus* accumulation. Framing: 50 cm.

estratigràfica varia lateralment a dipòsits de vessant consistents en llims vermellosos amb blocs decimètrics i mètrics (obs. per.). Si bé la seva edat pliocena ja es va establir des que el jaciment es va documentar per vegada primera, Mas (2015) estipula mitjançant criteris estratigràfics i geoestructurals que aquest correspon a inicis del Pliocè (Zanclià inferior), lectura concordant amb les lectures biocronològiques dels mol·luscs fòssils. Els exemplars d'*Iberellus* que hi foren recollits provenen de blocs amb *P. coronatus* despresos de la unitat descrita, prop de l'entrada de la cova.

### Material i mètodes

S'ha revisat un conjunt de mostres fòssils del jaciment de la cova Vella de Son Lluís, dipositat en el Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Per una òptima visualització dels seus trets diagnòstics, s'ha optat per una preparació mecànica dels exemplars amb micropercutor pneumàtic. Degut a l'extrema delicadesa de la conquilla de l'holotip (l'únic exemplar que la preserva), s'ha deixat

el fòssil en la seva matriu original, que manté oculta la regió umbilical. Per contra, el paratip ha estat preparat sense matriu per a l'examen de tota la superfície.

S'han examinat nombrosos exemplars actuals, holocens i pliocens d'*Iberellus*, de totes les Balears, els quals han estat considerats per elaborar la diagnosi diferencial del tàxon aquí descrit. Aquestes provenen tant de les col·leccions del MBCN, com de la col·lecció privada de Manuel Collado, la del primer autor i la col·lecció museològica del segon autor.

### Resultats

Superfamília HELICOIDEA Rafinesque, 1815

Família HELICIDAE Rafinesque, 1815

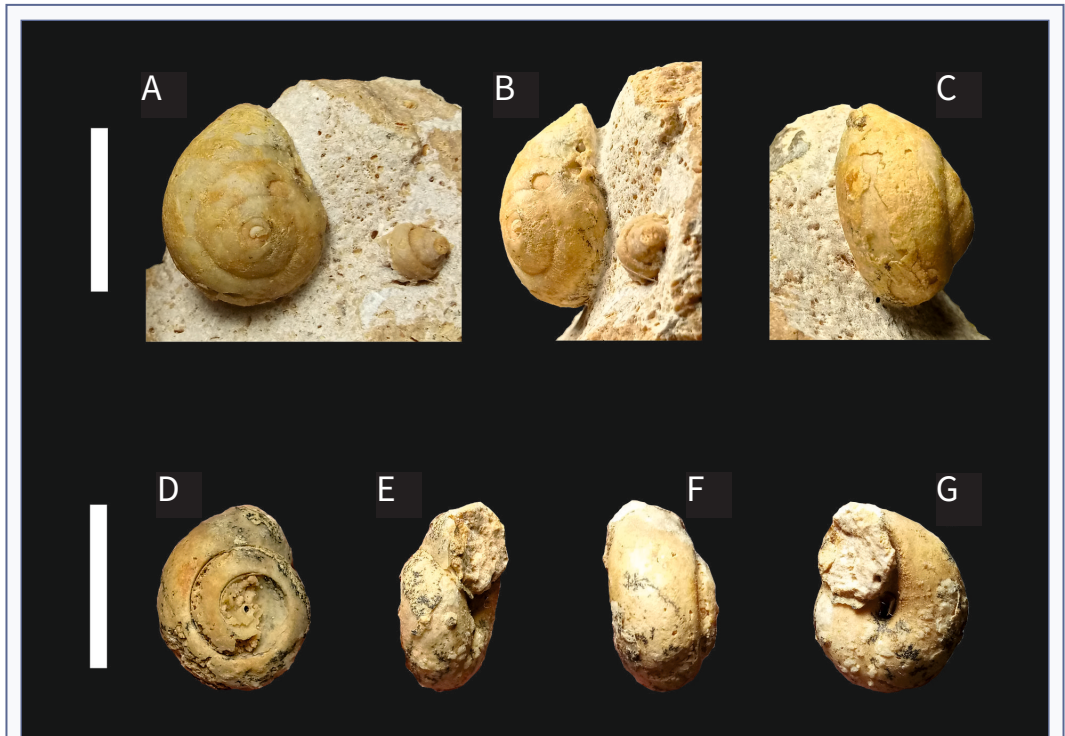
Subfamília HELICINAE Rafinesque, 1815

Tribu ALLOGNATHINI Westerlund, 1903

Gènere: *Iberellus* Hesse, 1908

#### *Iberellus colladoi* sp. nov

Fig. 3A-G



**FIGURA 3.** *Iberellus colladoi* sp. nov. A-C: holotip (MBCN 21881). D-G: paratip (MBCN 21882). Zanclià inferior de cova Vella de Son Lluís, Porreres (Mallorca).

*Iberellus colladoi* sp. nov. A-C: holotype (MBCN 21881). D-G: paratype (MBCN 21882). Lower Zanclean from cova Vella de Son Lluís, Porreres (Mallorca).

**Sinonímia:** aquesta nova espècie podria haver estat trobada amb anterioritat, en almenys quatre ocasions:

1992 *Iberellus companyoi minoricensis* (lapsus calami): Cuerda & Sacarés: pàg. 108 làm. VI, fig. 7.

1995 *Iberellus* cf. *minoricensis*: Quintana: pàg. 105, fig. 9.

2010 *Iberellus* sp. Mas & Ripoll: pàg. 99, fig. 6D.

2015 *Iberellus* sp. Vicens: pàg. 197, fig. 7.23, 7-76.

**Etimologia:** en honor a Manuel Collado Fernández, malacòleg mallorquí especialitzat en fauna local.

**Locus típicus:** cova Vella de Son Lluís, situada al terme municipal de Porreres (Mallorca).

**Stratum típicum:** dipòsit litoral del Zanclià inferior pertanyent a la unitat de Calcarenites de Sant Jordi (Mas, 2015).

**Material:** holotip (MBCN 21881) complet amb conquilla recristal·litzada i parcialment unit a matriu; paratip (MBCN 21882) motlle intern amb àpex no preservat. Ambdós exemplars provenen de la localitat típica (Fig. 3). S'han considerat com a material complementari dos exemplars més (motlles interns) atribuïts a aquest tàxon, provinents del Pliocè des Catiús (Calvià).

**Descripció:** conquilla de mida mitjana (diàmetre màxim de l'holotip: 23,4 mm; Taula 1), força globosa, amb perifèria arrodonida i base un xic deprimida; espira domiforme de 5 voltes convexes, amb sutura moderadament marcada i de creixement lent excepte al

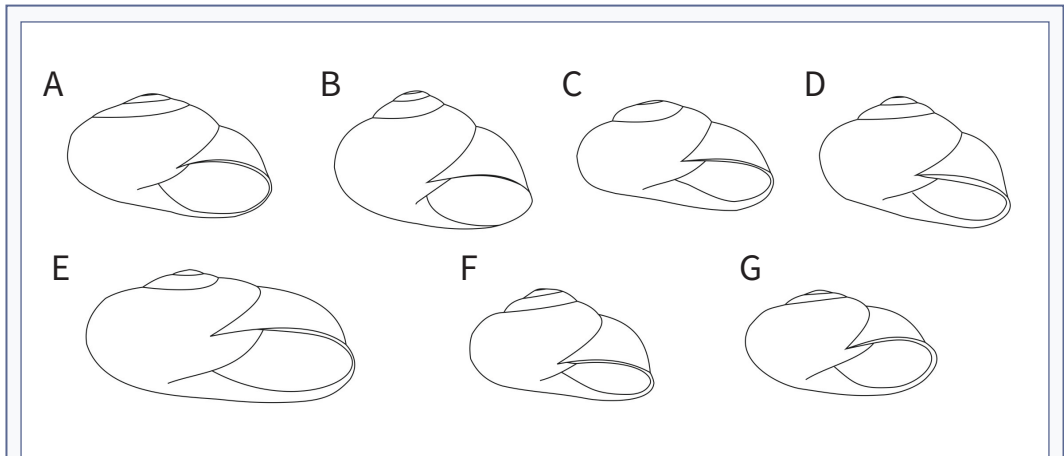
|                      | D       | H         | W       |
|----------------------|---------|-----------|---------|
| MBCN 21881 (holotip) | 23,4 mm | 17,2 mm   | 19,0 mm |
| MBCN 21882 (paratip) | 23,2 mm | (17,0 mm) | 19,1 mm |

**TAULA 1.** Mesures dels exemplars tipus d'*Iberellus colladoi* sp. nov. D: diàmetre, H: altura, W: amplada.

Measures of the types *Iberellus colladoi* sp. nov. types. D: diameter, H: height, W: width.

darrer quart de volta, que s'eixampla com una trompa (instrument musical) a la part interna però de manera quasi rectilínia a la perifèria; així, la darrera volta ocupa el 28% del diàmetre major. Obertura ampla (50% del diàmetre), amplament ovalada, inclinada cap avall uns 40 graus respecte l'eix de creixement previ; llavi molt suaument reflectit i lleugerament engruixit internament. Umbilic tancat per la cal·lositat columel·lar, que és ben marcada. Protoconquilla arrodonida, petita. Escultura superficial constituïda per línies de creixement fines i apretades. Coloració no observada.

**Description:** Middle sized Shell (maximum diameter of the holotype: 23,4 mm; Table 1), quite globose with rounded edge and slightly depressed at the base; domiform spiral with 5 convex whorls, with moderately marked suture and slow growing excepte for the last quarter of whorl, being it horn-like expended at the inner are but almost straight at the edge.



**FIGURA 4.** *Iberellus colladoi* sp. nov. (basat en l'holotipus i el paratipus de l'espècie) i els tàxons vivents d'*Allognathus* i *Iberellus* (basats en exemplars de les col·leccions dels autors i de Manuel Collado): **A:** *I. colladoi*, **B:** *A. graellsianus*, **C:** *I. campanyonii*, **D:** *I. minoricensis*, **E:** *I. hispanicus*, **F:** *I. pythiusensis*, **G:** *I. tanitianus*.

*Iberellus colladoi* sp. nov. (based on the holotype and paratype of the species) and the living species of *Allognathus* and *Iberellus* (based on specimens from author's and Manuel Collado's collections): **A:** *I. colladoi*, **B:** *A. graellsianus*, **C:** *I. campanyonii*, **D:** *I. minoricensis*, **E:** *I. hispanicus*, **F:** *I. pythiusensis*, **G:** *I. tanitianus*.



The last whorl occupies the 28% of the major diameter. Wide apertura area (50% of the maximum diameter), markedly oval, about 40 degrees down-slanted from the previous growing axis; slightly reflected and internally reinforced labrum. Closed umbilicus at the columellar callosity, being this well marked. Rounded and little protoconch. Ornamentation constituted by thin growing lines in a dense pattern. No observed color pattern.

**Diferències (Fig. 4):** La forma general d'*I. colladoi* sp. nov. és remissiu de la globositat d'*Allognathus*, tot i que se'n diferencia netament per la menor altura de l'espira i la major robustesa del llavi i el cal·lus columel·lar. Diferències més clares es constaten amb *I. campanyi* (Rossmässler, 1839), el qual presenta una espiral més aplanada i una major convexitat a les voltes. Les mateixes diferències es poden apreciar també en *I. hispanicus* (Rossmässler, 1838), a les quals s'afegeixen una apertura proporcionalment major, a més d'una notable major mida. *I. tanitianus* (Forés & Vilella, 1993) es diferencia de l'espècie aquí descrita per presentar una apertura més elevada respecte de l'eix vertical de la closca i una espiral més aplanada, a més de major convexitat entre la penúltima i la darrera volta. Per altra part, *I. pythiusensis* (Bofill & Aguilar-Amat, 1924) presenta una major convexitat de la volta i una apertura més deprimida, si bé l'alçada relativa és similar. *I. minoricensis* (Mittre, 1842), el congènere morfològicament més afí presenta un contorn similar, si bé té una convexitat lleugerament més marcada, així com una apertura més deprimida.

**Distribució geogràfica i estratigràfica:** Zanclia inferior de Mallorca, si bé el conjunt de sinònimes suggereixen que l'espècie podria arribar a moments posteriors del Pliocè o fins i tot Plistocè inferior.

## Discussió i conclusions

L'aflorentament de la cova Vella de Son Lluís representa una zona costanera associada a relleus rocallosos del Mesozoic, a la qual habitaren espècies termòfiles que han quedat fossilitzades en calcarenites riques en llims vermellosos (Colom et al., 1969; Cuerda et al., 1969; Mas, 2015). Això, junt amb la presència lateral de dipòsits de vessant (bretxes amb llims), suggereix que *I. colladoi* va habitar zones de penya-segats propers a la costa. D'altra banda, en els dipòsits continentals plioquaternaris associats a conques carbonàtiques de Mallorca, l'alta proporció de llims vermellosos és indicativa de

processos pedogenètics propis de climes càlids i humits (Wagner et al., 2014). És plausible, doncs, que l'hàbitat de la nova espècie fos comparable al dels congènere actuals, però sota un clima més subtropical i plujós. La major globositat de l'espècie pliocena podria indicar una adaptació al rocam càrstic, com s'esdevé en el cas d'*Allognathus* i també del filogenèticament proper endemisme sud-ibèric *Tartessiberus* (Altaba & Ríos-Jiménez, 2021).

La major similitud de *Iberellus* més antic amb el gènere germà *Allognathus* podria també (adicionalment o alternativa) reflectir una major plesiomorfia, derivada d'una divergència que hauria tingut lloc durant el Miocè. La diversificació dels helícids endèmics a les Balears reflecteix, sens dubte, els canvis paleogeogràfics que ha sofert l'arxipèlag al Neogen, tal i com s'esdevé amb altres endemismes (Altaba, 1997, 2014). Ara bé, no necessàriament d'una manera determinant, com han proposat alguns autors amb arguments basats en la filogènia molecular i la paleogeografia i la biogeografia (Chueca et al., 2015; Quintana et al., 2015; Razkin et al., 2015; Neiber et al., 2021). En qualsevol cas, la filogènia molecular (Chueca et al., 2015) situa la divergència de *Iberellus* actual més afí morfològicament (*I. minoricensis*) als 3,37 Ma, cosa que contrasta amb l'edat dels tipus d'*A. (I.) colladoi*, que seria propera als 5,33 Ma (veure introducció). La divergència de la resta d'espècies similars tant a Mallorca com a Eivissa és fins i tot posterior, cosa que descarta totalment la conespecificitat del tàxon aquí descrit amb qualsevol membre del seu gènere i dona suport a l'acte nomenclatura de l'espècie aquí descrita.

L'especialització extrema d'*Allognathus* al rocam càrstic (Breure & Gittenberger, 1982) podria ser el resultat d'una especiació simpàtrica en un medi ja insular. En tot cas, l'estudi acurat del registre fòssil d'aquest grup (considerat inexistent, per motius poc clars, per Chueca et al., 2015) ha de permetre avaluar objectivament els patrons de diversificació geogràfica i adaptativa d'una radiació evolutiva extraordinària.

## Agraïments

Els autors del present estudi agraïm a Rafel Matamales (ICP, MBCN) i Carol Constantino (MBCN) la seva disposició a l'hora de permetre la consulta del material utilitzat per descriure l'espècie, com també per aportar valuoses discussions; a Manuel Collado (SHNB), per posar a disposició diversos exemplars de la seva col·lecció pel seu examen comparatiu; i als dos revisors anònims, per la seva valuosa tasca.

## Bibliografia

- Altaba, C. R. 1991.** Mol·luscs. In Altaba, C.R. & Ros, J. (eds.), *Història natural dels Països Catalans*, vol. 8: Invertebrats no artròpodes: 375–416, 427–470 Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Altaba, C. R. 1993.** Els caragols i llimacs terrestres (Mollusca: Gastropoda). In Alcover, J.A, Fornós, J. & Ballesteros, E. (eds): *Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera*: 409–426. Moll & CSIC. Palma de Mallorca.
- Altaba, C. R. 1997.** Phylogeny and biogeography of midwife toads (*Alytes*, Discoglossidae): a reappraisal. *Contributions to Zoology*, 66 (4): 257-262
- Altaba, C. R. 2004.** La biodiversitat de les Illes Balears: un paradigma per a la conservació. / Biodiversity of the Balearic Islands: A paradigm for conservation. In Vilà. M., Rodà. F. & Ros. J. (Eds.): *Jornades sobre biodiversitat i conservació biològica / Seminar on biodiversity and conservation*: 167–188, 371–389. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Altaba, C. R. 2007a.** Hi ha caragols endèmics de Menorca? *Malacofauna Balearica*, 1: 5-15.
- Altaba, C. R. 2007b.** A la recerca del temps perdut: què és *Helix companyonii* (Pulmonata: Helicidae)? *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Perpignan*, 15: 13–26.
- Altaba, C. R. 2014.** Extinction resilience of island species: An amphibian case and a predictive model. *Diversity*, 6: 43–71. <https://doi.org/10.3390/d6010043>
- Altaba, C. R. 2022.** Nomenclature of Helicidae (Gastropoda: Pulmonata) endemic to the Balearics. *Nemos*, 12: 170-188.
- Altaba, C. R. & Ríos-Jiménez, F. 2021.** An enigmatic rock-dwelling land snail from southernmost Iberia (Mollusca, Gastropoda, Helicidae). *Folia Conchyliologica*, 60: 35-44.
- Breure, A. S. H., Gittenberger, E. 1982.** The rock-scraping radula, a striking case of convergence (Mollusca). *Netherlands Journal of Zoology*, 32: 307-312.
- Chueca, L. J., Madeira, M. J. & Gómez-Moliner, B. J. 2015.** Biogeography of the land snail genus *Allognathus* (Helicidae): middle Miocene colonization of the Balearic Islands. *Journal of Biogeography*, 42: 1845-1857.
- Colom, G. 1978.** Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y su fauna. 2ª ed. 292 pp. Instituto de Estudios Baleáricos. Palma de Mallorca.
- Colom, G., Sacarés, J., Cuerva, J. 1969.** Las formaciones marinas y dunares pliocénicas de la región de Lluçmajor (Mallorca). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 14: 46-61.
- Cuerda, J. 1965.** Données paléontologiques pour l'étude de la malacofaune terrestre des Baléares orientales. *Rapports et procès-verbaux des réunions de la C.I.E.S.M.M.*, 18: 507-510.
- Cuerda, J. 1975.** Los tiempos Cuaternarios en Baleares. 304 pp., 20 láms. Instituto de Estudios Baleáricos. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1989.** Los tiempos cuaternarios en Baleares. 2ª edición. 310 pp., 20 láms. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1993.** Notes sobre el Quaternari. In Alcover, J.A, Fornós, J. & Ballesteros, E. (eds) *Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera*: 117-130. Moll & CSIC. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. & Sacarés, J. 1992.** El Quaternari al Migjorn de Mallorca. 130 pp. Direcció General de Cultura. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J., Sacarés, J. & Colom, G. 1969.** Hallazgo de terrenos pliocenos, marinos, en la región de Lluçmajor (Mallorca). *Acta Geològica Hispànica*, 4(2): 35-37.
- Forés, M. & Vilella, M. 1993.** Una nueva especie de *Iberellus* Hesse, 1908 (Pulmonata: Helicidae) en la isla de Eivissa. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 36: 17-30.
- Gasull, L. 1964.** Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 9 [1963]: 3–80.
- Gasull, L. 1966.** Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 11 [1965]: 7–161.
- Gasull, L. 1984.** Terrestrial and freshwater gastropods of the Pityuses (Eivissa and Formentera), excluding Trochoidea (*Xerocrassa*) Monterosato 1892. In Kuhbièr, H., Alcover, J.A. & Guerau d'Arellano Tur, C. (eds.) *Biogeography and ecology of the Pityusic Islands*: 231–241. Kluwer Academic. Dordrecht.
- 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*. 534 pp. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- Mas, G. & Ripoll, J. 2010.** Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè-Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Significació paleoambiental i cronoestratigràfica*. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 53: 91-105.
- Neiber, M., T., Chueca, L. J., Caro, A., Teixera, D., Schegel, K., A., Gómez-Moliner, B., J., Walther, F., Glaubrecht, M., Hausdorf, B. 2021.** Incorporating palaeogeography into ancestral area estimation can explain the disjunct distribution of land snails in Macaronesia and the Balearic Islands (Helicidae: Allognathini). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 162: 1-12.
- Paul, C. R. C. 1982a.** Pleistocene non-marine molluscs from Cala Sada, Ibiza. *Geology Journal*, 17: 161-184.
- Paul, C. R. C. 1982b.** An annotated check-list of the non-marine mollusks of the Pityuse Islands. *Journal of Conchology*, 31: 79-86.
- Paul, C. R. C. 1985.** Pleistocene non-marine molluscs from Cova de Ca Na Reia, Eivissa. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 28 [1984]: 95-114.
- Paul, C. R. C. & Altaba, C. 1992.** Els mol·luscs terrestres fòssils de les Illes Pitiüses. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears*, 34: 141-170.

- Quintana, J. 1995.** Fauna malacològica associada a *Cheirogaster gymnesica* (Bate, 1914). Implicaciones biogeográficas. Bolletí de la Societat d'Història Natural de Balears, 38: 95-119.
- Quintana, J., Pons, G. X. & Santana, J. 2015.** Reconciling the molecular clock and biogeography: an alternative view of the divergence process between *Allognathus* Pilsbry, 1888 and *Hemicycla* Swainson, 1840 (Pulmonata Helicidae). Biodiversity Journal, 6 (4): 851-854.
- Razkin O., Gómez-Moliner, B. J., Prieto, C. E., Martínez-Ortí, A., Arrébola, J. R., Muñoz, B., Chueca, L. J. & Madeira, M<sup>a</sup>. J. 2015.** Molecular phylogeny of the western Palaearctic Helicoidea (Gastropoda, Stylommatophora). Molecular Phylogenetics and Evolution, 83: 99-117.
- Vicens, D. 2015.** El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'illa de Mallorca. 985 pp. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears.
- Wagner, S., Eckmeier, E., Skowronek, A. & Günster, N. 2014.** Quaternary paleosols and sediments on the Balearic Islands as indicators of climate changes. Catena, 112: 112-124.

# *Catopygus vilari* sp. nov. (Echinoidea) de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat

Enric Forner i Valls 

Ateneu de Natura. Carrer Sant Roc, 125 3r 5a 12004 Castelló de la Plana. E-mail: fornervalls@gmail.com

A diferència d'altres zones del món, la conca sedimentària del Maestrat (CM) no va rebre l'atenció dels equinòlegs durant el segle XIX i XX. Aquest article forma part d'un seguit d'investigacions de recerca activa al camp i publicacions de sistèmica paleontològica, encetats a partir del 2014, que intenten suplir aquesta mancança.

Aquestes investigacions tenen l'interès de poder anar completant la informació sobre la fauna de la classe Echinoidea durant el Cretaci Inferior a la CM, situada a mig camí entre les poblacions del nord d'Àfrica i les ben conegudes de França i Suïssa. Aquesta part oest del Tetis, durant aquell període, podia estar jugant un paper important en la diversificació d'alguns ordres d'equiníds irregulars.

Es descriu una espècie nova: *Catopygus vilari*, de l'Aptià inferior, formació Margues del Forcall, membre Margues de Morella la Vella; biozona *Dufrenoyia furcata*. El jaciment on s'han recollert els tres exemplars d'aquest rar equiníid es troba al municipi de Fuentes de Rubielos, comarca Gúdar-Javalambre, Aragó; subconca de Cedramán, península Ibèrica. Es conclou que cal conservar la distinció entre els gèneres *Catopygus* L. Agassiz, 1836 i *Phyllobrissus* Cotteau, 1860, prenen com a referència que la primera espècie té la part posterior recta o contraplomada per la qual cosa no es veu el periprocte en vista apical.

Aquest treball suposa un petit avanç en la millora del coneixement de la fauna de la classe Echinoidea de la CM, en general, i de la subconca de Cedramán en concret. S'amplia el registre de l'ordre Cassiduloïda L. Agassiz & Desor, 1847, grup molt biodivers però que per qüestions, probablement tafonòmiques, acostuma a estar representat amb molts pocs espècimens al registre fòssil.

Mots clau: *Echinoidea*, *Cassiduloïda*, *Catopygus*, sistèmica, espècie nova, Aptià, Formació del Forcall, conca del Maestrat.

## *Catopygus vilari* sp. nov. (Echinoidea) of the lower Aptian of the Maestrat basin

Unlike some other parts of the world, the Maestrat sedimentary basin (CM) did not receive the attention of equinologists during the 19th and 20th centuries. This article is part of a series of active field research projects and paleontological systematics publications, started in 2014, that try to address this shortcoming.

These investigations are of interest to be able to complete the information on the fauna of the Echinoidea class during the Lower Cretaceous in the CM, located halfway between the populations of North Africa and the well-known ones of France and Switzerland. This western part of the Tethys, during that period, may have played an important role in the diversification of some orders of irregular echinoids.

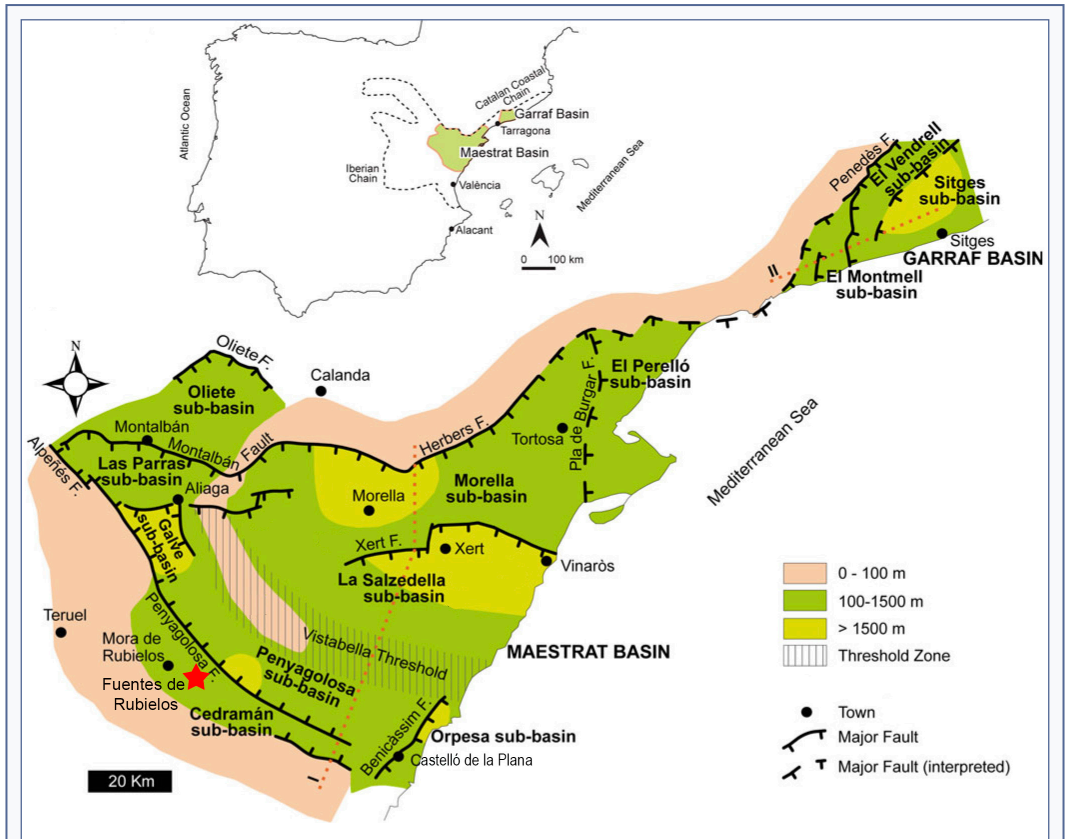
A new species is described: *Catopygus vilari*, from the lower Aptian, Margues del Forcall formation, Margues de Morella la Vella member; biozone *Dufrenoyia furcata*. The site where the three specimens of this rare equine have been collected is located in the municipality of Fuentes de Rubielos, Gúdar-Javalambre region, Aragon; of Cedramán sub-basin, Iberian Peninsula. It is concluded that the distinction between the genera *Catopygus* L. Agassiz, 1836 and *Phyllobrissus* Cotteau, 1860 must be preserved, taking as a reference that the first species has a straight or counter-plumb back so that the periprocte is not seen in apical view.

This work represents a small step forward in improving the knowledge of the fauna of the Echinoidea class of the CM in general, and of the Cedraman sub-basin in particular. The register of the order Cassiduloïda L. Agassiz & Desor, 1847, is extended, a very biodiverse group but which, probably for taphonomic reasons, is usually represented with very few specimens in the fossil record.

Keywords: *Echinoidea*, *Cassiduloïda*, *Catopygus*, systematics, new species, Aptian, Forcall Formation, Maestrat Basin.

El gènere *Catopygus* L. Agassiz, 1836 té una distribució que abasta tot el món (Smith & Kroh, 2022), amb un nombre considerable d'espècies descrites. Aquestes serien 48 en el recompte de les nominats fet amb els treballs de Lambert & Thiéry (1909-2025); Kier & Lawson, (1978); Kroh, (2010) i Bartušková (2017). En canvi, Sillero (2015) n'enumera només 30 espècies. Al parer de Smith & Kroh, el ventall estratigràfic, amb dubtes, aniria del Juràssic Inferior (Kimmeridgià) fins al Maastrichtià. Kier (1962: 72) indicava, també, que l'inici del gènere era al Kimmeridgià però només el feia arribar fins al Senonià. Però no s'ha trobat cap treball, ben datat, molt anterior a l'Aptià. Per contra hi ha autors que refereixen espècies del gènere més enllà del final del Cretaci Superior com ara Lambert & Thiery (1909-1925) que registren *C. aegyptiacus* Fourteau, 1912 del Miocè; com ara Kier &

Lawson (1978) que recullen *C. riveroi* Sánchez Roig, 1952 de l'Eocè superior cubà. I encara caldria fer esment d'una espècie actual, l'única, inclosa en el gènere reportada per A. Agassiz (1879): *Catopygus recens*. Tanmateix per a Kier (1962: 72), aquesta espècie no és un *Catopygus* sinó que pertany al gènere *Studeria* Duncan, 1891. Potser una de les espècies més antigues del gènere es podria considerar *C. nasutus* Desor, 1857, que de Loriol (1873: 380) dona com Urgonià, posterior a l'Hauterivià, anterior a l'Aptià, posem que seria, en terminologia moderna, del Barremià. Després ja cal anar a les espècies de l'Aptià, que no són tantes, tal vegada només dues *C. prestensis* de Loriol, 1873 i *C. switensis* Desor, 1857. Atesa la proximitat d'aquest gènere i *Phyllobrissus* Cotteau, 1860, fins al punt que alguns autors consideren la possibilitat d'incloure aquest últim com subgènere de *Catopygus* (Lambert,



**FIGURA 1.** Localització del jaciment de los Morrónicos (Fuentes de Rubielos, comarca Gúdar-Javalambre, Aragó) dins la conca del Maestrat, pres de Salas et al., 2019, modificat

Los Morrónicos (Fuentes de Rubielos, Gúdar-Javalambre region, Aragón) outcrop locations within the Maestrat basin, taken from Salas et al., 2019, modified.

1902; Mortensen, 1948) i el mateix Kier apuntava algun dubte (1962: 76), no resulta difícil d'entendre les discrepàncies dels autors a l'hora de recomptar les espècies incloses.

Del mateix jaciment de los Morronicos, on ha aparegut l'espècie estudiada en aquest treball, s'han publicat dos articles: un estudi quantitatiu sobre espatangòids (Forner et al., 2012) i un altre (Forner, 2019) on es descriu l'espècie nova, *Pliotoxaster buitronae*.

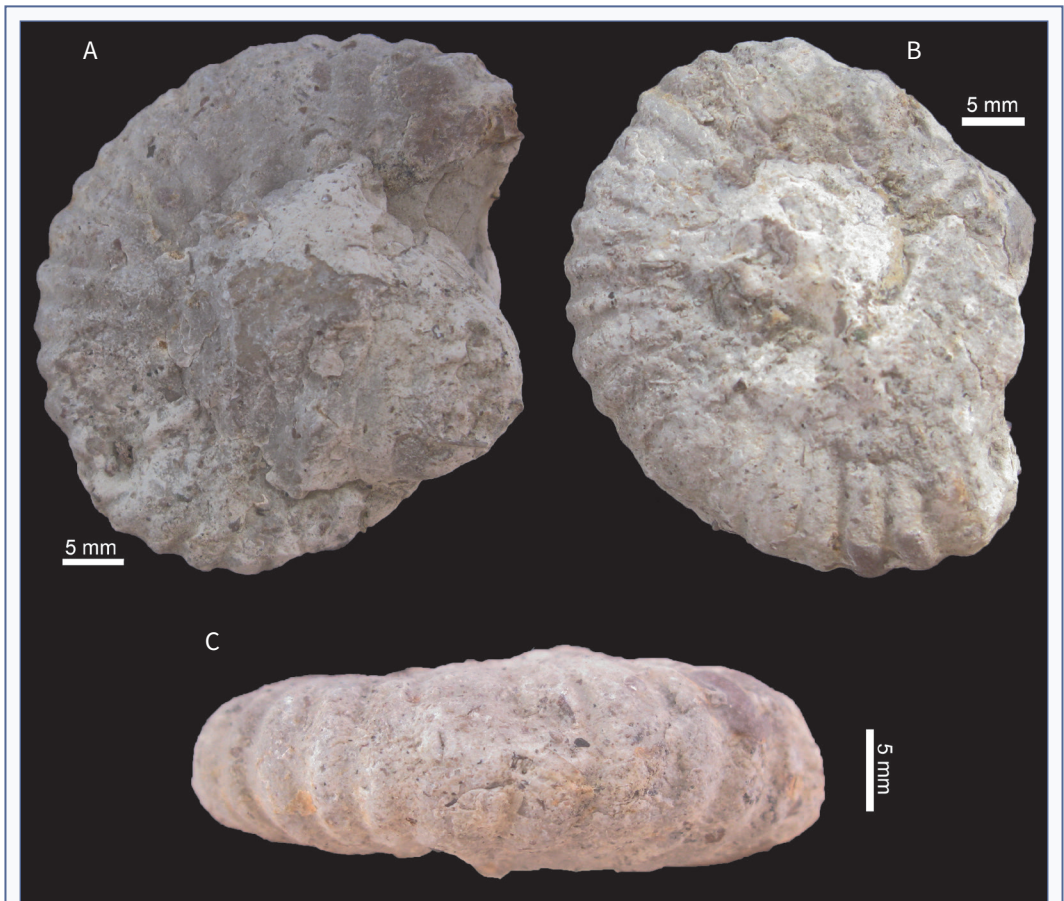
## Material i mètode

### Marc geogràfic i geològic

El jaciment de los Morronicos, al marge dret del riu Morrón, està situat al sud-oest del municipi de Cortes

de Arenoso (l'Alt Millars, al País Valencià) (Figura 1), dins del terme municipal de Fuentes de Rubielos, comarca Gúdar-Javalambre, d'Aragó i queda a uns 4 Km a llevant del nucli d'aquest poble (Forner, 2019). Per més precisions sobre la localització cal adreçar-se a la direcció general de Patrimoni Cultural d'Aragó (patrimoniocultural@aragon.es). La zona estudiada se situa a la part oriental de la serralada Ibèrica. Salas i Guimerà (1996, 1997) van definir la conca sedimentària del Cretaci Inferior del Maestrat i la van dividir originalment en set subconques, però recentment ha estat revisada (Salas et al., 2019) i s'ha passat a distingir nou subconques. El jaciment on s'ha recollit el material pertany a la subconca de Cedraman (Fig. 1).

Els estudis anteriors del jaciment (Forner et al., 2012;



**FIGURA 2.** *Colombiceras* sp. de l'Aptià de los Morronicos (Fuentes de Rubielos, Teruel), conca del Maestrat.

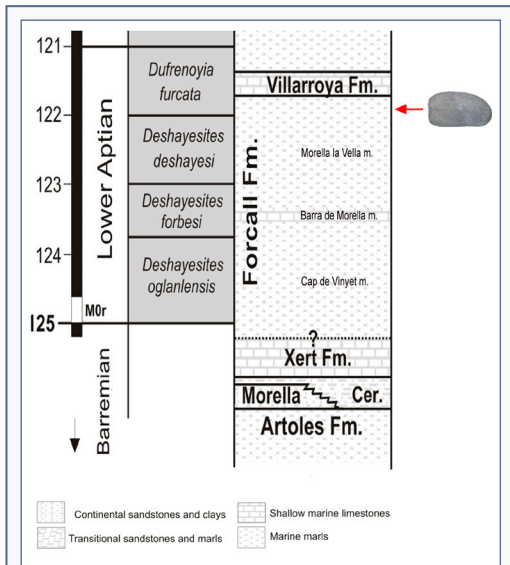
*Colombiceras* sp. of the Aptian from los Morronicos (Fuentes de Rubielos, Teruel), Maestrat basin.

Forner, 2019) consideraven que corresponia a l'Aptià inferior a la part superior de la Formació Margues del Forcall (Canérot et al., 1982), al Membre superior Margues de Morella la Vella (MMV), considerant les dades paleontològiques, la presència del braquiòpode *Burrirhynchia miliari* (Calzada, 1971) i el bivalve *Plicatula placunea* Lamarck, 1819, perquè aquestes dues espècies només s'han trobat, a la conca del Maestrat (CM), al MMV. Al treball de Forner (2019: 133; fig. 3) s'apuntava com més probable la biozona *Deshayesites deshayesi*. La troballa recent d'un ammonit (Fig. 2), classificat per Moreno-Bedmar (comunicació personal) permet afinar-ne l'edat. L'ammonit és *Colombiceras* sp., el gènere apareix a la part superior de l'Aptià inferior i arriba a la part baixa de l'Aptià superior, podria viure a la biozona *Dufrenoyia furcata*, a la part alta del MMV, o a la part baixa de la Fm Benassal, biozona *Epicheloniceras martini*. Com que els dos fòssils citats no han passat mai del MMV, hem de concloure que ens trobaríem a la part alta de la MMV, biozona *Dufrenoyia furcata*. L'edat de l'aflorament correspon, doncs, a l'Aptià inferior (Bover-Arnal et al., 2016). Els estudis recents (García et al., 2014; Villanueva et al., 2014) han fixat el límit

del contacte entre el Barremià i l'Aptià a la conca del Maestrat a la part més inferior de la Fm. del Forcall, de manera que la posició estratigràfica de la part superior de la Fm. Forcall (MMV) correspondria a l'Aptià inferior (Fig. 3). L'edat absoluta de la Fm. del Forcall, segons la datació per isòtops d'estronci  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , és de 123,6 milions d'anys (123,03-124,13), com es desprèn del treball de Bover-Arnal et al. (2016).

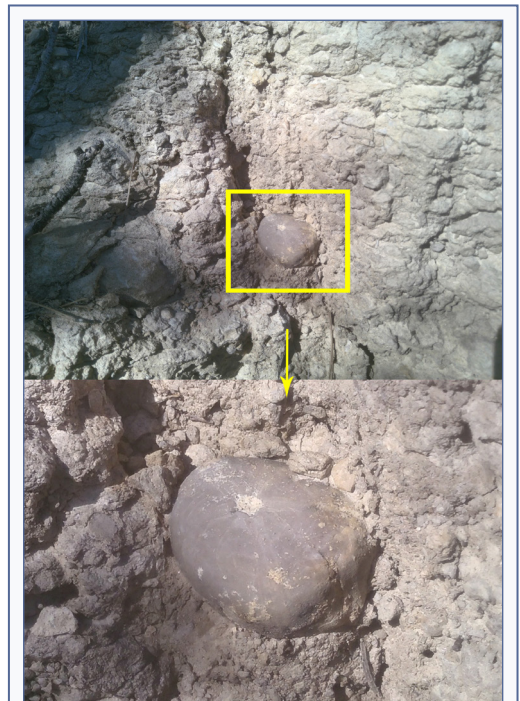
**Material**

El material es va recollir d'un nivells de margues molt argiloses de tons grocs i grisos. L'holotip va aparèixer en posició invertida respecte a la de vida (Fig. 4), netejat per la pluja presenta una cara oral amb molt bones condicions on s'aprecien, perfectament, els fil·lodes. En un segon exemplar, tot i haver perdut una porció de la part anterior es pot apreciar el sistema apical i tota la cara oral; té incrustacions de serpúlids i una altra indeterminada, de contorn circular; té trencada la vora adapical del periprocte. El tercer exemplar, el de major mida, presenta una conservació molt deficient.



**FIGURA 3.** Posició estratigràfica del jaciments on s'ha trobat *Catopygus vilari* sp. nov., a la conca del Maestrat. Segons Garcia et al. (2014), modificat.

Stratigraphic position of the outcrops where *Catopygus vilari* sp. nov. was collected in the Maestrat Basin. According Garcia et al. (2014), modified.



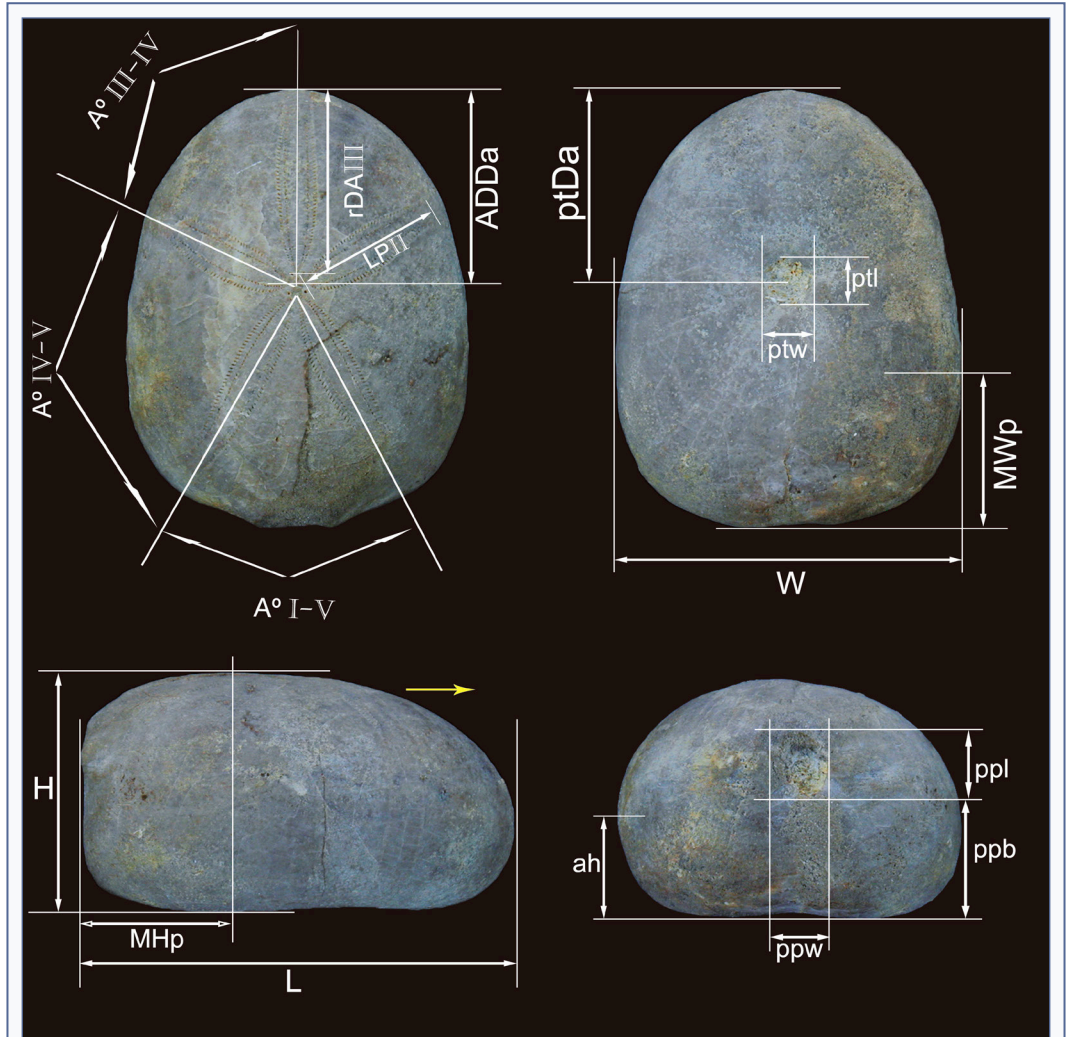
**FIGURA 4.** *Catopygus vilari* sp. nov., holotype MPZ 2022/206, in situ.

*Catopygus vilari* sp. nov., holotype MPZ 2022/206, in situ.

Els exemplars es dipositen al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza (MCNUZ), amb el números de registre MPZ 2022/206 a 208. L'ammonit del gènere *Colombiceras* es dipositarà amb el núm. MPZ 2022/209.

**Mètode**

En la sistemàtica, s'ha seguit a Kroh & Smith (2010) i s'ha consultat Mortensen (1948), Kier (1962, 1966); Smith & Wright (2000) i *The Echinoid Directory* (Smith & Kroh, 2022). Pel que fa a la terminologia descriptiva i



**FIGURA 5.** Mesures utilitzades en aquest estudi. L: longitud de la corona; W: amplada; H: alçada; MWp: màxima amplada respecte al marge posterior; MHp: màxima alçada respecte al marge posterior; ah: alçada de l'àmbit; LP II: longitud del pètal II; ppl: longitud del periprocte; ppw: amplada del periprocte; ppb: distància del final del periprocte a la base; A° I-V: angle (en graus) que formen els pètals I i V; ptw: amplada del peristoma; ptl: longitud del peristoma; ADDa: distància del centre del sistema apical al marge anterior; rDAIII: distància radial de l'ambulacre III (des de l'àpex a l'àmbit); ptDa: distància del centre del peristoma al marge anterior. La fletxa indica el sentit de la marxa.

Dimensions used in this work. L: test length; W: width; H: height; MWp maximum width to the posterior border; MHp: maximum height with respect to the posterior margin; ah: ambitus height; LP II: petal II length; ppl: periproct length; ppw: periproct width; ppb: distance from the end of the periproct to the base; A° I-V angle of petals I and V; ptw: peristome width; ptl: peristome length; ADDa: distance of the apical system centre to the anterior border; rDAIII: radial distance of the ambulacrum III from the apex to the ambitus; ptDa: distance of the peristome centre to the anterior border. The arrow indicates the direction of travel.



a l'orientació espacial dels exemplars, s'ha seguit allò que s'estableix, respectivament, als capítols corresponents del *Treatise* (Melville & Durham, 1966; Durham & Wagner, 1966) i de la Història Natural dels Països Catalans (Gallemí, 1988) per als termes en català. Els dibuixos s'han fet copiant ampliacions fotogràfiques amb una caixa de llum Huion model L45. S'han pres les dimensions que s'indiquen a la Fig. 5 i que consten a la Taula 1. Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital, arrodonint-se a dècimes de mil·límetre. Els angles amb un transportador d'angles digital Powerfix i es donen en graus sexagesimals.

## Resultats

### Sistemàtica paleontològica

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Subclasse EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Infraclasse IRREGULARIA Latreille, 1825

Superordre NEOGNATHOSTOMATA Smith, 1981

Ordre CASSIDULOIDA L. Agassiz & Desor, 1847

Família CATOPIGIDS (provisional)

Gènere *Catopygus* L. Agassiz, 1836

Espècie tipus. *Nucleolites carinatus* Goldfuss, 1826  
per subseqüent designació de Cotteau, 1869

*Catopygus vilari* sp. nov.

Fig. 6, 7, 8 i 9

**Material tipus:** holotip MPZ 2022/206; paratips MPZ 2022/207 i MPZ 2022/208.

**Localitat tipus:** los Morronicos (municipi de Fuentes de Rubielos, comarca Gúdar-Javalambre, Aragó). Conca sedimentària del Maestrat. Subconca de Cedramán.

**Estrat tipus:** Aptiense inferior. Formació Margas del Forcall, Membre Margues de Morella la Vella. Biozona *Dufrenoyia furcata*.

**Raó del nom:** s'anomena en honor de l'equinòleg Manuel Saura i Vilar per tota la ingent tasca de recerca al camp, de publicació de la fauna d'equínids i per la creació de dos museus paleontològics, el de Ribesalbes i el d'Onda, Molí de la Reixa, no sempre valorada amb la importància que es mereix. S'ha utilitzat per generar el nom el segon cognom, el matern, sa mare és Maria Vilar Aguilar, per una banda, perquè ja hi ha un cassiduloid a la conca del Maestrat anomenat *Plagiochasma saurai* (Forner, 2016) i, per l'altra banda, per fer un poc de justícia de gènere davant l'esbiaixat registre

onomàstic paleontològic format a partir d'antropònims, conseqüència del general masclisme de la societat.

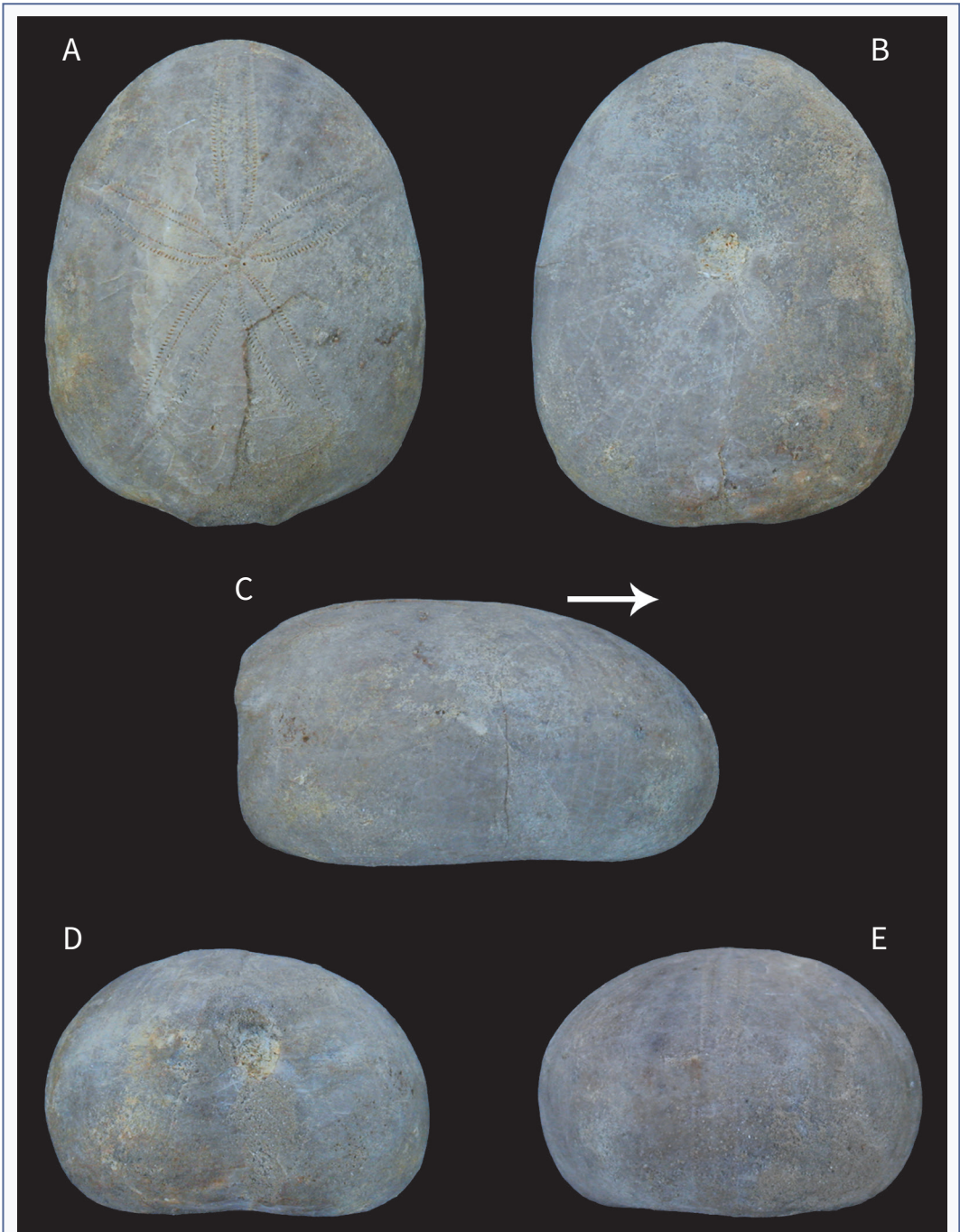
**Diagnosi:** *Catopygus* de mida mitjana, fins a 37,8 mm, allargat, la part anterior estreta i arrodonida; amb el punt més alt endarrerit, al terç posterior, coincidint amb la màxima amplada. Amb el sistema apical etmolític, amb la G2 dominant, amb uns hidroporus circulars molts grans amb un diàmetre molt superior al porus de les plaques oculars. Peristoma perfectament pentagonal amb els borlets i la floscel·la moderadament desenvolupats. Pètal similars als cinc ambulacres, que no arriben a l'àmbit; parells de porus no conjugats, l'intern circular i l'extern allargat.

**Diagnosis:** *Catopygus* of medium size, up to 37.8 mm, elongated, the anterior part narrow and rounded; with the highest point towards the rear, in the back third, coinciding with the maximum width. With the ethmolytic apical system, with the G2 dominant, with very large circular hydropores with a diameter much larger than the pore of the ocular plates. Peristome perfectly pentagonal with moderately developed bourrelets and floscelle. Petal similar, to the five ambulacres that do not reach the ambitus, pairs of unconjugated pores, the circular inner pore and the elongated outer pore.

**Descripció:** *Catopygus* de corona mitjana de fins a 37,8 mm de longitud, allargada, ovalada, inflada adapicalment, apuntada pel marge posterior, lleugerament còncava a la part adoral, enfonsada cap al peristoma (Fig. 6B i 7B). El marge anterior és arrodonit i el marge posterior truncat en angle recte. La màxima alçada l'assoleix posterior al sistema apical, a un 30% del marge posterior (Taula 1). La màxima amplada està molt enrere, a un 27% de la longitud respecte al vora posterior. L'amplada, de mitjana, és un 82% de la longitud; l'alçada representa un 55% de la longitud (Taula 1).

Sistema apical tetrabasal, etmolític, lleugerament anterior, amb quatre gonoporus, la placa genital 2 és molt més gran i sobresurt respecte a les altres plaques genitals i està completament coberta d'hidroporus que són més grans que els porus de les plaques oculars (Fig. 7C i 9C).

Pètals de longitud similar, llargs, arriben prop de l'àmbit; els parells anteriors lleugerament més amples; estan arran de la corona i oberts distalment. Els porus interiors són subcirculars, els porus externs allargats i dos o tres vegades més grans que els interiors; no s'aprecien conjugats (Fig. 8C-E). Totes les plaques dels ambulacres tenen dos porus.

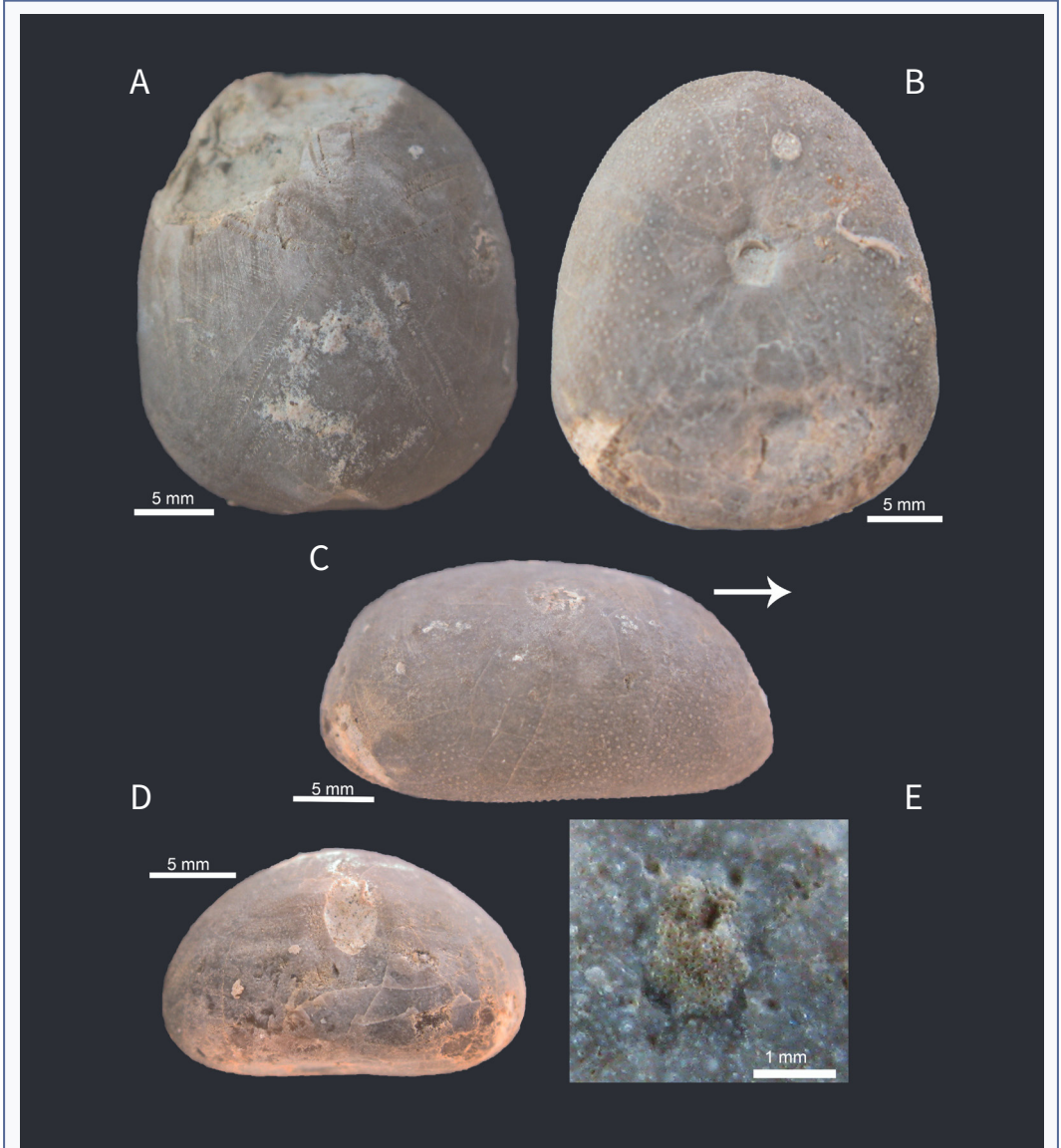


**FIGURA 6.** *Catopygus vilari* sp. nov., holotip MPZ 2022/206, de l'Aptià de la conca del Maestrat. **A:** vista apical; **B:** vista oral; **C:** vista lateral; **D:** vista posterior; **E:** vista anterior. Longitud = 28,4 mm. La fletxa indica el sentit de la marxa. Fotos: Manuel Saura.

*Catopygus vilari* sp. nov., holotype MPZ 2022/206, from the Aptian of the Maestrat basin. **A:** apical view; **B:** oral view; **C:** lateral view; **D:** posterior view; **E:** anterior view. Length: 28.4 mm. The arrow indicates the direction of travel. Photos: Manuel Saura.

El periprocte és marginal, situat a la part superior de la cara posterior truncada, en una depressió, poc profunda, que es prolonga fins la base, com un solc anal; longitudinal. El periprocte té una vora en la part adapical que li fa de visera, no és visible en vista apical (Fig. 6D i 7D).

El peristoma és lleugerament anterior, pentagonal, més llarg que ample; s'obri enfonsat en un vestibul de parets quasi verticals, cobertes completament per tubercles menuts, regulars, uniformes i densos (Fig. 6B, 7B i 8A-B. Borlets moderadament desenvolupats com monticles menuts.



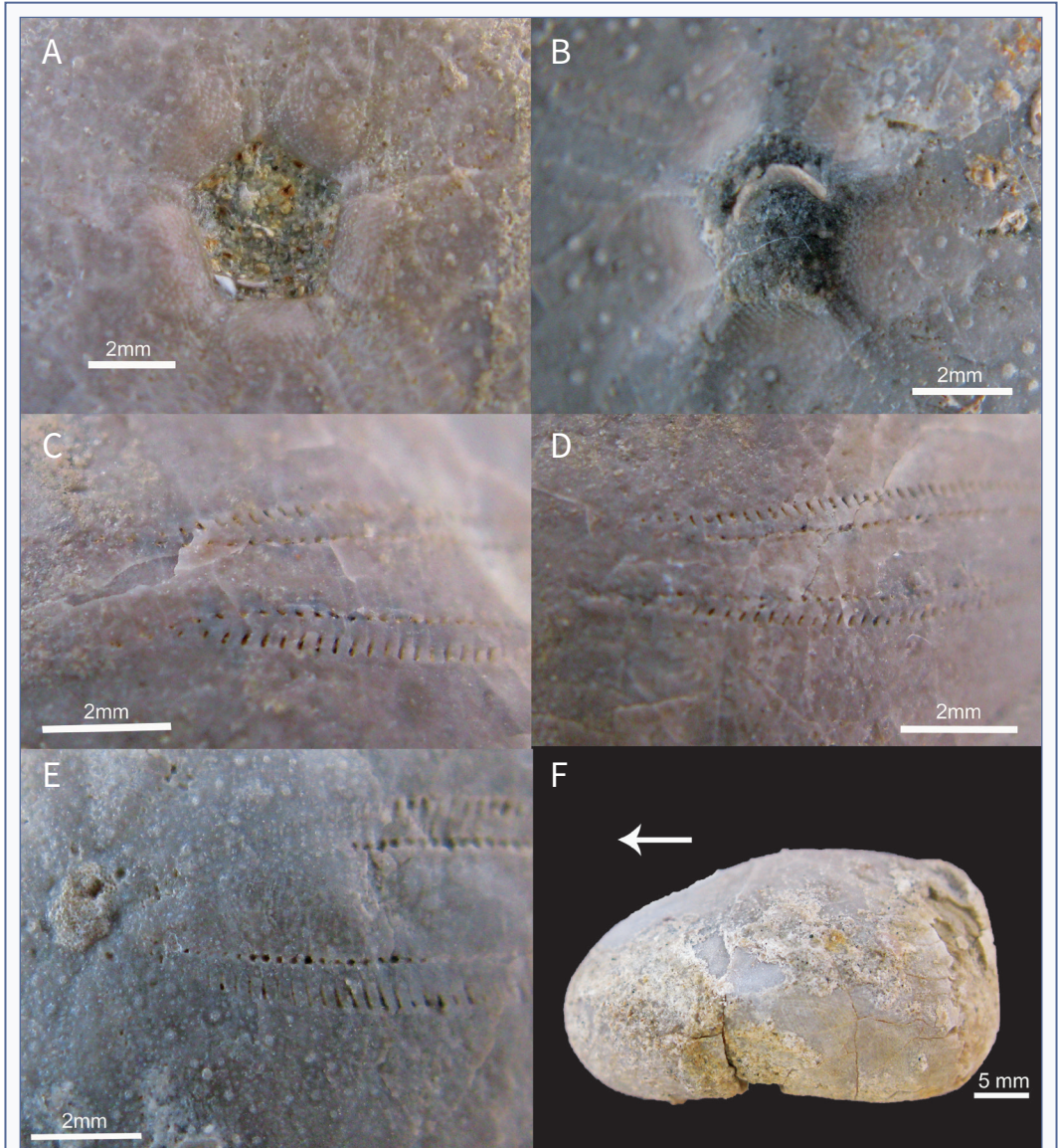
**FIGURA 7.** *Catopygus vilari* sp. nov., paratip MPZ 2022/207, de l'Aptià de la conca del Maestrat. **A:** vista apical; **B:** vista oral; **C:** vista lateral; **D:** vista posterior; **E:** detall del sistema apical. La fletxa indica el sentit de la marxa.

*Catopygus vilari* sp. nov., paratype MPZ 2022/207, from the Aptian of the Maestrat basin. **A:** apical view; **B:** oral view; **C:** lateral view; **D:** posterior view; **E:** detail of the apical system. The arrow indicates the direction of travel.

Fílhodes amples, amb dues sèries de parells de porus en cada mig ambulacre; el porus interior o inferior de cada parell és més menut. La sèrie interior té set parells de porus i connecta per la part adoral amb la sèrie externa tancant una anella en forma de gota (Fig. 9A-B). No té porus bucal.

Tubercles menuts, arran de la corona, més densos i grans en la superfície oral.

**Description:** *Catopygus of medium test up to 37.8 mm of the length, elongated, oval, inflated adapically, pointed posterior margin; slightly concave adorally, sunken towards the peristome (Fig. 6B and 7B). The anterior margin is*



**FIGURA 8.** *Catopygus vilari* sp. nov., details. Holotip MPZ 2022/206, **A:** peristoma; **C:** final pètal IV; **D:** final pètal V. Paratip MPZ 2022/207; **B:** peristoma; **E:** pètal II, adapical. Paratip MPZ 2022/208; **F:** vista lateral. La fletxa indica el sentit de la marxa.

*Catopygus vilari* sp. nov., details. Holotype MPZ 2022/206, **A:** peristome; **C:** final petal IV; **D:** final petal V. Paratype MPZ 2022/207; **B:** peristome; **E:** petal II, adapical. Paratype MPZ 2022/208; **F:** side view. The arrow indicates the direction of travel.

| Mesures / Dimensions | Holotip | Paratip 1 | Paratip 2 | Mitjana | SD    |
|----------------------|---------|-----------|-----------|---------|-------|
| L                    | 28,4    | 30,1      | 37,8      | 32,1    | 5,009 |
| H                    | 15,9    | 15,8      | 21        | 17,6    | 2,974 |
| W                    | 22,8    | 25,0      | 31,6      | 26,5    | 4,580 |
| MHp                  | 7,3     | 9,9       | 13,4      | 10,2    | 3,061 |
| ah                   | 4,5     | 5,4       | 5,6       | 5,2     | 0,586 |
| MWp                  | 7,5     | 7,9       | 11,1      | 8,8     | 1,973 |
| ADDA                 | 13,5    | 13,2      | 18,1      | 14,9    | 2,747 |
| ptDa                 | 13,3    | 13,4      |           | 13,4    | 0,071 |
| ppb                  | 7,9     | 6,8       |           | 7,4     | 0,778 |
| ppw                  |         | 3,5       |           | 3,5     |       |
| ppl                  |         | 5,0       |           | 5,0     |       |
| ptw                  | 3,5     | 3,7       |           | 3,6     | 0,141 |
| ptl                  | 3,7     | 3,9       |           | 3,8     | 0,141 |
| LPI                  | 11,5    | 12,0      | 16,9      | 13,5    | 2,984 |
| LPII                 | 10,7    | 11,5      |           | 11,1    | 0,566 |
| LPIII                | 14,1    |           | 16,3      | 15,2    | 1,556 |
| rDAI                 | 14,7    | 13,9      | 20,2      | 16,3    | 3,430 |
| rDAII                | 12,8    | 13,0      |           | 12,9    | 0,141 |
| rDAIII               | 15,7    |           | 19,9      | 17,8    | 2,970 |
| wPI                  | 2,9     | 3,3       | 4,7       | 3,6     | 0,945 |
| wPII                 | 3,2     | 4,3       |           | 3,8     | 0,778 |
| wPIII                | 2,9     |           | 4,7       | 3,8     | 1,273 |
| A°I-V                | 65      | 67        |           | 66,0    | 1,414 |
| A°IV-V               | 89      | 82        | 85        | 85,3    | 3,512 |
| A°III-IV             | 79      | 71        | 75        | 75,0    | 4,000 |
| n parell porus PI    | 54      | 57        |           | 55,5    | 2,121 |
| n parell porus PII   | 54      | 54        |           | 54,0    | 0     |
| n parell porus PIII  | 49      |           |           | 49,0    |       |
| H/L                  | 0,56    | 0,52      | 0,56      | 0,55    | 0,019 |
| W/L                  | 0,80    | 0,83      | 0,84      | 0,82    | 0,018 |
| MHp/L                | 0,26    | 0,33      | 0,35      | 0,31    | 0,051 |
| ah/H                 | 0,28    | 0,34      | 0,27      | 0,30    | 0,039 |
| MWp/L                | 0,26    | 0,26      | 0,29      | 0,27    | 0,018 |
| ADDA/L               | 0,48    | 0,44      | 0,48      | 0,46    | 0,022 |
| ptDA/L               | 0,47    | 0,45      |           | 0,46    | 0,016 |
| ppb/H                | 0,50    | 0,43      |           | 0,46    | 0,047 |
| ppw/ppl              |         | 0,70      |           | 0,70    |       |
| ptw/pth              | 0,95    | 0,95      |           | 0,95    | 0,002 |
| LPI/rDAI             | 0,78    | 0,86      | 0,84      | 0,83    | 0,041 |
| LPII/rDAII           | 0,84    | 0,88      |           | 0,86    | 0,034 |
| LPIII/rDAIII         | 0,90    |           | 0,82      | 0,86    | 0,056 |

**TAULA 1.** Mesures de *Catopygus vilari* sp. nov. de l'Aptià de la conca del Maestrat. Veure Fig. 5 per entendre les mesures. wPI: amplada del pètal I. SD: desviació estàndard.

Dimensions of *Catopygus vilari* sp. nov. from the Aptian of the Maestrat basin. Refer to Fig. 5 for an understanding of the dimensions. wPI: width of petal I. SD: standard deviation. Mitjana: mean. n parell porus PI: Number of pores-pair of petal I

rounded and the posterior margin truncated at right angles. The tallest point is reached after the apical system, at 30% of the posterior margin (Table 1). The maximum width is far behind, at 27% of the length with respect to the posterior edge. The average width is 82% of the length; the height represents 55% of the length.

Apical system tetrabasal, ethmolytic, slightly anterior, with four genital pores; Genital plaque 2 is much larger, protrudes from the other genital plaques plates and is completely covered with hydropores that are larger than the pores of the ocular plates (Fig. 7E and 9C).

Petals of similar length, long, reaching close to the ambitus; the anterior pairs slightly wider; flush with test, open distally. The inner pores are subcircular, the outer pores elongated and two or three times larger than the inner ones; conjugates are not discernible (Fig. 8C-E). All ambulacral plates are double pored.

Periproct marginal, towards top of vertically truncated posterior face, in a depression, shallow, extending to the base, like an anal groove, longitudinal, it has an edge in the apical

part that acts as a visor, not visible from above (Fig. 6D and 7D).

Peristome anterior, pentagonal, higher than wide; opening sunken with an almost vertical-walled vestibule, completely covered by small, regular, uniform and dense tubercles. (Fig. 6B, 7B and 8A-B). Bourrelets moderately developed as small mounds. Phyllodes broad, double pored, with pore-pairs in two series in each half-ambulacrum, inner or lower pore of a pore-pair smaller. The inner series has seven pore-pairs and connects on the adoral side with the outer series by closing a droplet-shaped ring (Fig. 9A-B). No buccal pores.

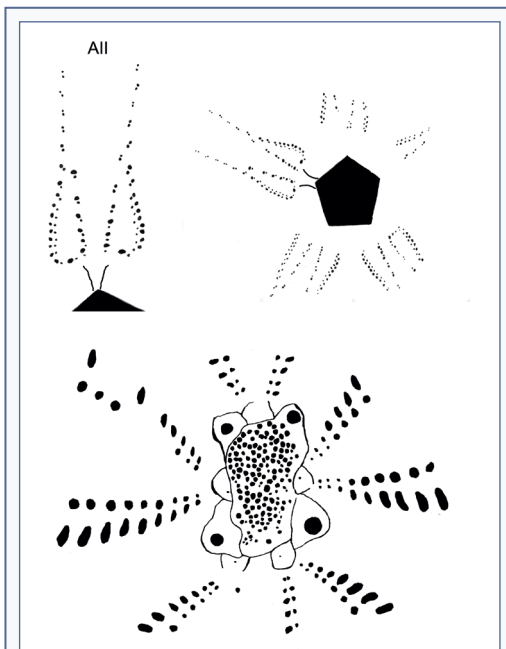
Small tubercles, flush with the test, denser and larger on the oral surface.

**Diferència amb altres espècies pròximes:** La nova espècie se separa de *Catopygus vectensis* Wright, 1864, de l'Aptià superior d'Anglaterra, que és sinònima, segons Smith & Kroh (2022), de *C. columbarius* (Lamarck, 1816), del Aptià superior i Cenomanià d'Europa, i a la vegada mantenen que aquesta última es sinònima de *C. carinatus* (Goldfuss, 1826), (i no al revés, tot i estar descrita deu anys abans), perquè tenen un contorn més arrodonit, els pètals més llargs, porus conjugats, peristoma més anterior, més conspicus els parells de porus entre el final del pètals i els fil·lodes i són de mida inferior a *C. vilari*.

*Catopygus vilari* es distingeix de *C. prestensis* de Loriol, 1873, de l'Aptià de Suïssa perquè aquesta espècie té el peristoma amb forma d'estrella (amb els borlets molt marcats) mentre que en la espècie nova és pentagonal ben definida i més suaus els borlets; també perquè té el punt més alt a la zona apical, endavant, mentre que l'espècie descrita el té posterior al sistema apical, a l'últim terç.

*Catopygus switensis* Desor in de Loriol, 1873, de l'Aptià inferior de Suïssa, segons Smith & Wright (2000) és sinònima de *C. columbarius*, no obstant les imatges de la descripció original (de Loriol, 1873), no queda clara la sinonímia. En tot cas, s'aprecia que el punt més alt se situa cap al centre i que els pètals són més llargs, els posteriors van més enllà de l'inici del periprocte, mentre que *C. vilari* el punt més alt està a un 30 % respecte al marge posterior i els pètals posteriors no arriben a l'inici del periprocte.

Fauna acompanyament. Al jaciment, junt a l'espècie estudiada, apareix el braquiòpode *Burrirhynchia miliari* (Calzada, 1971) i el bivalve *Plicatula placunea* Lamarck, 1819, que només han estat citats al M. Morella la Vella



**FIGURA 9.** Dibuixos de *Catopygus vilari* sp. nov., de l'Aptià de la conca del Maestrat. Holotip MPZ 2022/206. **A:** fil·lode II; **B:** peristoma i fil·lodes; **C:** sistema apical.

Drawings of *Catopygus vilari* sp. nov., from the Aptian of the Maestrat basin. Holotype MPZ 2022/206. **A:** phyllode II and phyllodes; **B:** peristome and phyllodes; **C:** apical system.

de la Fm del Forcall. Per a una relació més completa es pot consultar Forner et al., 2012. Entre els equínids, al jaciment l'espècie dominant és *Pliotoxaster buitronae* Forner, 2019, que és la localitat tipus. S'indica la taula d'equivalència del números de treball que figuren a l'article de descripció (Forner, 2019) amb el números de registre definitiu al *Museo Aragonés de Paleontología* (MAP) de Teruel (Taula 2), que aquesta institució no va subministrar anteriorment a la publicació.

## Discussió

Kier (1962: 76), en la seua revisió dels cassiduloids, indica la dificultat de decidir la conveniència de conservar el gènere *Phyllobrissus* Cotteau, 1860, que és molt semblant a *Catopygus* i cita com Lambert (1902) i Mortensen (1948) suggereixen que *Phyllobrissus* podria considerar-se un subgènere de *Catopygus*. Però, al remat, cap d'ells hi dona el pas, i *Phyllobrissus* roman com un gènere acceptat. Aquesta és també la posició sustentada en aquest treball: cal mantenir els dos gèneres a partir de la diferència de la forma posterior, recta o contraplomada en *Catopygus*, que impedeix la visió del periprocte en vista apical, mentre que en *Phyllobrissus* és clarament visible. L'espècie nova descrita pertany, sense dubte, al gènere *Catopygus*.

D'una manera general, estudiant els patrons de distribució biogeogràfica dels equínids, Smith (1984) conclouia que durant el Cretaci la part oest del Tetis (el que avui en dia és la Mediterrània) era un punt calent de biodiversitat (*biodiversity hotspot*) de la classe Echinoidea. Altres treballs, més concrets, també apunten en aquesta direcció. Villier (2001), per exemple, considera que aquesta zona, l'oest del Tetis, seria l'origen del gènere *Heteraster* i que des d'aquí migrarien a tot el món. Villier & Navarro (2004) sostenen la tesi que les famílies d'espatangoids tenen com únic lloc d'origen, els marges de l'oest del Tetis, considerant les dades de Fischer (1966) i comparant els primer registres dels gèneres al continent americà i a l'oest del Tetis (Villier & Navarro, 2004: 278, taula 6). Néraudeau (1994: 319, fig., 5) ja va dir, tot i que ell anomena a la mateixa zona amb la denominació *central Tethys* (*southwestern Europe*), que aquesta era l'origen dels Hemiaspèrids. Forner et al., 2022 postulen també que la família Archiaciidae Cotteau & Triger, 1869, podria tenir el seu origen en aquesta mateixa zona i que la petita conca del Maestrat, al bell mig de l'oest del Tetis, pot haver jugat un paper

| Núm. MAP | Núm. treball | Estatus |
|----------|--------------|---------|
| MAP-7896 | 348          | Holotip |
| MAP-7897 | M185         | Paratip |
| MAP-7898 | M195         | Paratip |
| MAP-7899 | M182         | Paratip |
| MAP-7900 | 449          | Paratip |
| MAP-7901 | 478          | Paratip |
| MAP-7902 | M183         | Paratip |
| MAP-7903 | M193         | Paratip |
| MAP-7904 | M189         | Paratip |
| MAP-7905 | M175         | Paratip |
| MAP-7906 | M191         | Paratip |
| MAP-7907 | M188         | Paratip |
| MAP-7908 | M184         | Paratip |
| MAP-7909 | 426          | Paratip |
| MAP-7910 | M194         | Paratip |
| MAP-7911 | 316          | Paratip |
| MAP-7912 | M179         | Paratip |
| MAP-7913 | 388          | Paratip |
| MAP-7914 | 399          | Paratip |
| MAP-7915 | M180         | Paratip |
| MAP-7916 | M104         | Paratip |

**TAULA 2.** Taula de correlació del números provisionals de treball publicats (Forner, 2019) i els números definitius de registre al Museo Aragonés de Paleontología (MAP) de Teruel de *Pliotoxaster buitronae* Forner, 2019, del Aptià del mateix jaciment estudiat en aquest treball.

Correlation table of the provisional published work numbers (Forner, 2019) and the definitive registration numbers in the Aragonese Museum of Paleontology (MAP) of Teruel of *Pliotoxaster buitronae* Forner, 2019, of the Aptian of the same site studied in this work.

en l'origen i diversificació d'alguns grups d'equínids irregulars durant el Cretaci Inferior. Sempre queda, però, el dubte que aquestes interpretacions poden estar esbiaixades pel diferent nivell de coneixement del registre fòssil d'altres parts del món (Àsia, Amèrica del Sud) comparant-les amb les millor estudiades d'Europa i del nord d'Àfrica. Tot plegat, amb la informació disponible actualment, resulta important seguir investigant per millorar el coneixement de la fauna equínids de la conca del Maestrat, encara no prou estudiada.

## Agraïments

A Josep Anton Moreno-Bedmar, de la Universidad Nacional Autónoma de México, per la classificació de l'ammonit trobat al jaciment i les indicacions sobre les conseqüències estratigràfiques que se'n dedueixen. A Joaquín Segura Collado, fidel i generós company de camp.

A Carl Nugent per la correcció dels textos en anglès. A Vicent Gual, per la col·laboració en la confecció de les figures. A tots els revisors, perquè els seus suggeriments i correccions han contribuït a millorar el text final. Al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza per les facilitats i rapidesa en subministrar els números de registre de la institució. Aquest estudi s'ha pogut fer sota l'autorització de la direcció general del Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, exp. 90/2021, que han permès les prospeccions de camp; es fa especial menció al seu personal per la acurada atenció per no fer de les exigències burocràtiques una càrrega més enllà d'allò que és estrictament necessari.

## Bibliografia

- Agassiz, L. 1836.** Prodrôme d'une monographie des Radiaires ou Échinodermes. Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, 1: 168-199.
- Agassiz, A. 1879.** Preliminary report on the Echini of the exploring expedition of H. M. S. "Challenger," Sir C. Wyville Thomson chief of civilian staff. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences 14: 190-212.
- Bartušková, N. 2017.** Současný stav poznání ježovek české křídové pánve. Recent knowledge of sea urchins in the Bohemian Cretaceous Basin. 49 pp. Praha.
- Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J. A., Frijia, G., Pasqual-Cebrian, E. & Salas, R. 2016.** Chronostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (Iberian Peninsula): integrated strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy, vol. 49/1: 41-68.
- Canerot, J., Cugny, P., Pardo, G., Salas, R. & Villena, J. 1982.** 6. Ibérica Central-Maestrazgo. In A. García (Ed.) El Cretácico de España: 273-344. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid. Fuenlabrada.
- Cotteau, G. 1857-1878.** Études sur les échinides fossiles du Département de l'Yonne. Volume 2. Terrain Crétacé. Paris. 518 pp., 38 pls. [Reprinted and repaginated from Bulletin de la Société des Sciences historique et naturelles de l'Yonne 1857-1878: (1857) 11, 401-433, pls 47-50; (1858) 12, 485-522, pls 51-54; (1859) 13, 425-457, pls 55-58; (1860) 14, 327-355, pls 59-62; (1863a) 17, 3-39, pls 63-64; (1863b) 17, 165-195, pls 65-66; (1865) 19, 195-263, pls 67-70; (1876) 30, 47-103, pls 71-76; (1878) 32, 193-280, pls 77-84].
- De Loriol, P. 1873.** Échinologie Helvétique. Description des Échinides des terrains crétacés de la Suisse. Matér. Paléont. Suisse. 398 pp. Librairie H. Georg. Genève.
- Duncan, P. M. 1891.** A revision of the genera and great groups of the Echinoidea. Journ. Linnean Soc. (Zool.), vol- 23: 311 pp.
- Durham, J. W. & Wagner, C. D. 1966.** Glossary of morphological terms applied to echinoids. In R. C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: U251-U256. The Geological Society of America and University of Kansas. Lawrence (EUA).
- Fischer, A. G. 1966.** Order Spatangoida. In Moore, R. C. (Ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology: Part U. Echinodermata. Echinozoa-Echinoidea: 367-695. Geological Society of America, Boulder and University of Kansas Press. Lawrence.
- Forner, E. 2016.** Els neognatostomats (Echinodermata: Echinoidea) de la formació Artoles del Barremià de la conca del Maestrat. Nemus, 6: 35-60.
- Forner, E. 2019.** *Pliotoxaster buitronae* especie nueva (Echinoidea) del Aptiense inferior de la Cuenca del Maestrat (Península Ibérica). Paleontología Mexicana, 8 (2): 129-146.
- Forner, E., Adelantado, J., Castany, J. & Castany, C. 2012.** Estudi de la població d'un equinoideu irregular de l'Aptià de la subconca del Penyalgosa (serralada Ibèrica Oriental): Nemus, 2: 47-58.
- Forner, E., Saura, M., Bayot, J. & Gombau, E. 2022.** *Acriaster arensensis* sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloida) del Barremià d'Ares del Maestrat. Nemus, 12: 210-222.
- Gallemí, J. 1988.** 9 Els Equinodermes. In R. Folch i Guillèn (Ed.) Història natural dels Països Catalans, Vol. 15, Registre fòssil: 357-380. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- García, R., Moreno-Bedmar, J. A., Bover-Arnal, T., Company, M., Salas, R., Latil, J. L., Martín-Marín, J. D., Gomez-Rivas, E., Bulot, L. G., Delanoy, G., Martínez, R & Grauges, A. 2014.** Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). Journal of Iberian Geology 40 (1): 99-112.
- Kier, P. M. 1962.** Revision of the cassiduloid echinoids. Smithsonian Miscellaneous Collections, 144 (3). 262 pp. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Kier, P. M. 1966.** Cassiduloids. In Treatise on Invertebrate Paleontology (Moore, R.C. Ed.) Part U, Echinodermata 3, volume 2: U492-U523. The Geological Society of America and the University of Kansas. Lawrence (Kansas, USA).
- Kier, P. M. & Lawson, M. H. 1978.** Index of Living and Fossil Echinoids 1924-1970. Smithsonian contributions to paleobiology, número 34. 182 pp. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Kroh, A. 2010.** Index of Living and Fossil Echinoids 1971-2008. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, Serie A, 112: 195-470.
- Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. Journal of Systematic Palaeontology, Vol. 8 (2): 147-122.
- Lambert, J. 1898.** Note sur les échinides de la Craie de Ciplly. Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 11: 141-190, pls 2-5.
- Lambert, J. 1902.** Description des échinides fossiles de la Province de Barcelona. Mém. Soc. Géol. France, 24: 1-58.
- Lambert, L. & Thiery, P. 1909-1925.** Essai de nomenclature raisonnée des échinides. 607 pp., 15 pls. Librairie Septime Ferrière. Chaumont.



- Melville, R. V. & Durham, J. W. 1966.** Skeletal morphology. In R. C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology. Part U. Echinodermata 3. Volume 1: U220-U257. The Geological Society of America & University of Kansas. Lawrence (EUA).
- Mortensen, T. 1948.** A monograph of the Echinoidea: 4 (1): Holoctypoida, Cassiduloidea. 363 pp., 14 pls. Reitzel. Copenhagen.
- Néraudeau, D. 1994.** Hemiasterid echinoids (Echinodermata: Spatangoida) from the Cretaceous Tethys to the present day. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 110: 319-344.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrzgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrzgo durante la etapa de Rif Jurásica superior-Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4-5): 393-402.
- Salas, R., Guimerà, J., Bover-Arnal, T. & Nebot, M., 2019.** The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins in Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M.E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J.M., Coruña, F., de Gea, G.A., Fornós, J.J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C.L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J.M., Muñoz, J.A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L.M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I.E., Quijano, M.L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J.P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A.R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019. The Late Jurassic-Early Cretaceous Rifting. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach. Volume 3: The Alpine Cycle*. Springer, Heidelberg: 60–63. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>
- Sillero, C. 2015.** *Nomina generum echinorum (aproximación a un catálogo de equínidos, fósiles y actuales)*. 440 pp. Editorial Club Universitario. Sant Vicent del Raspeig.
- Smith, A. B. 1984.** *Echinoid Palaeobiology*. 190 pp. Allen and Unwin. London.
- Smith, A. B. & Kroh, A. 2022.** The echinoid directory. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/echinoid-directory/> (consultada 26/03/2022).
- Smith, A. B. & Wright, C. W. 2000.** British Cretaceous echinoids. Part 6, Neognathostomata (Cassiduloids). pp. 391-439, pls 130-138. Monograph of the Palaeontographical Society. London,
- Villanueva-Amadoz, U., Santisteban, C. & Santos-Cubedo, A. 2014.** Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrzgo Basin, Spain). 2014. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2013.874422>
- Villier, L. 2001.** Evolution du genre *Heteraster* dans le contexte de la radiation de l'Ordre des Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata) au Crétacé inférieur. 389 pp. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon (França).
- Villier, L. & Navarro, N. 2004.** Biodiversity dynamics and their driving factors during the Cretaceous diversification of Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 214: 265-282.
- Wright 1864-1882.** Monograph on the British Fossil Echinodermata from the Cretaceous Formations. The Palaeontographical Society. London.

# *Acriaster arensis* sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloidea) del Barremià d'Ares del Maestrat

Enric Forner i Valls<sup>1\*</sup> , Manuel Saura Vilar<sup>2</sup>, Juli Bayot García<sup>3</sup> & Emili Gombau i Valanzuela<sup>1</sup>

1. Ateneu de Natura. Sant Roc, 125 3r 5a, 12004 Castelló de la Plana. E-mail: fornervalls@gmail.com

2. Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda. Carrer Joan Fuster, 45 A 12200 Onda. E-mail: paleonda@hotmail.com

3. Ateneu de Natura. Traseira carrer Nou, 51 1r. 12150 Vilafranca. E-mail: jbayot@colvet.es

\* Autor de correspondència.

Les investigacions sobre la sistemàtica de la classe Echinoidea a la conca sedimentària del Maestrat representen, en aquest moment, un dels centres d'interès actual en els estudis d'equinologia. Potser aquesta conca, al marge oest del Tetis, va jugar una paper important al Cretaci Inferior en l'aparició, radiació i dispersió d'alguns grups d'equínids. Durant els últims anys una sèrie d'estudis han contribuït a millorar el coneixement dels equinoideus de la conca i millorar-ne la sistemàtica. Però s'està molt lluny de completar la tasca. Aquest article només és una petita contribució per avançar cap aquest objectiu.

El treball té interès perquè permet ampliar el coneixement sobre el gènere *Acriaster* Smith, 1991, del qual es disposava, fins ara, d'un registre fòssil mundial extraordinàriament escàs: un únic exemplar, sobre el qual es va descriure el gènere i l'espècie *A. sergipensis* Smith, 1991. Mitjançant aquest estudi el registre del gènere es veu ampliat a tres exemplars i dues espècies. Les noves dades ajuden a intuir la relació entre la fauna del marge oest del Tetis i les faunes americanes amb l'obertura de l'oceà Atlàntic.

Es descriu una espècie nova: *Acriaster arensis*. S'ha eixamplat la distribució estratigràfica del gènere *Acriaster*, del qual es retrocedeix el registre fins al Barremià, i la geogràfica amb la presència constatada a la conca del Maestrat. I s'ha endarrerit el registre fòssil de la família Archiaciidae Cotteau & Triger, 1869 fins al Barremià.

El treball suposa una millora en el coneixement d'un gènere molt poc conegut. Permet plantejar-se una altra hipòtesi, que altera, de forma radical, el que es suposava fins ara, com a conseqüència que l'única espècie coneguda fins aquest treball era de l'Albià de Brasil. Ara es pot plantejar que l'origen del gènere *Acriaster* va estar al marge oest del Tetis, potser a la mateixa conca del Maestrat, des de la qual més tard va arribar a Amèrica. Aquest estudi amplia el coneixement sobre la biodiversa i complexa fauna d'equínids de la conca del Maestrat.

Mots clau: *Neognathostomata*, Archiaciidae, espècie nova, sistemàtica, Barremià, conca del Maestrat.

## *Acriaster arensis* sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloidea) from the Barremian of Ares del Maestrat

Research on the systematics of the Echinoidea class in the Maestrat sedimentary basin is one of the current interests in echinology. Perhaps this basin, on the western margin of the Tethys, played an important role during the Lower Cretaceous in the appearance, radiation and dispersal of some groups of echinoids. In recent years, a number of studies have helped to improve the knowledge of the echinoids in the basin and to improve their systematics. But it is far from complete. This article is just a small contribution to this goal.

The work is interesting because it expands the knowledge about the genus *Acriaster* Smith, 1991, which until now had an extraordinarily scarce world fossil record: a single specimen, on which the genus and the species were described: *A. sergipensis* Smith, 1991. Through this study the genus register is extended to three specimens and two species. The new data helps us to hypothesise about the relationship between wildlife on the western margin of the Tethys and American wildlife with the opening of the Atlantic Ocean.

A new species is described: *Acriaster arensis*. The stratigraphic distribution of the genus *Acriaster* has been widened, starting back in the Barremian, as well as its geographical distribution with its presence found in the

Maestrat basin. The fossil record of the Archiaciidae Cotteau & Triger family, 1869, has been pushed back to Barremian.

This paper improves the knowledge of a very little-known genus. It allows the raising of a different hypothesis than the present one, based on the single presence of the *Acriaster* in the Albian of Brazil. It is now possible that the origin of the genus *Acriaster* was on the western Tethys, perhaps in the same Maestrat basin, from which it later reached America. This paper expands the knowledge about the biodiversity and complex fauna of echinoids in the Maestrat basin.

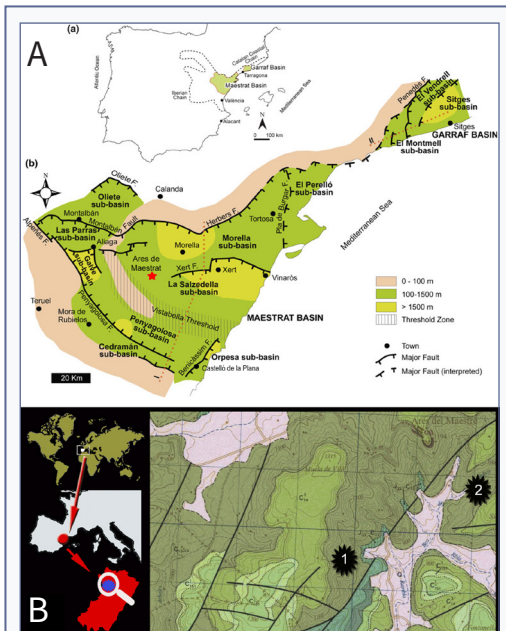
Keywords: *Neognathostomata*, *Archiaciidae*, *new species*, *systematic*, *Barremian*, *Maestrat Basin*.

L'estudi de la classe Echinoidea Leske, 1778, a la conca sedimentària del Maestrat (CM) disposava de pocs treballs antics (Lambert, 1928, 1935) tot i la notable riquesa del seu registre fòssil. Tanmateix, en l'última dècada, sota l'impuls d'un parell d'institucions, l'Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda i l'Ateneu de Natura, han florit un sèrie d'investigacions i publicacions (Saura & Castany, 2011; Saura & Garcia, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017; Forner & Castany, 2010; Forner et al., 2012a, 2012b, 2013, 2015a, 2015b,

2017a 2017 b; Pastor & Forner, 2017) que han marcat un canvi de rumb fins al punt que en aquest moment la CM és un dels quatre centres d'interès actual al món (Gual et al., 2019) en la generació d'estudis sobre sistemàtica dels equínids. S'han descrit vuit espècies noves d'equinoïdeus a la CM (Forner, 2014a, 2016a, 2016b, 2018a, 2018b, 2019; Forner & Moreno-Bedmar, 2018) i un gènere (Forner & Saura, 2020).

En aquest marc, a la CM l'ordre Cassiduloida Agassiz & Desor, 1847 ha estat tractat en diverses publicacions (Saura & Castany, 2011; Forner et al., 2013; Saura & García, 2014; Forner, 2014b, 2016a, 2016b). Aquest ordre si bé el seu registre fòssil és relativament pobre en nombre d'exemplars, per contra, presenta una notable diversitat d'espècies, cosa que fa atractiu i necessari persistir en la recerca i estudi d'aquest grup.

El gènere *Acriaster* Smith, 1991 (Smith & Bengtson, 1991) va ser descrit només amb un exemplar procedent de l'Albià de Brasil. D'ençà de la seua descripció únicament s'havia citat, en tot el món, per Forner et al. (2014) un exemplar de la CM, el qual s'estudia també en aquest treball. Ara s'ha trobat un altre exemplar que permet completar la descripció d'aspectes que no s'havien pogut apreciar en el primer exemplar (peristoma, fil·lodes i periprocte), confirma els altres trets generals de l'espècie i permet descriure'n el tàxon. Respecte de l'exemplar ja conegut, el nou exemplar és de la mateixa edat (Barremià), de la part alta de la Formació de les Artoles i també del municipi d'Ares del Maestrat (l'Alt Maestrat).



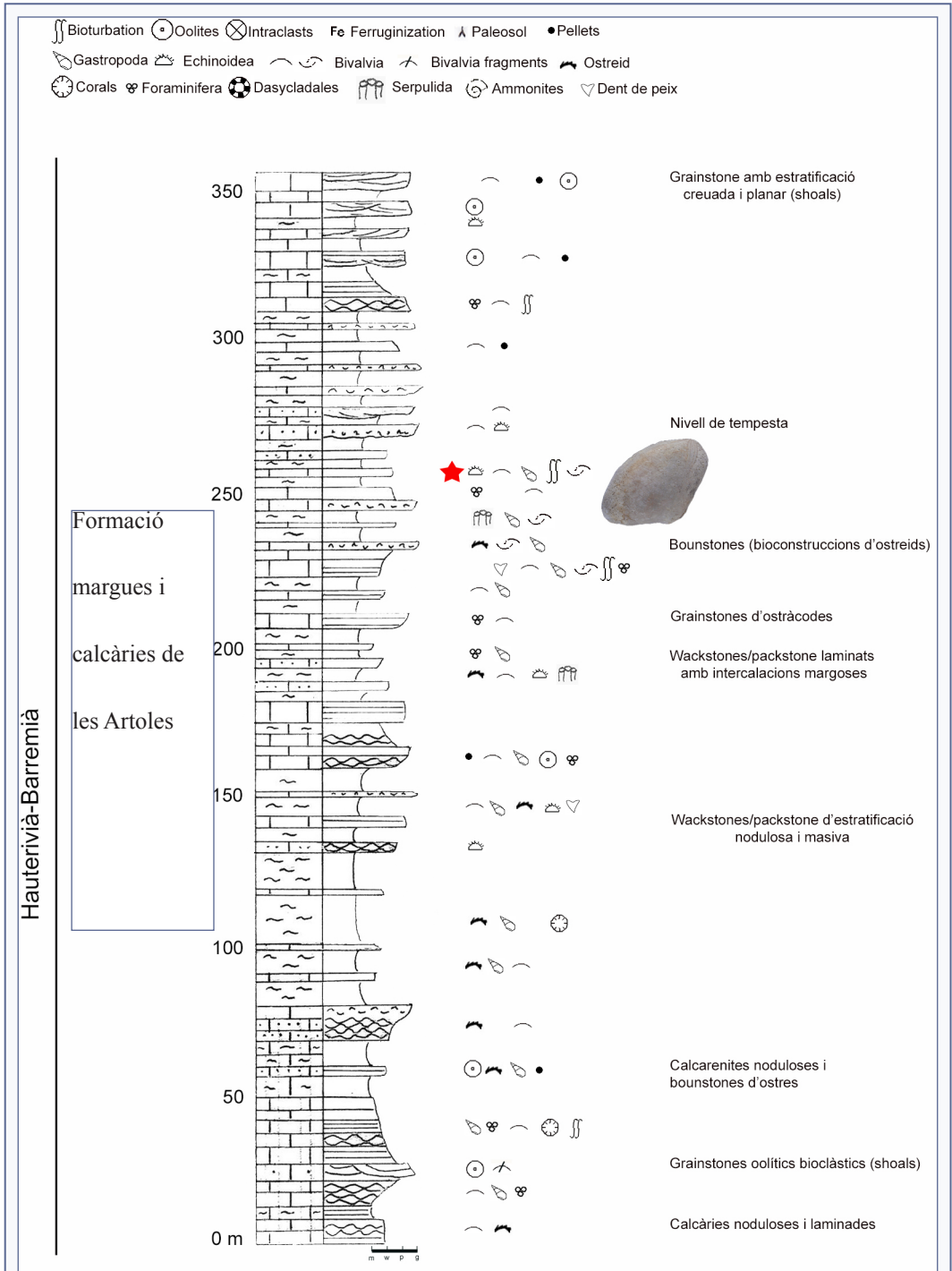
**FIGURA 1.** Localització dels jaciments. **A:** situació dins la conca del Maestrat, pres de Salas et al., 2019, modificat. **B:** situació dels dos jaciments sobre el mapa geològic, IGME, 1973, modificat.

Outcrop locations. **A:** within the Maestrat basin, taken from Salas et al., 2019, modified. **B:** the two outcrops on the geological map, IGME, 1973, modified.

## Material i mètode

### Marc geogràfic i geològic

El jaciment de la Mola del Vilar, està situat al terme d'Ares del Maestrat (comarca de l'Alt Maestrat, País



**FIGURA 2.** Columna estratigràfica d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat) on s'indica el nivell on ha aparegut *Acriaster arensensis* sp. nov.

Stratigraphic column of Ares del Maestrat (Maestrat basin) showing the level at which *Acriaster arensensis* sp. nov. was found.

Valencià), al vessant de llevant de la mola, a pocs quilòmetres del poble, sud enllà (Fig. 1B). El segon exemplar es va trobar als Avellanars, a l'est de la població, a uns escassos 4 Km en línia recta, del lloc on es va fer l'anterior troballa. D'un jaciment estant es veu l'altre. Són de la mateixa formació i similar nivell.

Des del punt de vista geològic, els jaciments estan enclavats dins de la subconca de la Salzedella (Fig. 1A), que forma part de la conca sedimentària del Maestrat (CM), descrita per Salas & Guimerà (1996, 1997); i revisada en temps recents per Salas et al. (2019). La CM ocupa la part més oriental de la serralada Ibèrica (Fig. 1A), d'orientació dominant NO-SE i en el seu marge nord-est entra en contacte amb la serralada Costera Catalana, que és d'orientació NE-SO, espai d'intersecció entre les dues serralades que Guimerà (1984) va denominar "zona d'enllaç".

Els nivells on han aparegut els fòssils estudiats estan inclosos en la formació marina de les Artoles (Salas 1987; Salas et al. 1995, 2001; Caja, 2004), que està caracteritzada principalment per la alternança de margues, arenos, calcàries i calcàries riques en ostres (Fig. 2). Aquesta formació es correspon amb l'antiga de Calcàries i margues d'Ares del Maestrat (Canérot et al., 1982), que té l'estratotipus a la mateixa mola del Vilar on s'ha trobat l'holotip. Aquests autors la consideraven d'edat barremiana i que estava generada per una plataforma interna, carbonatada, amb barres arenoses amb orbitolínids; correspondria a un medi intermareal o submareal.

Els jaciments s'assignen al Barremià, atès que ha estat precisat, a la conca, el límit entre el Barremià i l'Aptià (García et al., 2014; Villanueva-Amadoz et al., 2014). L'edat absoluta de la Fm. de les Artoles segons la datació per estronci  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  és de 127,49 milions d'anys (interval 126,61-128,33) segons es desprèn del treball de Bover-Arnal et al. (2016).

## Material

L'exemplar del jaciment de la Mola del Vilar (Ares del Maestrat; l'Alt Maestrat), trobat per Juli Bayot, es desarà al *Muséum national d'Histoire naturelle, Collection de Paléontologie* (París, França) (MNHN.F) amb el número de registre MNHN.F.A84945.

S'ha pogut estudiar un altre exemplar, de la col·lecció particular de Epifanio Traver Chillida, localitzada a Ares del Maestrat (l'Alt Maestrat) del jaciment dels

Avellanars (Ares del Maestrat), el qual té bona conservació però li manca una part de la cara anterior que ha patit una petita deformació per pressió anterior i una meteorització greu. Se li assigna un núm. de treball: CEEA02.

## Mètode

En la sistemàtica, s'ha seguit a Kroh & Smith (2010) i s'ha consultat Kier (1962), el *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Kier, 1966), Saucède & Néraudeau (2006) i les bases de dades *The Echinoid Directory* (Smith & Kroh, 2022) i *World Echinoidea Database* (Kroh & Mooi, 2022). Per als Cassiduloïda vius l'obra de referència és Mooi (1990). Pel que fa a la terminologia descriptiva i a l'orientació espacial dels exemplars, s'ha seguit allò que s'estableix, respectivament, als capítols corresponents del *Treatise* (Melville & Durham, 1966; Durham & Wagner, 1966) i de la Història Natural dels Països Catalans (Gallemí, 1988) per als termes en català. En els topònims, s'ha seguit l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (2022). Els dibuixos s'han fet copiant ampliacions fotogràfiques amb una caixa de llum Huion model L45. Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital, arrodonint-se a dècimes de mil·límetre. Els angles amb un transportador d'angles digital Powerfix i es donen en graus sexagesimals.

## Resultats

### Sistemàtica paleontològica

E. Forner

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Subclasse EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Infraclasse IRREGULARIA Latreille, 1825

Superordre NEOGNATHOSTOMATA Smith, 1981

Ordre CASSIDULOIDA L. Agassiz & Desor, 1847

Família ARCHIACIIDAE Cotteau & Triger, 1869

Gènere *Acriaster* Smith, in Smith & Bengtson, 1991

Espècie tipus: *Acriaster sergipensis*

Smith, in Smith & Bengtson, 1991

*Acriaster arensis* Forner, sp. nov.

Figs. 3-7 i 8B.

2014 *Acriaster* sp.; Forner et al.: 150, làms., 1-2.

**Holotip:** MNHN.F.A84945.

**Material estudiat:** l'holotip i l'exemplar de la col·lecció d'E. Traver CEEA02.

**Localitat tipus:** Ares del Maestrat (l'Alt Maestrat,

País Valencià; conca sedimentària del Maestrat): jaciment de la Mola del Vilar.

**Estrat tipus:** Barremià; Fm. les Artoles.

**Raó del nom:** pel topònim del municipi on s'ha trobat: Ares del Maestrat.

**Diagnosi:** *Acriaster* alt, cònic inclinat endavant en vista de perfil; amb la part anterior sobreplomada paral·lela a la posterior a partir de la inflexió a l'inici del periprocte. Sistema apical tetrabasal dominat per la placa genital 2. Pètal III més curt; els pètals parells posteriors acaben molt abans del periprocte. Peristoma pentagonal amb borlets. Periprocte allargat, apuntat per la part adoral dins d'un solc subanal.

**Diagnosi:** *Acriaster* tall, conical forward-tilted in side view; with the anterior part overhanging parallel to the posterior from the inflection at the beginning of the periprocte. Tetrabasal apical system dominated by genital plaque 2. Petal III shorter; posterior paired petals end much before periprocte. The pentagonal peristome has bourrelets. Periprocte elongated, pointed in its adoral part within a subanal groove.

**Descripció:** La corona fa 40 mm de longitud i 34 mm d'amplada i és de contorn aproximadament ovalat a la superfície oral. L'àpex de la corona creix cap amunt per formar un con inclinat cap endavant (Figs. 3C, 5C, 8B), mentre que la superfície oral és lleugerament cònca. L'alçada de la corona és de 31 mm (el 78 % de la seua longitud). El sistema apical està situat a l'àpex del con, prop de la part anterior. La distància entre el sistema apical i el marge anterior és només del 22 % de la longitud de la corona. El sistema apical és tetrabasal amb la placa genital 2 engrandida (Figs. 4A, 6B). Els cinc ambulacres són petaloides, però el pètal anterior és considerablement més curt que els altres (Fig. 4B; Taula 1). Els parells de porus són conjugats, l'interior és circular i l'exterior allargat (Figs. 4C-D, 6A). Hi ha 55 parells de porus en una columna dels pètals posteriors, 51 en els pètals laterals i només 30 en el pètal curt anterior, en l'holotip. Els pètals posteriors s'estenen només un 44 % de la distància radial fins l'àmbit de l'ambulacre i acaben lluny del inici del periprocte.

El periprocte està situat a un 25 % de l'alçada de la corona des de la superfície oral. És de contorn ovalat, arrodonit a la part adapical i apuntat a l'adoral, un poc inclinat (Figs. 5E, 6C) i descarrega en un solc subanal que s'estén fins al marge posterior.

El peristoma no és gran (6 mm d'amplada) i té un contorn pentagonal. Està situat a un 12 % de la longitud de la corona respecte el marge anterior i té borlets evidents. Tots els porus del fil·lodes són dobles i organitzats en dues columnes en cada mig ambulacre. Hi ha vuit parells de porus en la sèrie externa (horizontals, oblics) i cinc en la sèrie interna (verticals) i no disposa de porus bucals (Fig. 7A). Els parells de porus interns estan sobre plaques ocluses (Fig. 7B).

Els tubercles són menuts, de distribució regular i amb una arèola enfonsada. També se'n veuen a la zona perradial dels ambulacres parells posteriors.

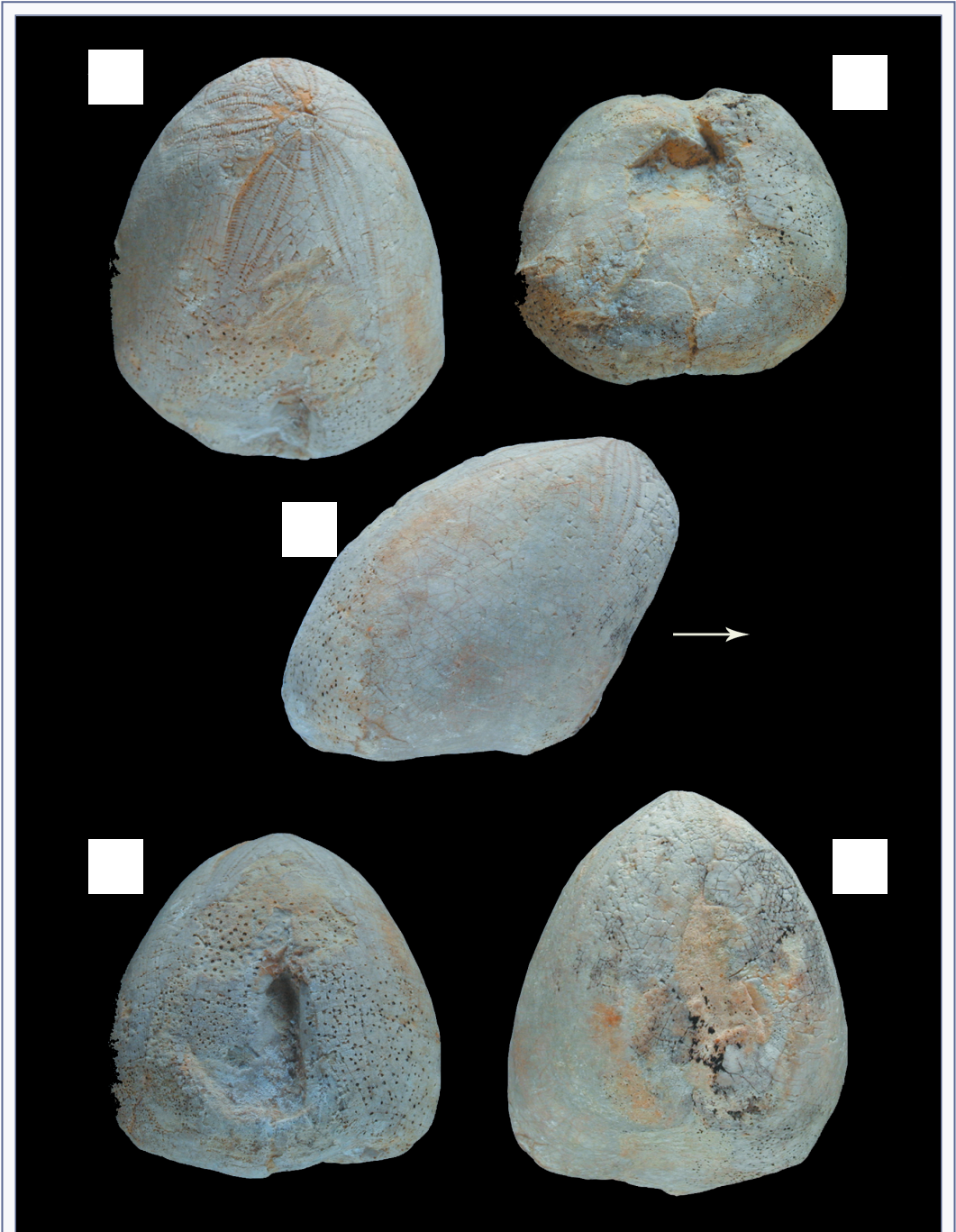
**Description:** *The test is 40 mm in length and 34 mm in width and is approximately oval in outline at the oral surface. The apex of the test is drawn upwards to form an inclined cone (Figs. 3C, 5C, 8B), while the oral surface is slightly concave. Test height is 31 mm (78 % of the test length). The apical disc is situated at the apex of the cone, which lies close to the anterior. The distance between the apical system and the anterior border is only 22 % of the test length. The apical disc is tetrabasal with genital plate 2 dominating (Figs. 4A, 6B). All five ambulacra are petaloid, but the anterior petal is considerably shorter than the others (Fig. 4B, Table 1). The pore-pairs are conjugate, the inner one circular and the outer one long (Figs. 4C-D, 6A). The holotype has 55 pore-pairs in a column of one of the posterior petals, 51 in the anterior paired petals and only 30 in the anterior one. The posterior petals extend only 44 % of the radial distance of such ambulacrum and finish far from the periprocte.*

*The periprocte locates at 25 % of the test height from the oral surface. It is oval in outline, rounded adapically and pointed adorally, a little inclined (Figs. 5E, 6C) and opens in a subanal sulcus that extends to the posterior margin.*

*The peristome is not large (6 mm in width) and pentagonal in outline. It lies 12 % of the test length from the anterior border and bourrelets are evident. Phyllode pores are all double and arranged in two columns in each half. There are eight pore pairs in the outer series (oblique) and five in the inner ones (vertical); no buccal pores are present (Fig. 7A). Pairs of internal pores are on occluded plates (Fig. 7B).*

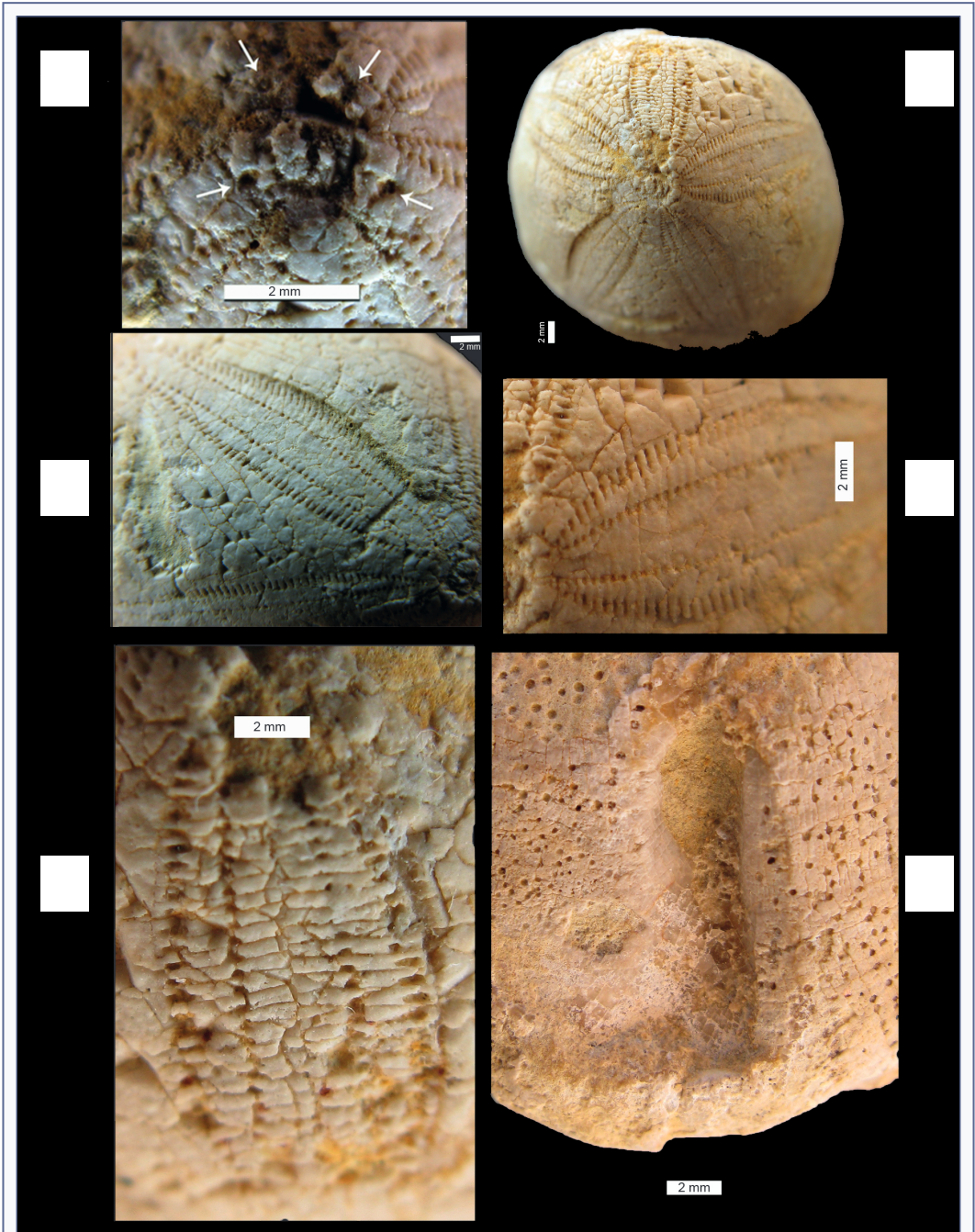
*The tubercles are small, have a sunken areole and present a regular. There are also tubercles in the perradial zone of the posterior ambulacra.*

**Diferència amb altres espècies:** *Acriaster arensensis* es distingeix d'*A. sergipensis* Smith, 1991, de l'Albià de Brasil perquè aquesta darrera espècie és més baixa, l'angle de la superfície posterior amb la superfície oral



**FIGURA 3.** *Acriaster arensis* sp. nov. del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat), holotip MNHN.F.A84945. **A:** vista apical; **B:** vista oral; **C:** vista lateral; **D:** vista posterior; **E:** vista anterior. Longitud: 39,9 mm. Pres de Forner et al., 2014, modificat. La fletxa blanca indica la direcció d'avanç.

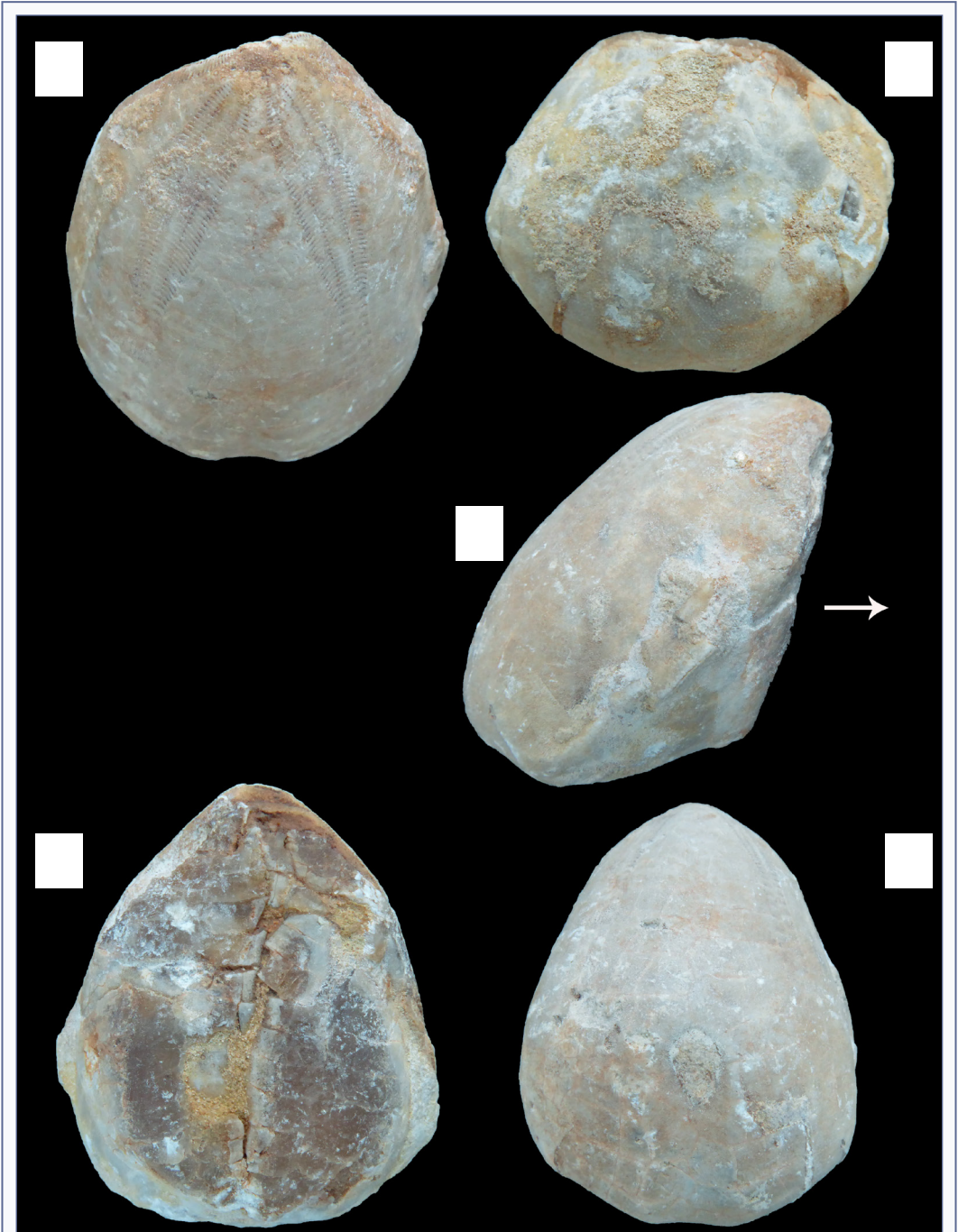
*Acriaster arensis* sp. nov, from the Barremian, of Ares del Maestrat (Maestrat basin), holotype MNHN.F.A84945. **A:** apical view; **B:** oral view; **C:** lateral view; **D:** posterior view; **E:** anterior view. Length: 39,9 mm. Taken from Forner et al., 2014, modified. White arrow indicates the advancing direction.



**FIGURA 4.** *Acriaster arensensis* sp. nov., del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat), holotip MNHN.FA84945. **A:** detall del sistema apical; **B:** vista apical; **C:** detall de l'ambulacre V; **D:** detall de l'ambulacre II; **E:** detall ambulacre III; **F:** periprocte i solc subanal. Pres de Forner et al., 2014, modificat.

*Acriaster arensensis* sp. nov., from the Barremian, of Ares del Maestrat, (Maestrat basin), holotype MNHN.FA84945. **A:** detail of the apical system; **B:** apical view; **C:** detail of ambulacrum V; **D:** detail of ambulacrum II; **E:** detail of ambulacrum III; **F:** periproct and subanal sulcus. Taken from Forner et al., 2014, modified.





**FIGURA 5.** *Acriaster arensensis* sp. nov., del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat), exemplar CEEA02. **A:** vista apical angular; **B:** vista oral; **C:** vista lateral dreta. **D:** vista anterior; **E:** vista posterior. Alçada: 38,9 mm. Fotos M. Saura.

*Acriaster arensensis* sp. nov., from the Barremian, of Ares del Maestrat, (Maestrat basin), specimen CEEA02. **A:** angular apical view; **B:** oral view; **C:** right lateral view; **D:** anterior view; **E:** posterior view. Height: 38,9 mm. Photos: M. Saura.

| Mesures. <i>Acriaster arensensis</i> . Dimensions                                     | Holotip | CEAA02 |
|---|---------|--------|
| Longitud (anteroposterior) = L = Length   | 39,9    |        |
| Alçada H Height   | 31,3    | 38,9   |
| Amplada W Width   | 33,6    | 35,7   |
| Longitud pètal I lPI Length petal I   | 17,8    | 19,6   |
| Longitud pètal II lPII Ambulacrum II length   | 14,1    |        |
| Longitud pètal III lPIII Length petal III   | 9,5     |        |
| Longitud pètal IV lPIV Length petal IV  | 14,1    | 16,5   |
| Longitud pètal V lPV Length petal V   | 17,9    | 19,4   |
| Amplada màxima pètal I wPI Maximum width petal I                                      | 4,6     | 5,4    |
| Amplada màxima pètal II wPII Maximum width petal II                                   | 5,3     |        |
| Amplada màxima pètal III wPIII Maximum width petal III                                | 4,4     |        |
| Amplada màxima pètal IV wPIV Maximum width petal IV                                   | 5       | 5,3    |
| Amplada màxima pètal V wPV Maximum width petal V                                      | 4,6     |        |
| Distància radial AI rdAI Radial distance AI   | 40,9    | 44,3   |
| Distància radial AII rdAII Radial distance AII  | 33      | 38,8   |
| Distància radial AIII rdAIII Radial distance AIII                                     | 30,3    |        |
| Distància radial AIV rdAIV Radial distance AIV  | 33      | 38,8   |
| Distància radial AV rdAV Radial distance AV   | 41,3    | 45,7   |
| Nombre parells de porus pètal I nPI Number of pore pairs petal I                      | 55      | 55     |
| Nombre parells de porus PII nPII Number of pore pairs petal II                        | 51      |        |
| Nombre parells de porus PIII nPIII Number of pore pairs petal III                     | 30      |        |
| Nombre parells de porus PIV nPIV Number of pore pairs petal IV                        | 49      | 42     |
| Nombre parells de porus PV nPV Number of pore pairs petal V                           | 56      | 55     |
| Distància final periprocte base lppo distance end periprocte base                     |         | 9,9    |
| Longitud solc anal las Length anal sulcus   | 14,8    | 13,2   |
| Amplada solc anal was Width anal sulcus   | 3,9     | 5,9    |
| Longitud (anteroposterior) periprocte lpp Periproct's anteroposterior length          | 5,7     | 6,1    |
| Amplada periprocte wpp Periproct's width  | 3,2     | 4,1    |
| Amplada peristoma wpt Peristome's with  |         | 6,1    |
| Distància peristoma marge anterior dpta Peristome distance anterior margin            | 4,6     |        |
| Distància de l'àpex a la inflexió anterior aia Apex to anterior inflexion distance    | 10,1    |        |
| Distància inflexio anterior a cara oral iaof Anterior inflexion to face oral distance | 27,1    |        |
| Angle cara oral cara anterior aofaf Oral anterior face angle                          | 115°    | 112,7  |
| Àngle eixos AI-AV AI-AV° AI-AV axis angle   | 49,5    | 51°    |
| Índex amplada/longitud W/L Width/length ratio   | 0,84    |        |
| Índex alçada/longitud H/L Height/leight ratio   | 0,78    |        |
| Índex longitud/amplada solc anal las/was Length/width anal surcus ratio               | 3,79    |        |
| Índex amplada/longitud del periprocte wpp/ lpp Width/length periproct ratio           | 0,56    |        |
| lPI/rdAI  | 0,44    |        |
| lppo/H  |         | 0,25   |
| dpta/L  | 0,12    |        |
| distància SA a la vora anterior dSA SA distance to anterior margin                    | 8,7     |        |
| dSA/L   | 0,22    |        |

**TAULA 1.** Mesures d'*Acriaster arensensis* sp. nov. del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat).  
Dimensions of *Acriaster arensensis* sp. nov. from the Barremian, of the Ares del Maestrat (Maestrat basin).

és de  $70^\circ$  (Fig. 8A), els pètals posteriors arriben quasi al mateix nivell d'alçada del marge superior del periprocte i té un peristoma ovalat, transvers i bastant separat del marge anterior (33%). La nova espècie és més alta, l'angle de la superfície posterior és contraplomat ( $115^\circ$ ) cosa que li dona un perfil de con inclinat (Fig. 8B); els pètals posteriors acaben molt distants del nivell d'alçada del marge superior del periprocte i el peristoma és de contorn pentagonal i molt pròxim al marge anterior (12%).

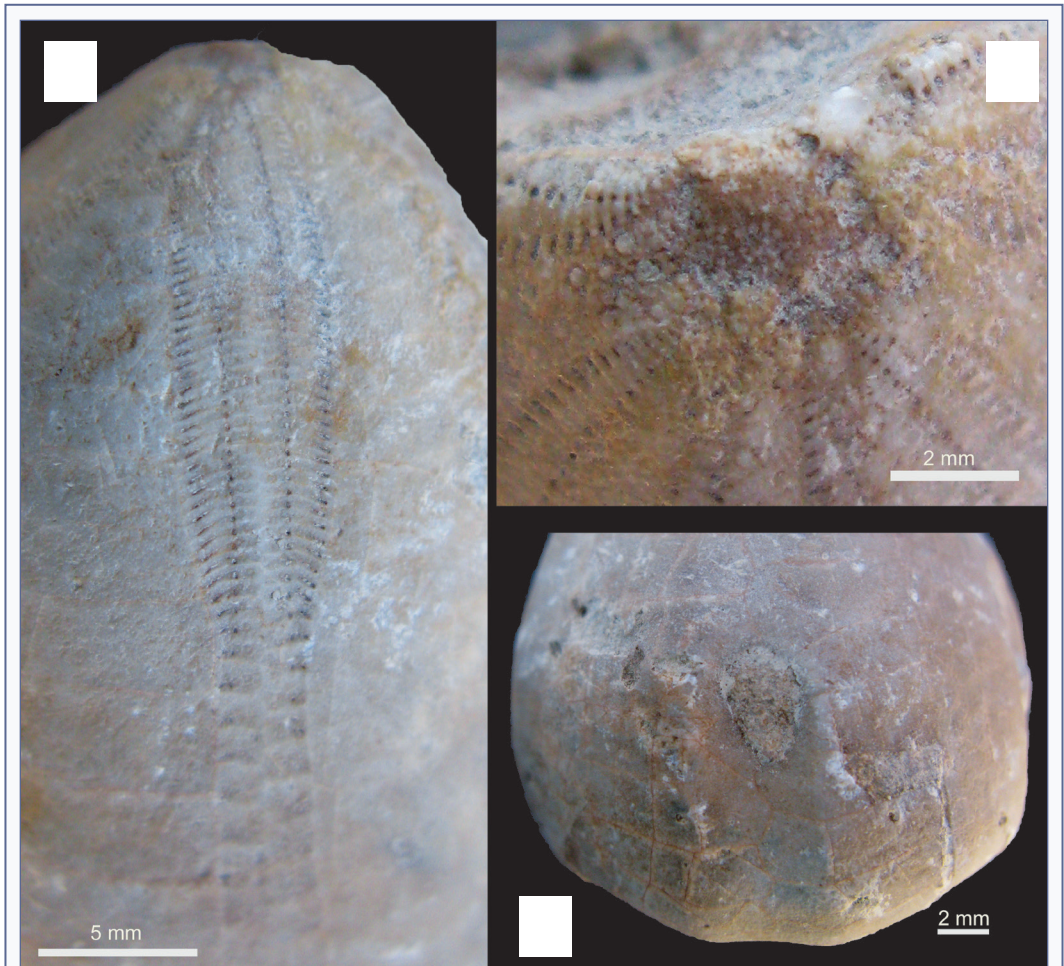
No existint cap altra espècie del gènere, no es pot confondre amb cap més.

## Discussió

La corona elongada projectada cap endavant, amb dobles porus al llarg de tot l'ambulacre, apunta a l'assignació a la família Archiaciidae Cotteau & Triger, 1869.

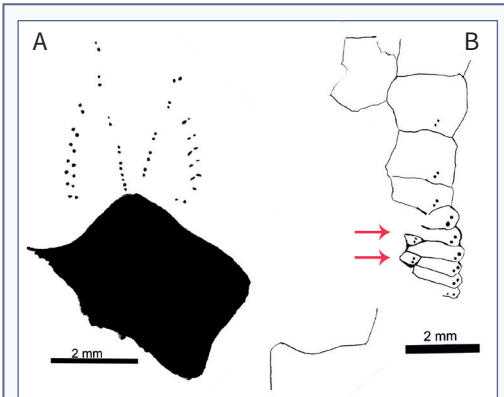
El perfil cònic, el periprocte en la superfície apical en la part alta d'un solc subanal i un pètal anterior curt però ben desenvolupat remet al gènere *Acriaster*.

Fins ara el gènere només es coneixia de l'Albià del Brasil (Smith & Bengtson, 1991) amb la qual cosa el nou registre eixampla la distribució tant estratigràfica com geogràfica del gènere.



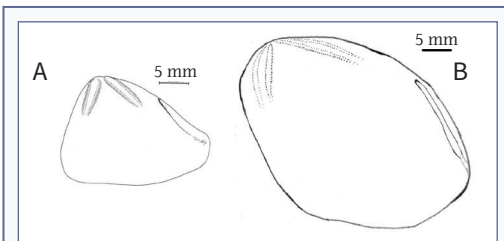
**FIGURA 6.** *Acriaster arensensis* sp. nov., del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat), exemplar CEAA02. A: detall del pètal I; B: detall del sistema apical, dominat per la placa genital 2; C: detall del periprocte i el solc subanal. Fotos E. Forner.

*Acriaster arensensis* sp. nov., from the Barremian, of Ares del Maestrat, (Maestrat basin), specimen CEAA02. A: detail of petal I; B: detail of the apical system, dominated by genital 2 plate; C: detail of the periproct and subanal sulcus. Photos E. Forner.



**FIGURA 7.** Dibuixos d'*Acriaster arensensis* sp. nov. del Barremià, d'Ares del Maestrat (conca del Maestrat), exemplar CEEA02. **A:** fil·lode II; **B:** fil·lode IV, les fletxes marquen les plaques ocluses dels parells de porus interns.

Drawings of *Acriaster arensensis* sp. nov. from the Barremian, of Ares del Maestrat (Maestrat basin), specimen CEEA02. **A:** phylloide II; **B:** phylloide IV, arrows mark the occluded plates of the inner pore pairs.



**FIGURA 8.** Dibuixos en vista lateral per comparar **A:** *Acriaster sergipensis* Smith, 1991, de l'Albià de Brasil (Smith & Bengtson, 1991) i **B:** *Acriaster arensensis* sp. nov. de Barremià de la conca del Maestrat.

Side view drawings to compare **A:** *Acriaster sergipensis* Smith, 1991, from the Albian of Brazil (Smith & Bengtson, 1991) and **B:** *Acriaster arensensis* sp. nov. from the Barremian of the Maestrat basin.

De fet, la família Archiaciidae es considerava que només havia viscut durant el període Aptià-Turonià (Smith & Kroh, 2022). Encara que segons les pròpies dades la família només està integrada per dos gèneres més: *Archiacia* L. Agassiz, in Agassiz & Desor, 1847, del Cenomanià i *Claviaster* d'Orbigny, 1856, del Cenomanià-Turonian, només abastaria Albià-Turonian. En tot cas, amb la informació de què ara disposem es fa retrocedir la família Archiaciidae fins al Barremià.

Una qüestió que ara es pot plantejar és que, amb les dades actuals, l'origen del gènere *Acriaster* podria haver estat en aquesta zona del Tetis i no a la part est del continent americà. Per al conjunt de la família també sembla més robusta la hipòtesi d'aquest origen perquè

totes les altres espècies provenen del nord d'Àfrica o d'Europa occidental.

Aquest gènere és extraordinàriament escàs en el registre fòssil. Només se'n coneixen tres exemplars, la qual cosa permetria apuntar que podrien haver-hi raons tafonòmiques que en dificultessin la fossilització. Es pot suposar que no s'enterraria completament en el substrat i que els pètals amb funcions respiratòries quedarien al descobert en el medi aquós. Això suposaria cap a un terç de la seua alçada, la qual cosa podria fer que en morir quedés més exposat a les ones i a la bioturbació de depredadors i carronyaires i no gaudiria de la protecció semblant a la dels irregulars que viuen (i solen morir) enterrats a centímetres de fondària dins del sediment.

## Agraïments

A Epifanio Traver Chillida per deixar-nos estudiar el seu exemplar. A Vicent Gual i Ortí per la col·laboració per confeccionar les figures. A Carl Nugent per la correcció dels textos en anglès. A Rubén Josep Montañés Gómez, de la universitat Jaume I, pels consells sobre la llatinització del nom científic. A Jaume Gallemí Paulet per les correccions d'aquest treball i per haver fet de mestre d'equinologia, tants anys, amb aquests alumnes voluntariosos però no massa destres. A tots els revisors perquè els seus suggeriments i correccions han contribuït a millorar el text final.

## Bibliografia

- Acadèmia Valenciana de la Llengua. 2022.** Corpus toponímic. Internet: <http://www.avl.gva.es> (consultada 20/02/2022).
- Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J. A., Frijia, G., Pasqual-Cebrian, E. & Salas, R. 2016.** Chronostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (Iberian Peninsula): integrated strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 49/1: 41-68.
- Caja, M. A., 2004.** Procedencia y diagenesis de los sedimentos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Facies Weald) en las subcuencas occidentales de la Cuenca del Maestrazgo, Cordillera Iberica oriental. 293 pp. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Canérot, J. 1974.** Recherches géologiques aux confins des chaînes Iberiques et Catalane (Espagne). Thèse doct. Toulouse, 1974. Enadimsa, Trab. De Tesis, núm. 4: 517 pp.
- Canerot, J., Cugny, P. Pardo, G. Salas, R. & Villena, J. 1982.** 6. Ibérica Central-Maestrazgo. In A. García (Ed.) *El Cretácico de España*: 273-344. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid. Fuenlabrada.
- Cotteau, G. H. & Triger, J. 1857-1869.** Echinides du Departement de la Sarthe, consideres au point de vue zoologique et stratigraphique.

xv+455 pp. J.-B. Bailliere et Fils. Paris.

- Durham, J. W. & Wagner, C. D. 1966.** Glossary of morphological terms applied to echinoids. In R. C. Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: U251-U256. The Geological Society of America and University of Kansas. Lawrence (EUA).
- Forner, E. 2014a.** Una nova espècie del gènere *Leptosalenia* Smith & Wright, 1990 (Echinoidea: Saleniidae) de l'Albià de Traiguera (conca del Maestrat, NE de la península Ibèrica). Treballs del Museu de Geologia de Barcelona, 20: 5–13.
- Forner, E. 2014b.** Primera cita de *Pygurus* (*Pygurus*) *montmollini* Agassiz, 1836 (Echinoidea) a Ares del Maestrat. *Nemus*, 4.
- Forner, E. 2016a.** Els neognatostomats (Echinodermata: Echinoidea) de la formació Artoles del Barremià de la conca del Maestrat. *Nemus*, 6: 35–60.
- Forner, E. 2016b.** *Apatopygus garciai* sp. nov. (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, 96: 22–45.
- Forner, E. 2018a.** *Heteraster guali* sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat. *Nemus*: 8: 33–53.
- Forner, E. 2018b.** *Phyllobrissus garciavivesi* un equínid nou de l'Aptià d'Onda (conca del Maestrat). *Nemus*: 8: 55–68.
- Forner, E. 2019.** *Pliotoxaster buitronae* especie nueva (Echinoidea) del Aptiense inferior de la Cuenca del Maestrat (Península Ibérica). *Paleontología Mexicana*, 8 (2): 129–146.
- Forner, E. & Castany, J. 2010.** *Dinàmica poblacional d'Heteraster oblongus* (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears*, 53: 71–84.
- Forner, E. & Moreno-Bedmar, J. A. 2018.** *Conulus sanzgarciai* sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l'Aptià inferior de Coratxà (conca del Maestrat). *Nemus*, 8: 69–83.
- Forner, E. & Saura, M. 2020.** Revisió de l'espècie *Cottaldia royo* Lambert, 1928 (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat. *Nemus*, 10: 40–51.
- Forner, E. & Segura, J. 2017.** Presència de *Washitaster delgadoi* (Echinoidea) al Cenomanià de Castelló de la Plana. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, 93: 5–24.
- Forner, E., Castany, C. & Castany, J. 2015a.** Dinàmica poblacional de *Discoidea decoratus* (Desor, 1842) (Echinoidea) de l'Aptià del pantà de Maria Cristina. *Butlletí d'Estudi d'Onda*. 3a etapa, núm. 2: 9–24.
- Forner, E., Gual, V. & Gombau, E. 2015b.** Revisió d'*Orthopsis royo* Lambert, 1935 (Echinoidea) del Cretaci Inferior de Vallibona (els Ports, conca del Maestrat, NE de la península Ibèrica). *Nemus*, 5: 27–43.
- Forner, E., Saura, M. & Bayot, J. 2014.** Un equínid singular (Echinoidea: Cassiduloidea) del Barremià d'Ares del Maestrat. *Nemus*, 2014: 149–155.
- Forner, E., Adelantado, J., Castany, J. & Castany, C. 2012a.** Estudi de la població d'un equinoideu irregular de l'Aptià de la subconca del Penyalgosa (serralada Ibèrica oriental). *Nemus*, 2: 47–58.
- Forner, E., Castany, J., Gual, V. & Saura, M. 2013.** Revisió de *Botriopygus royo* Lambert, 1935, un equinoideu de l'Aptià de Cincorres (els Ports). *Nemus*, 3: 93–100.
- Forner, E., Castany, J., Sansano, J. P., Jurado, D. & Gual, V. 2012b.** Dinàmica poblacional de dos equinoideus irregulars de l'Aptià de Cincorres (Conca del Maestrat). *Nemus*, 2: 29–39.
- Forner, E., Ossó, A., Pastor, J. & Segura, J. 2017.** Sobre les pues del gènere *Hemidiadema* Agassiz, 1846 (Echinoidea). *Butlletí del Centre d'Estudis del Barcelonès Nord*, 30: 95–101.
- Gallemlí, J. 1988.** 9 Els Echinoderms. In R. Folch i Guillèn (Ed.) *Història natural dels Països Catalans*, Vol. 15, Registre fòssil: 357–380. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- García, R., Moreno-Bedmar, J. A., Bover-Arnal, T., Company, M., Sallas, R., Latil, J. L., Martín-Marín, J. D., Gomez-Rivas, E., Bulot, L. G., Delanoy, G., Martínez, R & Grauges, A. 2014.** Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonite biostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). *Journal of Iberian Geology* 40 (1): 99–112.
- Gual, V., Segura, J. & Forner, E. 2019.** Sobre la descripció d'espècies noves de la classe Echinoidea (Echinodermata) durant el període 2014–2018. *Nemus*, 9: 74–86.
- Guimerà, J. 1984.** Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian Peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413–420.
- IGME Instituto Geológico y Minero de España. 1973.** Mapa geológico de España E. 1: 50.000. Alcobacer 570. Mapa + 15 pp. Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria. Madrid.
- Kier, P. M. 1962.** Revision of the cassiduloid echinoids. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 144(3), iv + 1–262. Editorial. Ciutat.
- Kier, P. M. 1966.** Cassiduloids. In *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Moore, R.C. Ed.) Part U, Echinodermata 3, volume 2: U492–U523. The Geological Society of America and the University of Kansas. Lawrence (Kansas, USA).
- Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147–122.
- Kroh, A. & Mooi, R. 2022.** World Echinoidea Database. <http://marinespecies.org/Echinoidea/> (consultada 17/02/2022).
- Lambert, J. 1928.** Notes sur quelques échinides du Crétacé d'Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28(3): 147–157, pl. 3.
- Lambert, J. 1935.** Échinides crétacés d'Espagne II. Sur quelques Échinides crétacés d'Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XXXV: 521–526.
- Melville, R. V. & Durham, J. W. 1966.** Skeletal morphology. In R. C.

Moore (Ed.) Treatise on invertebrate paleontology. Part U. Echinodermata 3. Volume 1: U220-U257. The Geological Society of America & University of Kansas. Lawrence (EUA).

- Mooi, R. 1990.** Living cassiduloids (Echinodermata: Echinoidea): a key and annotated list. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 103: 63-85.
- Pastor, J. & Forner, E. 2017.** Presència d'*Apatopygus garciasanzii* (Echinoidea) a l'Aptià de la subconca del Perelló. *Butlletí del Centre d'estudis del Maestrat*, 96: 83-94.
- Salas, R., 1987.** El Malm i el Cretaci Inferior entre el Massís de Garraf i la Serra d'Espada. Anàlisi de Conca. 345 pp. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rif Jurásica superior-Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4-5): 393-402.
- Salas, R., Guimerà, J., Bover-Arnal, T. & Nebot, M., 2019.** The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins in Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M.E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J.M., Coruña, F., de Gea, G.A., Fornós, J.J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C.L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J.M., Muñoz, J.A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L.M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I.E., Quijano, M.L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J.P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A.R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019. The Late Jurassic-Early Cretaceous Rifting. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Volume 3: The Alpine Cycle. Springer, Heidelberg: 60-63. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>
- Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Melendez, A., Alonso, A., 2001.** Evolution of the Mesozoic Central Iberian Rift System and its Cainozoic inversion (Iberian Chain). In: Ziegler, P. A., Cavazza, W., Robertson, A. H. F., Crasquin-Soleau, S. (Eds.), *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins*. *Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle*, Paris 186, 145-186.
- Salas, R., Martín-Closas, C., Querol, X., Guimerà, J., Roca, E., 1995.** In: Salas, R., Martín-Closas, C. (Eds.), *El Cretácico Inferior del nordeste de Iberia: 13-94*. *Publicacions de la Universitat de Barcelona*. Barcelona.
- Saura, M. & Castany, J. 2011.** Fauna equínida (Echinodermata: Echinoidea) en el Cretácico del Maestrazgo. *Actes del 1r congrés sobre fauna castellonenca: 31-36*. Grup Au d'Ornitologia, Castelló de la Plana.
- Saura, M. & García J. A. 2011.** Cidaroida. *Nomochirus* 2. 265 pp.
- Saura, M. & García J. A. 2012.** Atelostomata II Spatangoida. *Nomochirus* 3. 340 pp. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saura, M. & García J. A. 2013.** Acroechinoidea - Carinacea I.- *Nomochirus*, 4. 312 pp. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saura, M. & García, J. A. 2014.** Neognathostomata II Cassiduloida-Echinolampadoida. *Nomochirus*, 5. 327 pp. 104 lám. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saura, M. & García J. A. 2015.** Carinacea II Echinacea II- Calycina. *Nomochirus* 6. 330 pp. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saura, M. & García J. A. 2016.** Atelostomata I Holasteroida - Meridosternata. *Nomochirus* 7. 304 pp. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saura, M. & García, J.A. 2017.** Irregularia. *Holactypoida - Echinoneoida*. *Nomochirus*, 8. 323 pp. . *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Saucède, T. & Néraudeau, D. 2006.** An "Elvis" echinoid, *Nucleopygus (Jolyclypus) jolyi*, from the Cenomanian of France: phylogenetic analysis, sexual dimorphism and neotype designation. *Cretaceous Research*, 27: 542-554.
- Smith, A. B. & Bengtson, P. 1991.** Cretaceous echinoids from north-eastern Brazil. *Fossils and Strata*, 31:1-88.
- Smith A.B. & Kroh, A. 2022.** The echinoid directory. *Natural History Museum*. <http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/echinoid-directory/>. (consultada 17/02/2022).
- Villanueva-Amadoz, U., Santisteban, C. & Santos-Cubedo, A. 2014.** Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo Basin, Spain). 2014. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*. <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2013.874422>

# Parasitisme en equinoïdeus de l'Albià (Cretaci Inferior) de la serralada Ibèrica

Enric Forner<sup>1</sup> , Rosa Domènech<sup>2</sup>  & Jordi Martinell<sup>3</sup> 

1. Ateneu de Natura. Sant Roc, 125 3r 5a 12005 Castelló de la Plana. Correu-e: fornervalls@gmail.com.

2. IRBio UB. Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Correu-e: rosa.domenech@ub.edu.

3. IRBio UB i Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona. jmartinell@ub.edu.

Les comunitats biològiques estan constituïdes per poblacions de diferents espècies que interactuen entre elles, sovint formant complexes estructures ecològiques. Si bé és relativament elevat el nombre de treballs que han estudiat en el registre fòssil la depredació i la relació caçador-presa, mitjançant les marques que queden en les conques de la víctima, són menys freqüents els estudis sobre les relacions simbiòtiques en el passat.

Es descriu el gènere nou *Paleothyca* per la família Eulimidae i una espècie nova, *Paleothyca quinonarii* del Cretaci Inferior. Un segon exemplar de gasteròpode no ha pogut ser identificat a nivell taxonòmic baix, tot i que temptativament s'atribueix a la família dels eulímids.

És molt rar trobar una parella simbiòtica en el registre fòssil del Cretaci Inferior. Aquest treball permet estudiar-ne dos exemples, en els quals coincideixen l'edat (Albià) i l'hoste, *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), un equinoïdeu irregular. És també extraordinària la troballa de conques fines de petits gasteròpodes cretacs, per la qual cosa resulta molt interessant el seu estudi.

S'ha identificat per primera vegada l'existència de gasteròpodes de la família dels eulímids a l'Albià inferior i es proposa que ja presentaven aquest hàbit de vida ectoparàsit sobre equinoïdeus, similar a l'actual. Per tant, aquest estudi permet endarrerir fins al Cretaci Inferior el coneixement de relacions simbiòtiques entre equiníds i gasteròpodes eulímids i es constata que la família ja estava representada a l'Albià.

Mots clau: *Ectoparasitisme, simbiosi, taxonomia, Gastropoda, Echinoidea, Albià, conca del Maestrat, conca Sud Ibèrica.*

## Parasitism in echinoids from the Albian (Lower Cretaceous) of the Iberian mountains

Biological communities are made up of populations of different species that interact with each other, often forming complex ecological structures. Although studies of predation and the hunter-prey relationship in the fossil record, using the marks left on the victim's shells, is relatively abundant, investigation into symbiotic relationships in the past is less frequent. The new genus *Paleothyca* of the Eulimidae family and a new species, *Paleothyca quinonarii* from the Early Cretaceous, are described. A second gastropod specimen has not been identified at the low taxonomic level, although it is tentatively attributed to the Eulimidae family.

It is very rare to find a symbiotic pair in the Lower Cretaceous fossil record. This work allows us to study two examples, in which age (Albian) and the host *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), an irregular echinoid, coincide. The discovery of such fine shells of small Cretaceous gastropods is also extraordinary and which makes this study so interesting.

The existence of gastropods of the eulimid family has been identified in the lower Albian for the first time and it is proposed that they already had an ectoparasitic echinoid life cycle, similar to the current one. Therefore, this study allows us to push back the presence of symbiotic relationships between echinoids and eulimid gastropods to the Lower Cretaceous and it is additionally confirmed that the Eulimidae family was already present during the Albian.

Keywords: *Ectoparasitism, symbiosis, taxonomy, Gastropoda, Echinoidea, Albian, Maestrat basin, South Iberian basin.*

En aquest treball s'estudien dos fòssils constituïts per dues parelles simbiòtiques amb la mateixa espècie-hoste, recol·lectats en dos jaciments diferents d'edat albiana (Cretaci Superior), a la part de llevant de la serralada Ibèrica, i separats 171 Km en línia recta. En concret, es tracta de dos espècimens de l'equinoideu *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) cadascun dels quals presenta adherida la conquilla d'un gasteròpode, ambdues atribuïdes en principi a la família dels eulímids.

La identificació de parelles simbiòtiques a partir del seus esquelets no és freqüent en el registre paleontològic. El present estudi s'ha enfocat en la descripció dels fòssils, però en especial en la interpretació d'aquesta associació, tot tenint en compte les relacions simbiòtiques d'equinoderms i gasteròpodes conegudes en el passat (tant a partir de fòssils corporals com de bioerosives) i en l'actualitat.

## Consideracions paleoecològiques

### *Les relacions interespecífiques en paleontologia*

Les comunitats biològiques estan constituïdes per poblacions de diferents espècies que interactuen entre elles, sovint formant complexes estructures ecològiques. Aquestes interaccions són molt diverses i poden reportar beneficis a tots els individus implicats, o només als d'una espècie mentre que els de l'altra no es veuen afectats, o beneficis per a uns i perjudicis per als altres. La relació rep el nom general de simbiosi i els actors s'anomenen simbiòtics, si bé es parla d'hoste i simbiòtic quan hi ha una diferència notable de dimensions entre l'un i l'altre. La simbiosi pot ser obligada (quan una o les dues espècies de la parella no poden viure d'una altra manera) o facultativa. A més, es diferencia l'endosimbiosi (el simbiòtic viu a l'interior del cos de l'hoste) de l'ectosimbiosi (el simbiòtic viu o actua a l'exterior de l'hoste).

Els processos simbiòtics reben noms diferents (mutualisme, comensalisme, parasitisme) segons els guanys o les pèrdues que representen per als actors. Tanmateix, no sempre són completament independents i no sempre queden clars els guanys o perjudicis que reporten. D'aquesta manera, sovint resulta complex distingir entre comensalisme i parasitisme; per exemple, quan no podem assegurar el perjudici per l'hoste. Finalment, un altre tipus d'interacció seria la

depredació, on la relació entre individus és puntual, però fatal per a un dels implicats.

Aquestes diverses interaccions que es donen entre espècies que habiten un mateix ecosistema han estat molt estudiades tant en l'actualitat com en el registre fòssil. Tanmateix, l'oportunitat de la seua identificació en el passat geològic ha estat qüestionada (Zapalski, 2011). Certament, si en organismes vius no sempre es pot reconèixer amb seguretat el tipus de simbiosi que es presenta, encara resulta més difícil quan només s'hi disposa de fòssils. Els processos de fossilització, per exemple, impedeixen en general l'observació directa dels organismes que haurien compartit una relació simbiòtica en vida.

Cal disposar d'evidències conjuntes dels simbiòtics per poder concloure l'existència d'una relació simbiòtica entre organismes a partir del registre fòssil, siga en forma de fòssils corporals o de traces clares de l'activitat d'un simbiòtic associades a l'esquelet o a les parts preservades de l'altre.

Molts simbiòtics (la majoria de paràsits, per exemple) es caracteritzen per no posseir esquelet, de manera que no és freqüent trobar registre directe (corporal) de tots dos elements de la parella simbiòtica.

En el cas concret del registre fòssil, els processos tafonòmics dificulten la conservació de l'hoste i el paràsit junts. Tot i ser rars, des del Paleozoic s'han identificat casos de relacions simbiòtiques en què les restes d'ambdós simbiòtics han estat preservades conjuntament (per a referències bibliogràfiques, vegeu Boucot, 1990; Boucot & Poinar, 2010).

Als ecosistemes actuals, s'ha observat en molts casos que l'activitat simbiòtica deixa senyals a l'esquelet de l'hoste en forma de rascades, depressions, forats, solcs, etc., i n'hi ha alguns amb morfologies molt característiques (Martinell, 1989) pel que fa als ectosimbionts, o quistos en el cas dels endosimbionts. Aplicant de forma raonable els principis de l'actualisme i de l'uniformitarisme, aquestes estructures permeten deduir-ne el possible productor quan s'identifiquen en el registre fòssil (Harries & Ozanne, 1998). Així, Martinell & Domènech (2009) van poder atribuir els solcs observats en teques de coralls ahermatípics del Pliocè de la Mediterrània a l'activitat comensal de poliquets similars a l'espècie actual *Lumbrineris flabellicola*, tal com la descriuen Zibrovius et al. (1975). Algunes espècies actuals del gènere dels gasteròpodes marins *Thyca* poden deixar



traces sobre l'esquelet dels equinoderms, que Neumann & Wisshak (2009) van identificar en el registre fòssil, i descriure com la icnoespècie *Oichnus halo*, un orifici localitzat a la corona d'holasteroïdeus des del Campanià (Cretaci Superior) fins al Paleocè inferior. Recentment, Breton et al. (2017) han inclòs *O. halo* en l'icnogènere *Loxolenichnus*. Altres tipus d'estructures s'han interpretat com a evidències de parasitisme en invertebrats (Smith et al., 1988; Lezouet & Renard, 1998; Wisshak Neumann, 2006; Zapalski, 2007).

A part de posar en evidència la relació ecològica entre espècies, la presència de simbionts pot informar també dels hàbits de vida en el passat. Així per exemple, s'havia assumit generalment que la valva còncava de braquiòpodes del Paleozoic era la que estava en contacte amb el sediment (Lamont, 1934). Tanmateix, a partir de la presència de restes d'ectoparàsits en més de 500 braquiòpodes d'entre l'Ordovicià i el Devonià, Lescinsky (1995) va concloure que els braquiòpodes productíds vivien amb la valva convexa en contacte amb el sediment, contràriament al que s'havia dit fins aleshores.

Molts paràsits secreten quistos en els esquelets dels seus hostes, com per exemple alguns crustacis copèpodes. Radwańska & Radwański (2005) comparen els quistos produïts en l'hidrocorall *Stylaster* de l'illa de Tagula (Papua Nova Guinea) amb estructures similars descrites en el registre fòssil sobre closques majoritàriament d'equinoderms, i conclouen que els copèpodes paràsits ja existirien en el Juràssic Inferior.

Altres simbionts produeixen estructures de sobrecreixement i proporcionen així una evidència directa en el cas de la simbiosi d'organismes sèssils (Kleemann, 1994; Tapanila, 2008; Wilson et al., 2014).

També hi ha treballs sobre incrustacions *post mortem* (Zamora et al., 2018).

Finalment, la interacció ecològica més ben estudiada en el registre fòssil és la depredació, que molt sovint deixa rastres evidents en els esquelets de les preses. En ambients marins, per exemple, són clàssics els forats circulars (*Oichnus*) produïts per gasteròpodes carnívors, molt freqüents en conquilles de mol·luscs i d'altres invertebrats del registre fòssil (Bromley, 1981; Carriker, 1981; Kowalewski, 2004; Martinell et al., 2010; Nützel, 2021).

### Relacions simbiòtiques amb equinoderms

Les diverses relacions simbiòtiques entre equinoderms i altres tàxons han estat estudiades a bastament

tant en l'actualitat com en el registre fòssil. En aquest darrer àmbit, s'han descrit interaccions amb grups tan diversos com foraminífers, anèl·lids, anemones de mar o gasteròpodes (per referències bibliogràfiques, vegeu Tapanila, 2008; Deline, 2008; Boucot & Poinar, 2010; Belaústegui et al., 2017). En tots els casos, les interaccions s'han pogut inferir a partir de les traces bioerosives o els sobrecreixements (quistos, per exemple) causats pels simbionts.

Pel que fa a la depredació, és ben sabut que alguns equinoderms (les estrelles de mar, per exemple) s'alimenten de gran varietat d'invertebrats (mol·luscs, altres equinoderms, etc.). Els equinoderms, però, també són presa habitual de crustacis, gasteròpodes i vertebrats. Estructures de depredació similars a *Oichnus* s'han citat àmpliament en les corones d'equínids del registre fòssil, i s'han atribuït principalment a l'activitat de gasteròpodes càssids (Gibson & Watson, 1989; Grun et al., 2013; Meadows et al., 2015; Forner et al., 2019).

Entre els vertebrats, els peixos són els principals depredadors actuals dels equinoderms (Meyer & Ausich, 1983; Smith, 1984; Baumiller & Gahn, 2002; Grun, 2016; Sievers & Nebelsick, 2018), però n'hi ha d'altres, com ara les tortugues, els ocells o les llúdriques marines (Nebelsick, 1998; Nebelsick & Kowalewski, 1999; Kowalewski & Nebelsick, 2003; Sievers et al., 2014). El registre de la depredació -tant actual com del passat- de peixos i altres vertebrats en crinoïdeus i ofiuroïdeus és identificable per la regeneració dels braços, en el cas que l'atac no haja estat letal (Baumiller & Stevenson, 2018), o bé si el depredador ha deixat marques prou clares de la seua activitat en les parts esquelètiques de la presa: teca, espines, braços, etc. (Wilson et al., 2016).

### Parasitisme / comensalisme entre equinoderms i gasteròpodes

Les espècies de gasteròpodes paràsits actuals pertanyen principalment a les famílies Capulidae, Hipponicidae, Eulimidae, Epitonidae, Coralliophilidae, Pyramidellidae, Triphoridae i Cerithiopsidae (Nützel, 2021). En el cas dels paràsits d'equinoderms en general, però, es limiten bàsicament a la família Eulimidae (Caenogastropoda) (Fretter & Graham, 1982; Warén, 1984; Bouchet & Warén, 1986; Jangoux, 1987; Warén & Mifsud, 1990; Delongueville et al. 2011; Nützel, 2021),

amb algunes poques espècies de la família Pyramide-llidae (Roberston & Mau-Lastovicka, 1979). De fet, els eulímids són majoritàriament ectoparàsits que viuen a expenses dels equinoderms (holotúries, eriçons de mar, estrelles de mar). Els individus es fixen amb la probòscide al seu hoste de manera més o menys permanent. La majoria d'espècies d'eulímids són de conquilla petita i d'espira alta, brillant i extremadament llisa (*Vitreolina*, *Melanella*). Tanmateix, hi ha una variació considerable pel que fa a la morfologia de la closca: algunes espècies la presenten en forma de gorra (*Thyca*) mentre que en d'altres és turbiniforme (*Pelseeneria*), i també existeixen formes força ornamentades (*Goriella*). En concret, el gènere *Thyca* es caracteritza per les seues espècies ectoparàsits d'estrelles de mar. Les femelles adultes de *Thyca* spp. han reduït el peu ventral a un disc permanentment fusionat amb els teixits de l'hoste amb la boca en posició central i proveïda d'una probòscide que succiona l'aliment directament dels teixits de l'hoste (Combes, 2005; Neumann & Wisshak, 2009).

No es coneix amb certesa el nombre total d'espècies vivents d'eulímids, però segurament sobrepasa el miler (Souza et al. 2021). Existeix una extensa bibliografia amb descripcions de les relacions de parasitisme d'eulímids sobre equinoderms actuals, pràcticament tan nombrosa com espècies conegudes d'aquesta família (Warén, 1984; Nützel, 2021).

La primera relació simbiòtica entre gasteròpodes i equinoderms actuals fou descrita per Sarasin el 1887 (a Franc, 1968) qui va assenyalar el petit gasteròpode

*Thyca* (considerat per l'autor com un capúlid) com un ectoparàsit d'estrelles de mar (*Linckia* i *Stellaster*).

Les espècies d'eulímids *Pelseeneria minor*, *Vitreolina vitrea*, *Nanobalcis nana* i *Sabinella bonifacie* han estat descrites com a paràsits dels equinoïdeus *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus*, *Psammechinus miliaris*, *Sphaerochinus granularis* i *Cidaris cidaris*, presents tant al Mediterrani com a la costa atlàntica de la península Ibèrica (Warén & Mifsud, 1990; Rodríguez et al., 2001; Delongueville et al., 2011; Gofas, 2011).

Tanmateix, les observacions directes de simbiosi de gasteròpodes i equinoderms en el registre fòssil són rares. Un dels exemples més ben coneguts i documentats és la interacció de gasteròpodes platiceràtids amb crinoïdeus del Paleozoic. Els platiceràtids són gasteròpodes de conquilla amb forma de casquet o lleugerament enrotllada que apareixen a corones de crinoïdeus des de l'Ordovicià fins al Permià. Aquests caragols es troben sobre o prop del periprocte del crinoïdeu, i tradicionalment s'ha interpretat com un cas de coprofàgia sense perjudici per a l'hoste (comensalisme) (Baumiller 2003; Nützel, 2021; Baumiller & Gahn, 2018). Per la seua part, Arendt (2012) va interpretar que gasteròpodes paràsits haurien estat els productors de les concentracions de petites depressions ovals (ovoides) observades en teques de crinoïdeus del Permià Inferior dels Cis-Urals (Rússia), ja que aquestes traces estan situades sempre a les vores de les plaques de la corona, dels braços i de la tija, on els teixits tous eren més accessibles.



FIGURA 1. Localització dels jaciments.

Outcrop locations.

## Marc geogràfic i geològic

El material estudiat procedeix de dos jaciments (Mas del Raconet i Barranquet del Cossi) d'edat albiana (Cretaci Superior), situats a la part de llevant de la serralada Ibèrica i separats per 171 Km en línia recta (Fig. 1).

El jaciment del Mas del Raconet es troba al terme municipal de Culla (l'Alt Maestrat, País Valencià). Els nivells de procedència de l'exemplar afloren dins de la subconca de la Salzedella, a la conca sedimentària del Maestrat, descrita per Salas & Guimerà (1996, 1997) i Salas et al. (2019). Aquesta part més oriental de la serralada Ibèrica, d'orientació NO-SE, entra en contacte amb la part sud de la serralada Costera Catalana, d'orientació NE-SO, per la qual cosa va estar definida com a "zona d'enllaç" per Guimerà (1984). Segons Forner et al. (2021), el nivell de recollecció pertany a la Fm. Escucha (Albià inferior). Dins de la mateixa subconca de la Salzedella, a 44 Km de distància, a Traiguera, la troballa d'ammonoïdeus va permetre assignar els nivells fòssils

marins a la biozona *Leymeriella tardefurcata* i a la part basal de *Douvilleiceras mammillatum* (Moreno-Bedmar et al., 2008), la qual cosa ha permès establir l'edat com Albià inferior.

El jaciment del Barranquet del Cossi està situat dins del terme de la Font de la Figuera (la Costera, País Valencià). S'inclou en la conca sedimentària Sud Ibèrica (Salas et al., 2001; 2010). Els sediments es dipositaren en un ambient marí costaner i formen part de la formació Calcàries, margues i gresos de Sàcaras (Salas et al., 2001: 164). Aquesta formació és concordant, des del punt de vista estratigràfic, amb la Fm. Escucha de la conca del Maestrat i la Fm. Montmell de la conca del Garraf (Moreno-Bedmar et al., 2017) (Fig. 2).

## Material i mètodes

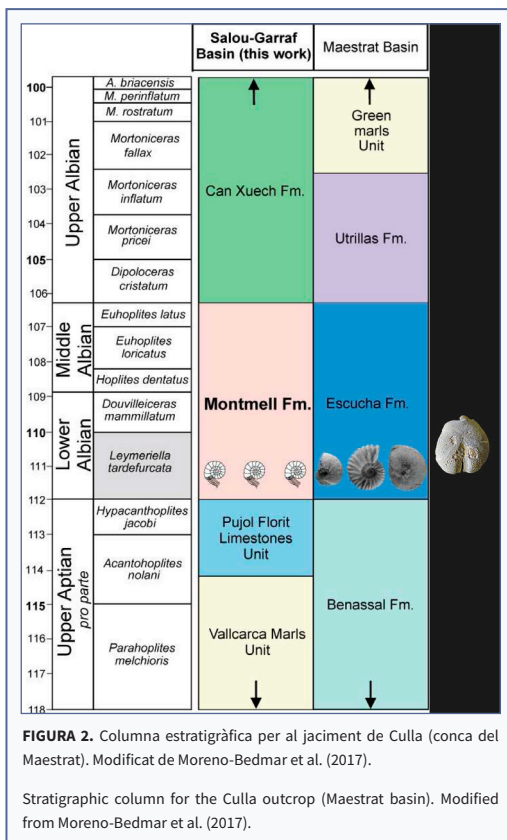
### Material

L'estudi s'ha basat en dos espècimens exempts de matriu de l'equinoïdeu *Washitaster delgadoi* i els seus respectius gasteròpodes epibionts. Els fòssils es dipositen al Museu de la Universitat de València d'Història Natural (MUVHN), amb els números de registre MGUV - 39228 l'exemplar de Culla, i MGUV - 39229, el de la Font de la Figuera.

Tots dos jaciments es presenten en uns nivells de margues blanquinoses amb els fòssils alterats tafonòmicament i sense restes de les conques d'aragonita.

Al jaciment de Culla la diversitat taxonòmica és baixa. *W. delgadoi* és l'espècie dominant; se n'han obtingut una vintena d'exemplars mesurables al llarg de diverses visites. De tots ells, solament s'ha detectat la presència de gasteròpodes ectoparàsits en un únic exemplar. Com a fauna d'acompanyament, només es poden indicar fragments d'ostres i motlles interns d'alguns bivalves i gasteròpodes que no s'han pogut identificar. A més, s'hi va recollir un equinoïdeu regular, potser del gènere *Tetragramma* Agassiz, 1838, però l'estat de preservació no permet precisar més. També es va recol·lectar un únic fragment d'amonoïdeu (MGUV-39117) atribuïble al gènere *Beudanticeras* Hitzel, 1902, que assenyalava de forma significativa una edat de l'Albià inferior (Forner et al., 2021).

Al jaciment de la Font de la Figuera, que només ha estat prospectat en una única ocasió, la diversitat taxonòmica és una mica major. Entre els equinoïdeus, s'hi han identificat *Coenholectipus* sp. i *Tetragramma* sp. i



més varietat de motlles interns de mol·luscs que no pas al jaciment de Culla. Un dels motlles indeterminats de bivalve, que és el més freqüent, sembla el mateix que apareix a Culla.

Com que la conquilla de l'hoste de la parella simbiòtica de Culla (MGUV-39228) presentava signes de feblesa, trencament i abundants fissures, se li ha fet un procés de consolidació amb una dissolució al 2% de paraloid B72 en acetona. No ha estat necessari per al gasteròpode.

## Mètodes

En la sistemàtica de l'hoste (Echinoidea) s'ha seguit a Kroh & Smith (2010) i també s'ha consultat Markov & Solovjev, 2002; Forner et al., 2021 i Smith & Kroh, 2022. Per a la identificació i sistemàtica dels simbiòtics (Gastropoda), s'ha seguit Bouchet & Warén (1985) i Souza et al. (2021).

Pel que fa als topònims, s'ha seguit l'Acadèmia Valenciana de la Llengua (2021). Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital i totes les dimensions es donen en mm, i s'han arrodonit a dècimes de mil·límetre. Els angles s'han pres amb un transportador d'angles *Powerfix* i es donen en graus sexagesimals. Les mesures dels simbiòtics i les fotos de la Fig. 4D i E s'han pres amb un microscopi digital, Edge, Dino-Lite. La resta de fotografies s'han pres amb una càmera digital Olympus TG-6.

## Descriptiva i Sistemàtica

Fílum ECHINODERMATA

Classe ECHINOIDEA Leske, 1778

Cohort IRREGULARIA Latreille, 1825

Superordre ATELOSTOMATA Zittel, 1879

Ordre SPATANGOIDA L. Agassiz, 1840

Família TOXASTERIDAE Lambert, 1920

Gènere *Washitaster* Lambert, 1927

Espècie tipus *Hemiaster riovostae* (Adkins, 1920), per designació original

Espècie ***Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884)**

Fig. 3 i 4.

1884 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 619, Pl. 34, fig. 1-4.

1887 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 377-378, Pl. 16, fig. 4-5.

1888 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 87, Pl. 16, fig. 1-4.

2001 *Heteraster delgadoi* (de Loriol); Villier: 136, fig. 3.26 (amb extensa sinonímia).

2021 *Washitaster delgadoi* (de Loriol); Forner et al.: 133, figs. 4-8 i 9F (amb extensa sinonímia).

2022 *Washitaster delgadoi* (de Loriol); Navarro et al.: fig 2.

**Holotip:** segons Villier (2001) el lectotip designat per Rey (1972) com l'exemplar figurat per de Loriol (1888: pl. 16-1) es conserva a la col·lecció del Servei Geològic de Portugal, a Lisboa.

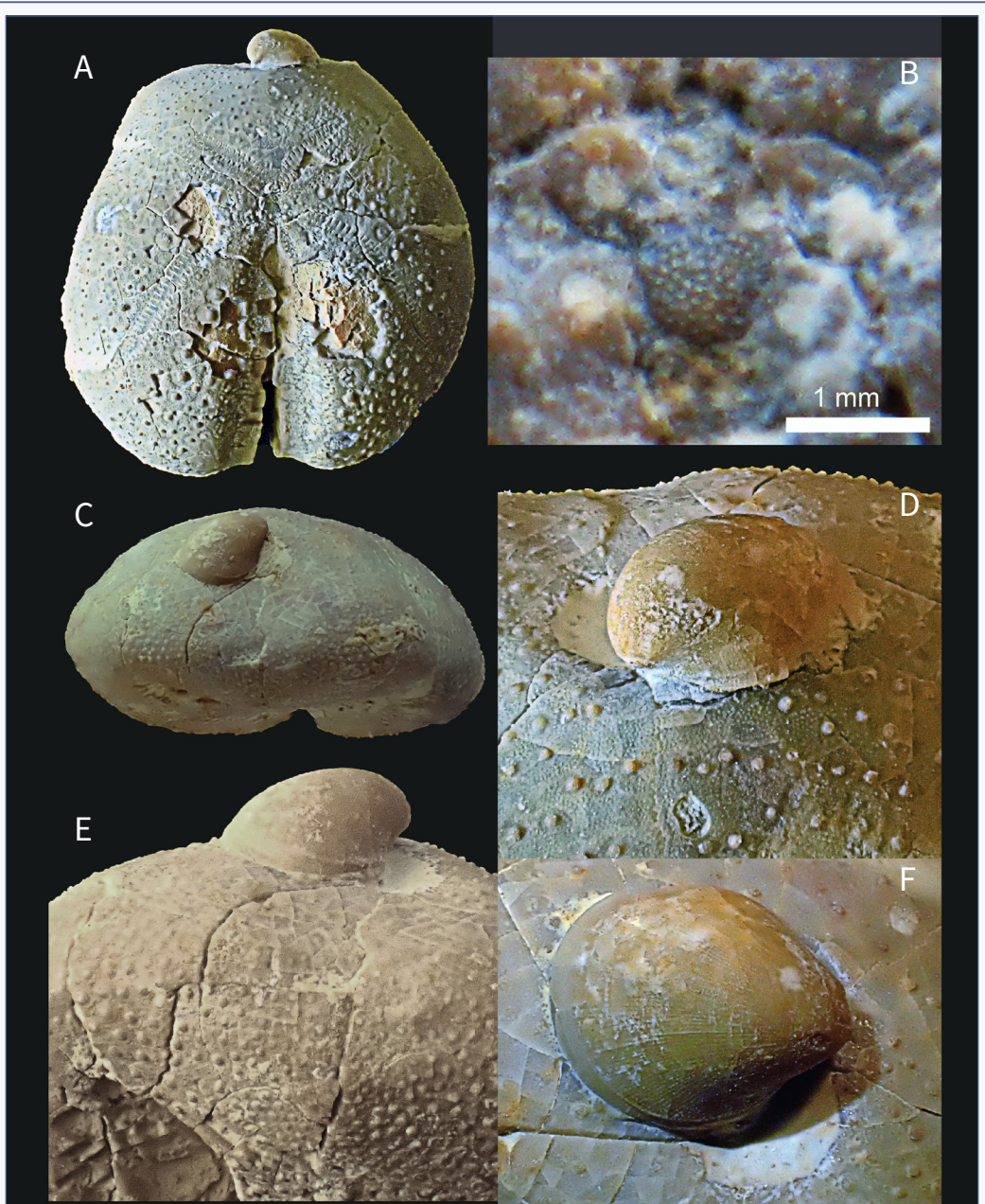
**Localitat tipus:** Varzea, Sintra (Portugal).

**Distribució estratigràfica:** Albià amb certesa.

**Distribució geogràfica:** península Ibèrica, Egipte i Àsia Menor.

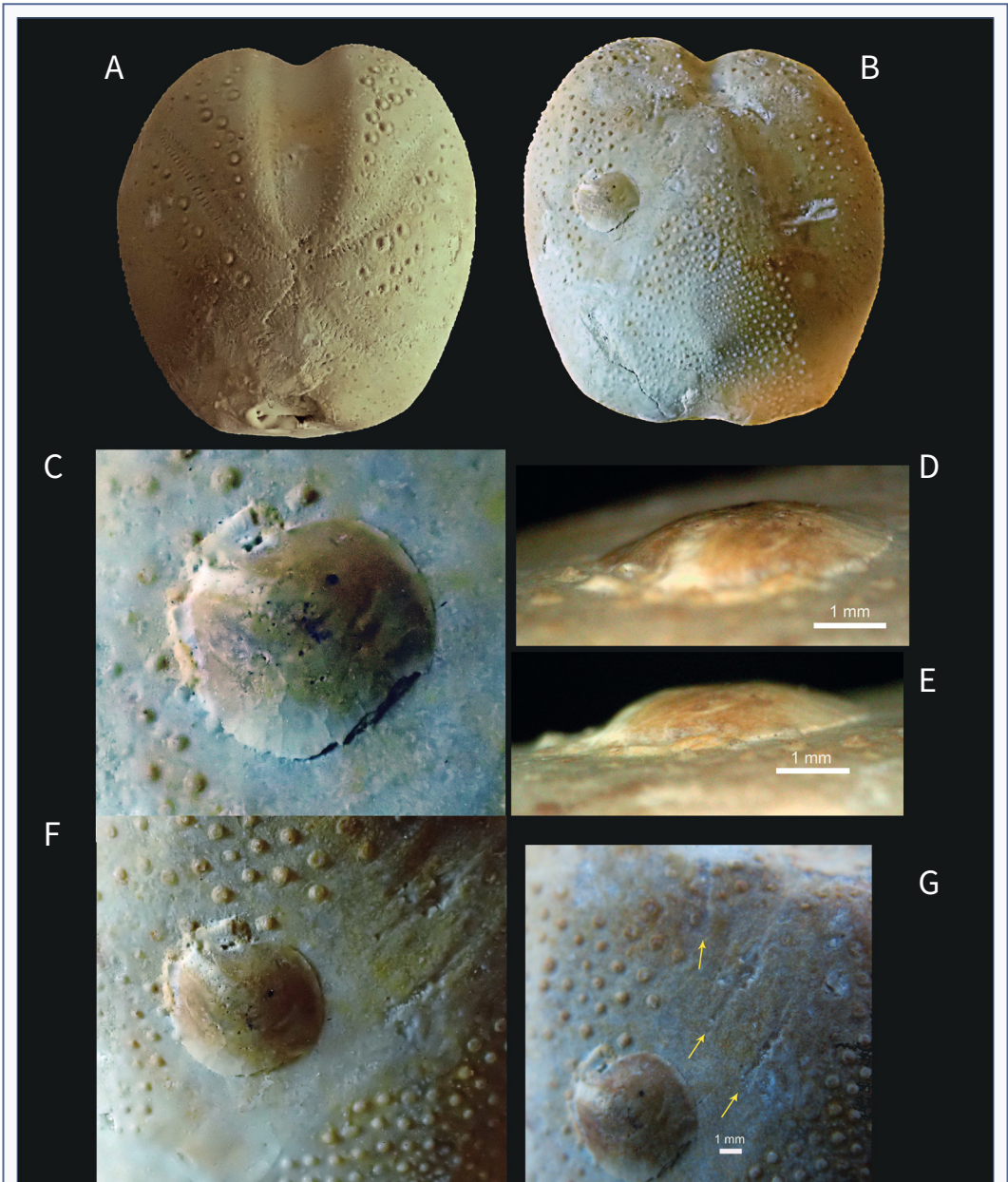
**Diagnosi:** Corona en forma de cor amb un solc profund en l'ambulacre imparell, que escota la part anterior (Fig. 3A i 4A-B). Diverses feixes de parafascioles i ortofascioles laterals entre el final dels pètals i l'àmbit. Distintius tubercles primaris dispersos sobre els interambulacres de la superfície apical que, a diferència de la resta, són notablement de major mida i amb arèola excavada (Fig. 4A). Aquests tubercles majors són perforats, crenulats i amb un anell escrobicular de granulació mil·liària. Sistema apical amb quatre gonoporus, posterior al centre i semietmolític; la placa madreporica té ocupada tota la superfície per hidroporus, és molt major que la resta de plaques genitals i sobre elevada respecte al nivell d'aquestes, separa les plaques posteriors genitals però no les oculars (Fig. 3B). L'ambulacre III té parells de porus heterogenis, llargs i curts, que segueixen quatre alineacions en sentit longitudinal. Les dues branques de parells de porus dels ambulacres anteriors són molt asimètriques entre elles. La columna anterior, que presenta moltes menys plaques que la posterior, està conformada per un parell d'isoporus molt menuts, circulars i pròxims entre si; la columna posterior té anisoporus separats entre ells per més distància, subconjugats; els porus interiors són ovalats i molt més curts que els exteriors, que són allargats i rectes. Les branques dels ambulacres parells posteriors també són asimètriques entre elles. Periprocte transvers, situat a la part posterior al cap d'amunt de la zona truncada. Peristoma pentagonal, excèntric, cap endavant.

**Descripció:** es remet als treballs originals de de Loriol (1884; 1887; 1888) i a la revisió recent de Forner et al. (2021) (Fig. 3, Taula 1).



**FIGURA 3.** Parella simbiòtica MGUV-39228 de l'Albià de Culla (conca del Maestrat). Hoste: *Washitaster delgadoi* (de Loriol. 1884); L: 26,8 mm (Echinoidea). Simbiont: *Paleothyca quinionarii* sp. nov., L: 5 mm (Gastropoda) **A:** Vista apical (invertida) de l'hoste i lateral esquerra del simbiont. **B:** detall del sistema apical de *W. delgadoi*. **C:** vista posterior de l'hoste i dorsal angular del simbiont. **D:** vista lateral esquerra de *P. quinionarii* sp. nov. **E:** detall en vista lateral dreta del simbiont sobre el periprocte de l'hoste. **F:** vista dorsal de *P. quinionarii* sp. nov., on s'aprecia la decoració radial.

Symbiotic pair MGUV-39228 from Albian de Culla (Maestrat basin). Host: *Washitaster delgadoi* (de Loriol. 1884); L: 26.8 mm (Echinoidea). Symbiont: *Paleothyca quinionarii* sp. nov., L: 5 mm (Gastropoda). **A:** Apical (inverted) view of the host and left side of the symbiont. **B:** detail of the apical system of *W. delgadoi*. **C:** posterior view of the host and angular dorsal of the symbiont. **D:** left side view of *P. quinionarii* sp. nov. **E:** detail in right side view of the symbiont on the periprocte of the host. **F:** dorsal view of *P. quinionarii* sp. nov., where the radial decoration is appreciated.



**FIGURA 4.** Parella simbiòtica MGVU-39229 de l'Albià de la Font de la Figuera (conca Sud Ibèrica). Hoste *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884); L: 30,3 mm. Simbiònt: Gastropoda; L: 4,5 mm. **A:** vista apical de *W. delgadoi*. **B:** vista oral de l'hoste i dorsal del simbiònt sobre ambulacre I de l'hoste. **C:** vista dorsal angular esquerra del simbiònt. **D:** vista anterior lateral de l'hoste. **E:** vista lateral esquerra del simbiònt. **F:** detalls del simbiònt ocupant amb la part anterior part de l'interambulacre 1 (àrea tuberculada). **G:** Vista dorsal del simbiònt i possibles marques sobre l'hoste. Les fletxes grogues senyalen l'inici de les marques.

Symbiotic pair MGVU-39229 from Albian of la Font de la Figuera (South Iberian basin). Host *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884); L: 30.3 mm. Symbiont: Gastropoda; L: 4.5 mm. **A:** apical view of *W. delgadoi*. **B:** Oral view of the host and dorsal view of the symbiont on ambulacra I of the host. **C:** left angular dorsal view of the symbiont. **D:** Front side view of the guest. **E:** left side view of the symbiont. **F:** details of the symbiont occupying with the anterior zone part of interambulacra 1 (with tubercles). **G:** Dorsal view of the symbiont and possible markings on the host. Yellow arrows indicate the beginning of the marks.

| Mesures      | Ex. Culla<br>MGUV39228 | Ex Figuera<br>MGUV39229 | Mostra Culla |      |    |      |      |
|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|------|----|------|------|
|              |                        |                         | Mitjana      | DE   | n  | Màx. | Mín. |
| L            | 26,8                   | 30,3                    | 26,23        | 5,35 | 17 | 39,3 | 13,7 |
| A            | 26,5                   | 28,1                    | 23,86        | 4,03 | 14 | 29,7 | 13,3 |
| H            | 12,0                   | 18,4                    | 15,08        | 2,78 | 14 | 18,5 | 7,7  |
| Ppm          | 18,7                   | 22,3                    | 20,19        | 4,20 | 10 | 30,9 | 15,9 |
| Ppt          | 6,5                    |                         | 7,20         | 1,07 | 13 | 9,3  | 5,1  |
| Psa          | 12,3                   | 10,7                    | 11,57        | 1,94 | 11 | 15   | 8    |
| PMA          | 15,6                   | 18,0                    | 16,68        | 2,79 | 12 | 23   | 12,1 |
| H/L          | 0,45                   | 0,61                    | 0,59         | 0,04 | 12 | 0,65 | 0,54 |
| A/L          | 0,99                   | 0,93                    | 0,94         | 0,03 | 11 | 1,01 | 0,90 |
| Ppm/L        | 0,70                   | 0,74                    | 0,72         | 0,03 | 10 | 0,79 | 0,68 |
| Ppt/H        | 0,54                   |                         | 0,46         | 0,06 | 11 | 0,57 | 0,39 |
| PMA/L        | 0,58                   | 0,59                    | 0,60         | 0,06 | 12 | 0,68 | 0,47 |
| Psa/L        | 0,46                   | 0,35                    | 0,41         | 0,04 | 11 | 0,47 | 0,34 |
| aal1         | 14,9                   | 22,4                    | 17,66        | 2,14 | 11 | 21,3 | 14,5 |
| aal2         | 8,4                    | 10,8                    | 9,15         | 1,58 | 11 | 12,8 | 7,3  |
| aal5         | 12,4                   | 13,3                    | 15,55        | 1,86 | 11 | 18,9 | 12,7 |
| aE           | 7,2                    | 6,1                     | 6,12         | 1,56 | 13 | 10,6 | 4,3  |
| A°P          |                        | 76                      | 74,07        | 6,28 | 13 | 83,9 | 58   |
| A° pl-pV     | 98,9                   | 92,1                    | 98,76        | 4,09 | 11 | 103  | 89,1 |
| A° pII-pIV   | 81,6                   | 77,8                    | 74,50        | 6,06 | 11 | 84,5 | 64,9 |
| LpI          | 6,6                    | 7,2                     | 7,23         | 1,38 | 13 | 10,2 | 5    |
| LpII         | 12,8                   | 14,5                    | 13,35        | 2,93 | 13 | 20,4 | 8,7  |
| LpIII        | 13,8                   | 18,9                    | 15,01        | 2,70 | 11 | 19,6 | 11,1 |
| DrAI         | 11,6                   | 12,2                    | 12,96        | 2,56 | 13 | 18   | 8,2  |
| DrAII        | 17,4                   | 18,4                    | 16,62        | 3,47 | 13 | 23,8 | 10,4 |
| DrAIII       | 16,7                   | 19,7                    | 16,61        | 3,56 | 12 | 24,4 | 11,8 |
| LpI/DrAI     | 0,57                   | 0,59                    | 0,56         | 0,09 | 13 | 0,76 | 0,45 |
| LpII/DrAII   | 0,74                   | 0,79                    | 0,80         | 0,06 | 13 | 0,92 | 0,72 |
| LpIII/DrAIII | 0,83                   | 0,96                    | 0,89         | 0,06 | 11 | 0,97 | 0,80 |
| aPI          | 3,3                    | 3,5                     | 3,79         | 0,48 | 13 | 4,6  | 3    |
| aPII         | 3,0                    | 3,5                     | 3,23         | 0,51 | 13 | 3,7  | 1,9  |
| aPIII        | 4,8                    | 5,7                     | 4,99         | 0,61 | 11 | 5,9  | 3,9  |
| hpm          |                        | 3,1                     | 3,40         | 0,57 | 2  | 3,8  | 3    |
| apm          |                        | 3,7                     | 4,13         | 0,40 | 3  | 4,6  | 3,9  |
| hpm/apm      |                        | 0,84                    | 0,80         | 0,04 | 2  | 0,83 | 0,77 |
| LpI/LpII     | 0,52                   | 0,50                    | 0,56         | 0,08 | 12 | 0,71 | 0,45 |

**TAULA 1.** Mesures dels hostes *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), de l'Albia de Culla (conca del Maestrat), exemplar MGUV-39228; i de la Font de la Figuera (conca Sud Ibèrica), ex. MGUV-39229. DS: desviació estàndard. n: nombre d'exemplars de la mostra mesurats. Màx.: valor màxim de la mostra. Mín.: valor mínim de la mostra. L: longitud de la corona. A: amplada. H: alçada. Ppm: distància de la vora posterior del peristoma al marge posterior de la corona. Ppt: distància de la vora inferior del periprocte a la base. Psa: distància del sistema apical (gonoporus posteriors) al marge posterior de la corona. PMA: distància de la màxima amplada respecte al marge posterior. aal1: amplada a l'àmbit de l'interambulacre 1. aE: amplada de l'escotadura anterior. A°P: angle de la part posterior respecte la base. A°PI-pV: angle entre l'eix del pètal I i el V. LpI: longitud del pètal I. DrAI: distància radial de l'ambulacre I fins a l'àmbit. aPI: amplada màxima del pètal I. hpm: altura del peristoma (eix de simetria). apm: amplada del peristoma. Els valors de la mostra de Culla s'han pres de Forner et al., 2021.

Dimensions of the *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), of the Albanian from Culla (Maestrat basin), specimen MGUV-39228; and la Font de la Figuera (South Iberian basin), sp. MGUV-39229. Mitjana: mean. DS: standard deviation. n: number of specimens of measured sample. Max: maximum value of the sample. Min.: minimum value of the sample. L: length of the test. A: width. H: height. Ppm: distance from the posterior edge of the peristome to the posterior margin of the test. Ppt: distance from the lower edge of the periproct at the base. Psa: distance from the apical system (posterior gonopores) to the posterior margin of the test. PMA: distance from the maximum width with respect to the posterior margin. aal1: width in the ambitus of interambulacrum 1. aE: width of the anterior groove. A°P: angle from the posterior side to the base. A°PI-PV: angle between the axis of the petal I and the petal V. LpI: length of petal I. DrAI: radial distance of the ambulacrum I to the ambitus. aPI: maximum width of petal I. hpm: peristome height (symmetry axis). apm: width of the peristome. The values of the sample of Culla have taken from Forner et al., 2021.

Filum MOLLUSCA  
 Classe GASTROPODA Cuvier, 1795  
 Subclasse CAENOGASTROPODA Cox, 1960  
 Ordre LITTORINIMORPHA Golikov  
 & Starebogatov, 1975  
 Superfamília VANIKOROIDEA Gray, 1840  
 Família EULIMIDAE Philippi, 1853  
 Gènere *Paleothyca* gen. nov.

**Espècie tipus:** *Paleothyca quinionarii* sp. nov.

**Gènere gramatical:** femení.

**Etimologia:** Del mot grec *palaiós*, que significa “vell, antic” i per referència al gènere actual *Thyca*, del que podria ser-ne antecessor.

**Distribució:** Només es coneix de l'Albià de la serralada Ibèrica.

**Diagnosi:** Conquilla molt petita, cònica, en forma de casquet, molt prima, d'obertura oval i amb l'àpex enrotllat. Ornamentació radial de còstules.

**Diagnosis:** *Very small, conical shell, in the shape of a cap, very thin, with an oval opening and a coiled apex. Radial ornamentation of ribs.*

Les principals característiques conquiològiques que permeten agrupar les diferents espècies en la família dels eulímids es basen en la composició de la closca i en la protoconquilla. Cap d'aquests trets s'ha pogut estudiar en els exemplars considerats. Tanmateix, *Thyca* és l'únic gènere de conquilla amb forma de casquet descrit fins ara dintre els eulímids actuals i

fòssils. Les espècies actuals de *Thyca* són de morfologia i dimensions molt semblants als nostres exemplars. La principal diferència correspon a l'ornamentació que presenten, formada per uns amples cordons molt ben marcats. El nostre exemplar és molt similar al dibuixat per Sarasin i figurat a Franc (1968), també un paràsit d'equinoderms. Per aquests motius, proposem incloure les dues formes estudiades en un nou gènere que anomenem *Paleothyca*, representant cadascuna d'elles una espècie diferent.

Gènere *Paleothyca*

*Paleothyca quinionarii* sp. nov.

Fig. 3A i C-F.

**Holotip:** MGVU-39228, dipositat al Museu de la Universitat de València d'Història Natural (MUVHN), situat a Burjassot (l'Horta Nord). És l'únic exemplar disponible.

**Localitat tipus:** Mas del Raconet, Culla (l'Alt Maestrat, País Valencià). Conca sedimentària del Maestrat.

**Estrat tipus:** Albià inferior. Fm. Escucha. Biozona *Leymeriella tardefurcata* i base de *Douvilleiceras mamillatum*.

**Etimologia:** es dedica a Sergio Quiñonero-Salgado, malacòleg, pel seu treball d'investigació i descripció dels gasteròpodes ibèrics.

**Diagnosi:** com el gènere.

**Diagnosis:** *As for genus.*

**Descripció:** Conquilla molt petita, cònica, en forma de casquet, molt prima, d'obertura oval i amb l'àpex enrotllat; no s'observa la protoconquilla; ornamentació formada per una cinquantena de fines còstules radials lleugerament granulades. La longitud antero-posterior (L) de la conquilla és de 5 mm; l'amplada A = 4,3 mm; i l'alçada H = 2,3 (Taula 2). L'índex A/L és de 0,86, denota un contorn de la conquilla moderadament allargat, ovalat. L'índex H/L = 0,46. El punt més alt de la conquilla se situa al voltant del terç anterior respecte a la longitud.

L'exemplar estudiat apareix adherit sobre el peri-procte a la corona de l'equínid infàunic *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) (Fig. 3C i F).

**Diferència amb altres espècies pròximes:** no s'ha descrit anteriorment cap espècie semblant al Cretaci Inferior.

**Description:** *Shell very small, conical, cap-shaped, very*

| Mesures            | Culla     | Font Figuera |
|--------------------|-----------|--------------|
| Dimensions         | MGUV39228 | MGUV39229    |
| L antero posterior | 5         | 4,5          |
| A amplada          | 4,3       | 4,4          |
| H alçada           | 2,3       | 0,83         |
| A/L                | 0,86      | 0,98         |
| H/L                | 0,46      | 0,18         |

**TAULA 2.** Mesures dels simbionts, *Paleothyca quinionarii* sp. nov. de l'Albià de Culla (conca del Maestrat), exemplar MGVU-39228; i el gasteròpode indeterminat de l'Albià de la Font de la Figuera (conca Sud Ibèrica), ex. MGVU-39229. L: longitud antero-posterior de la conquilla. A: amplada. H: alçada.

Dimensions of the symbionts, *Paleothyca quinionarii* sp. nov. from the Albian of Culla (Maestrat basin), specimen MGVU-39228; and the indeterminate gastropod of Albian of la Font de la Figuera (South Iberian basin), sp. MGVU-39229. L: antero-posterior length of the shell. A: width. H: height.



thin, oval-opening and with a coiled apex; the protoconch is not observed; ornamentation consisting of about fifty lightly granular fine radial ribs. The antero-posterior length (L) of the shell is 5 mm; width A = 4.3 mm; and height H = 2.3 (Table 2). The A/L index is 0.86, denoting a moderately elongated, oval shell outline. H/L index = 0.46. The highest point of the shell is around the previous third with respect to the length.

The specimen studied is attached on the periproct to the test of the infaunal echinoid *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) (Fig. 3C and F).

Família EULIMIDAE ? Philippi, 1853

Fig. 4

**Material:** MGVU-39229.

**Localitat:** Barranquet del Cossi, la Font de la Figuera (la Costera, País Valencià). Conca sedimentària Sud Ibèrica.

**Estrat:** Albià inferior; Fm. Sàcaras.

**Descripció:** Conquilla molt petita, subcircular, aplanada, molt prima, lleugerament asimètrica, amb l'apex desplaçat cap a l'esquerra respecte a l'eix antero-posterior (Fig. 4C i F); en vista lateral (Fig. 4E), el punt de

més alçada no s'aprecia, de forma clara, a la part anterior; la carena dorsal és quasi plana al centre i cau en pendent suau cap als extrems, amb un poc més de pendent cap al marge anterior. No s'observa la protoconquilla. La conquilla sembla llisa, encara que a la part posterior s'insinua el final de diverses còstules radials. La longitud antero-posterior (L) de la conquilla és de 4,5 mm; l'amplada A = 4,4 mm; i l'alçada H = 0,98 mm (Taula 2). Els índexs A/L = 0,98 i H/L = 0,18 caracteritzen una conquilla quasi tan ampla com llarga i força aplanada.

El gasteròpode està adherit a la corona de l'equinid infàunic *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), concretament a la superfície oral sobre l'ambulacre I, que és nu de tubercles i lleugerament enfonsat, encara que la part anterior de la conquilla ja ocupa zona de l'interambulacre 1, que disposa de tuberculació (Fig. 4B i D).

Es diferencia aquest gasteròpode fàcilment de *Paleothyca quinonarii* sp. nov, perquè té la conquilla circular molt baixa (H/L = 0,18) i la decoració poc evident, mentre que *P. quinonarii* té la conquilla allargada, més alta (H/L = 0,46), cònica, amb l'apex en posició anterior i amb còstules radials evidents.

L'estat de conservació no permet avançar més en la seua classificació, a l'espera de la troballa de nous exemplars.

**Nota.** Els caràcters conquiològics de l'exemplar estudiat no permeten una identificació a nivells taxonòmics baixos. Els gasteròpodes paràsits en equinoderms pertanyen quasi en exclusiva a la família Eulimidae, amb algunes poques espècies de la Pyramidellidae. La interpretació que aquí es fa de la relació simbiòtica entre el gasteròpode i l'equinoïdeu permet limitar la identificació a aquests dos grups i, entre ells, temptativament a la família dels eulímids basant-se en la morfologia general de la conquilla.

#### Paleoecologia: les parelles simbiòtiques

A la parella simbiòtica de Culla (MGUV-39228), l'índex entre la longitud de l'hoste i la longitud del simbiot és de 0,19 (Taula 3). Per tant, queda justificat que al de majors dimensions (*W. delgadoi*) l'anomenem hoste i al notablement més menut simbiot (*Paleothyca quinonarii* sp. nov.). El gasteròpode simbiot es troba enganxat al marge posterior, a la part superior però per sota de la vora superior, de la superfície apical de l'equinoïdeu, tot just al damunt del periprocte (Fig.

| Parella simbiòtica                  | MGUV-39228 | MGUV-39229 |
|-------------------------------------|------------|------------|
| Longitud hoste: LH                  | 26,8       | 30,3       |
| Longitud simbiot: LS                | 5          | 4,5        |
| Índex LS/LH                         | 0,19       | 0,15       |
| Localització simbiot a l'hoste      | Posterior  | Sup. oral  |
| Distància marge anterior de l'hoste | 25,9       | 13,6       |
| Distància marge posterior de l'H    | 0,5        | 12,2       |
| Distància marge dret de l'H         | 10,6       | 4,5        |
| Distància marge esquerre de l'H     | 12,1       | 19,6       |

**TAULA 3.** Mesures de les parelles simbiòtiques. MGVU-39228: hoste *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), simbiot *Paleothyca quinonarii* sp. nov. de l'Albià de Culla (conca del Maestrat). MGVU-39229: hoste *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), simbiot gasteròpode indeterminat de l'Albià de la Font de la Figuera (conca Sud Ibèrica). L: longitud. H: hoste. S: simbiot.

Dimensions of symbiotic pairs MGVU-39228: Host *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), Symbiont *Paleothyca quinonarii* sp. nov. from the Albian of Culla (Maestrat basin). MGVU-39229: Host *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), Indeterminate symbiont gastropod from the Albian of la Font de la Figuera (Sud Iberian basin). L: length. H: host. S: symbiont.

3C-F), però sense tapar-lo completament, deixant l'obertura practicable en quasi la seua meitat. L'anus és notablement més menut en els equínids que el conjunt del periprocte i manquen totes les plaques soltes que l'envoltarien. Aquestes plaques soltes només fossilitzen de forma extraordinària, perquè únicament estan unides per matèria orgànica i es desarticulen de forma ràpida després de la mort de l'individu. La situació del simbiont no impediria, doncs, l'expulsió dels excrements. La posició del gasteròpode està en un angle de 45° respecte a l'eix transversal i la seua part anterior encara al marge superior del periprocte. Un altre element remarcable, atès que *P. quinonarii* té una certa alçada (2,3 mm; Taula 1), és que la posició d'adherència és ideal per no suposar gens de resistència al moviment de l'hoste ni patir, ell mateix, la resistència del sediment. *W. delgadoi* vivia enterrat (uns pocs centímetres) en el substrat moll, fangs, dels quals s'alimentava destriant la matèria orgànica que s'hi trobava. Es movia a través del mateix substrat, no sortia mai a la superfície. El simbiont no sobresurt de l'alçada de l'hoste. No és visible en la vista anterior, que és la frontal en el sentit de la marxa (Fig. 3C). Els equinoïdeus irregulars, de simetria bilateral, tenen una direcció de desplaçament establerta per l'eix AIII-IaV, que passa pel peristoma (on és la boca), al davant, i el periprocte, on està inclòs l'anus, al darrere.

La parella simbiòtica de la Font de la Figuera (MGUV-39229) presenta l'índex LS/LH=0,15 (Taula 1). L'hoste és un poc més gran, el simbiont un xic més menut que l'altre exemplar estudiat. La posició que ocupa el gasteròpode, sobre el cos de el *W. delgadoi*, és en la superfície oral, en la part dreta, en el sentit de la marxa de l'hoste, lleugerament posterior, la majoria del cos està situat al damunt de l'ambulacre I. En vida de l'hoste, el simbiont estaria cap per avall, invertit: la conquilla sobre el sediment i el cos cap amunt enganxat a l'hoste. El gasteròpode està en posició transversal respecte l'eix de simetria de *W. delgadoi*, uns pocs graus girat en sentit horari; la part anterior apunta cap enfora, cap al marge lateral esquerre de l'equínid, en posició de vida. Es troba col·locat damunt de l'ambulacre I, només la part anterior del caragol ocupa una zona de l'interambulcre 1. Els ambulacres de *W. delgadoi*, en la part adapical, resten nus, no presenten tubercles (no disposen per tant d'espines) i són zones més accessibles. Però el simbiont ocupa, amb la part anterior del seu cos, una

zona de l'interambulcre 1 on havia d'haver eliminat uns pocs tubercles i les pues corresponents (Fig. 4C) si volia aconseguir l'efecte ventosa sobre la corona de l'equínid. En aquest cas, per tant, el simbiont hauria causat a l'hoste un moderat perjudici.

Tot i que els ambulacres posteriors (AI i AV) estan molt lleugerament deprimits i el plastró és convex i sobresurt, el simbiont depassa la corona i oferiria per tant una certa resistència a la marxa (molt poca perquè és molt pla: l'alçada no arriba a un mm). Si fos tan alt com *P. quinonarii* sp. nov., la posició que ocupa seria problemàtica, ja que oferiria resistència al substrat en desplaçar-se l'hoste. Tanmateix, aquest gasteròpode presenta molt poca alçada (0,83 mm), està fixat en una zona lleugerament deprimida de l'hoste i, a més, per damunt encara hi ha les fines espines, per la qual cosa s'ha de concloure que no oferiria gaire o quasi gens de resistència al desplaçament per dins del substrat. Per altra banda, el lloc on està situat no podia dificultar en absolut l'alimentació de l'hoste.

En el mateix ambulacre I on es troba el gasteròpode, més a prop del peristoma, s'observen dues subtils marques excavades en la corona de l'hoste, semblants entre elles (Fig. 4B, F i G). Són uns reguerons de poca fondària, estrets, orientats cap a la boca de l'hoste, seguint l'eix de l'ambulacre, que queden en perpendicular a l'orientació antero-posterior que ocupa ara el simbiont i a escassa distància d'ell. La longitud de les excavacions és inferior a la longitud del gasteròpode. A un terç d'un dels dos extrems (estan capiculats) hi ha dos enfonsaments un poc més profunds, de contorn vagament circular i de diàmetre major que el regueró. Hi ha una tercera marca de tipologia semblant, ja dins de la zona de l'interambulacre 1, amb disposició paral·lela a l'eix de simetria de l'hoste i a uns 45° en sentit anti-horari respecte a les altres dues. A diferència d'elles, no és tan recta perquè es va ajustant a l'espai lliure entre els tubercles. En tot cas, aquestes marques són molt lleus i no tenim elements per afirmar que pogueren ser produïdes pel simbiont en aferrar-se a l'hoste en posicions ocupades anteriorment. Si ho fossen, indicaria que tenia capacitat per fer canvis de posició.

## Discussió

No és freqüent la presència de parelles simbiòtiques en el registre fòssil. En els exemples estudiats, la troballa resulta especialment singular per dos

motius principals. Primerament, les conquilles dels gasteròpodes simbionts són fines i delicades. En segon lloc, resulta més improbable disposar de dues parelles amb coincidència d'hoste i de nivell estratigràfic, de dues conques sedimentàries diferents però relativament pròximes (ambdues al llevant de la serralada Ibèrica).

La classificació de l'hoste no ha ofert dubtes. Es tracta de dos exemplars adults de bona mida, i en ambdós casos s'han pogut apreciar els caràcters diagnòstics principals de l'espècie *W. delgadoi*: tubercles més grans als interambulacres apicals (Fig. 4A), bandes de fascioles laterals, sistema apical semietmolític (Fig. 3B), i porus minúsculs i esparsos en la branca anterior dels ambulacres anteriors. Les mesures absolutes i els índexs calculats (Taula 1) de tots dos hostes també encaixen amb les dades de la mostra del jaciment de Culla, preses del treball de Forner et al. (2021). L'únic fet remarcable és que l'exemplar de Culla és un poc més baix que l'interval de la mostra (que no és molt gran), però és possible que aquest haja patit una certa compressió en sentit apical-oral. Totes les altres dades (mesures i índexs) s'acosten a la mitjana i, en tot cas, estan dins de la variació que presenta la mostra i encaixen en la variabilitat intra-específica. El fet que els hostes presenten les mesures normals de l'espècie permet inferir que no es van veure seriosament afectats per l'ectoparàsit, si més no pel que fa al creixement.

Respecte als gasteròpodes, de morfologia relativament semblant, han d'estar emparentats a un cert nivell taxonòmic. La posició dels exemplars sobre les teques dels equinoïdeus, les característiques conquiològiques i les inferències paleoecològiques comentades n'assenyalen un comportament ectoparàsit. Aquestes troballes ens aporten informació que, almenys des de l'Albià, el tàxon ja havia adquirit el mode de vida com a paràsit de la classe dels equinoïdeus. Entre els gasteròpodes actuals, pràcticament només els eulímids tenen aquest comportament i, entre ells, el gènere *Thyca* és el que presenta una morfologia conquiològica més propera als estudiats, alhora que es coneix la seua forma de vida com a paràsit d'asteroïdeus.

Les posicions que ocupen els simbionts en ambdós equinoïdeus són molt favorables per no haver ofert resistència a la marxa de l'hoste a través del substrat. Un cop morts, l'enterrament hauria estat ràpid, com ho evidencien tant la bona conservació de les teques

dels equinoïdeus com el fet que els gasteròpodes hi van romandre adherits. En tot cas, els simbionts ja havien d'estar enganxats de manera forta als hostes per resistir el moviment a través del substrat i com ho demostra el fet que han superat en aquesta posició tot el procés de fossilització (uns 110 Ma). De fet, la base dels eulímids actuals actua com un disc succionador fixat sobre l'hoste i això podria afavorir el manteniment de la fixació *post-mortem*. S'ha descrit la icnoespècie *Oichnus halo* per les perforacions circulars que realitzen gasteròpodes paràsits sobre els equinoderms (Newman & Wisshak, 2009). En l'actualitat, s'ha observat com *Thyca crystallina* erosiona la teca de l'estrella de mar *Linckia laevigata* i produeix aquesta traça circular. En els casos que ens ocupen, l'existència de les conquilles impedeix comprovar la presència d'aquesta perforació. Aquest seria l'element definitiu per afirmar la relació simbiòtica, però en els jaciments tampoc no s'ha observat cap exemplar d'equínid amb aquesta perforació.

L'absència de perforació no vol dir pas que el gasteròpode no s'alimentés dels teixits de l'equinoïdeu, ja que perforar la teca no n'és condició imprescindible. Tanmateix, s'obrin també altres opcions per explicar l'associació, que s'aproparia més a un cas de comensalisme. Els avantatges més comuns són l'alimentació i/o la protecció. En el cas de *P. quinonarii*, el gasteròpode estava fixat tot just sobre el periprocte i això podria indicar un hàbit copròfag. És però aventurat assegurar-ho quan hom disposa d'un sol exemplar. L'exemplar de l'altra espècie està situat en canvi prop del peristoma. Aquesta posició beneficiaria un hàbit alimentari suspensívor en funció del flux d'aigua més rica en nutrients generat per l'hoste per respirar. A més, el fet que l'hoste romangués enterrat a uns 10 cm de fondària minoraria els perills de la fauna que resta exposada a la superfície.

Quant a l'exemplar de la Font de la Figuera, l'hoste presenta unes marques molt subtils (Fig. 4F i G), però no són prou evidents per concloure que les va produir el simbiont. S'han descrit per si al futur es poden comparar amb més material. Caldria trobar més fòssils amb marques similars que seguïsquen un patró regular i identificable.

Queden encara moltes qüestions per resoldre, com ara la composició original de les conquilles dels gasteròpodes (calcita i/o aragonita), si deixaven

marques o perforacions sobre la closca de l'hoste o, en cas que el simbiot tingué una certa mobilitat, si canviava de posició o era completament sèssil.

Considerant el gran interval cronològic entre aquests dos tàxons i les formes modernes d'ectoparàsits sobre equínids, és raonable suposar que han d'haver existit altres espècies durant aquest lapse temporal, més encara per tractar-se d'una classe tan biodiversa com la dels gasteròpodes. Tanmateix, les característiques morfològiques de les conquilles (petites, fràgils) i les condicions de fossilització en general no han d'haver-ne facilitat la preservació en el registre paleontològic, tret de casos excepcionals com els aquí tractats.

### Agraïments

A Telm Bover i Arnal, de la Universitat de Barcelona, pel seu assessorament sobre l'apartat geològic del jaciment de la Font de la Figuera. A Rubén Josep Montañés Gómez, de la Universitat Jaume I, pels consells sobre la llatinització dels noms científics. A Vicent Gual i Ortí per l'ajuda en la confecció de les figures. A Carl Nugent per la correcció dels textos en anglès. A la Fundació Caixa Castelló per l'ajuda en el finançament del microscopi digital Edge, Dino-Lite.

### Bibliografia

- Acadèmia Valenciana de la Llengua, 2021.** Corpus toponímic. Internet: <http://www.avl.gva.es> (consultada 24/12/2021).
- Arendt, Y. A. 2012.** Traces of *Augoichnus dituberculatus* gen. et sp. nov. on *Hypermorphocrinus magnospinosus* from the Lower Permian of Cisuralia. *Paleontological Journal*, 46: 886–893.
- Baumiller, T. K. 2003.** Evaluating the interaction between platyceratid gastropods and crinoids: a cost-benefit approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 201: 199–209.
- Baumiller T. K. & Gahn, F. J. 2002.** Fossil record of parasitism on marine invertebrates with special emphasis on the platyceratid-crinoid interaction. In: Kowalewski M, Kelley PH (eds) *The fossil record of predation*. The Paleontological Society Papers, 8: 195–209.
- Baumiller, T. K., & Gahn, F. J. 2018.** The nature of the platyceratid-crinoid association as revealed by cross-sectional data from the Carboniferous of Alabama (USA). *Swiss Journal of Palaeontology*, 137: 177–187.
- Baumiller, T. K. & Stevenson, A. 2018.** Reconstructing predation intensity on crinoids using longitudinal and cross-sectional approaches. *Swiss Journal of Palaeontology*, 137: 189–196.
- Belústegui, Z., Muñiz, F.; Nebelsick, J.; Domènech, R. & Martinell, J. 2017.** Echinoderm ichnology: bioturbation, bioerosion and other related processes. *Journal of Palaeontology*, 91: 643–661.
- Boucot, A. J. 1990.** *Evolutionary Paleobiology of Behavior and Coevolution*. 725 pp. Elsevier. Amsterdam.
- Boucot, A. J. & Poinar, G. O. Jr. 2010.** *Fossil Behavior Compendium*. 391 pp. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, USA.
- Bouchet, Ph. & Warén, A. 1985.** Revision of the Northeast Atlantic Bathyal and Abissal Aclididae, Eulimidae, Epitonidae (Mollusca, Gastropoda). *Boll. Malacologico. Supl. 2*: 299–576.
- Breton, G., Wisshak, M., Néraudeau & Morel, N. 2017.** Parasitic gastropod bioerosion trace fossil on Cenomanian oysters from Le Mans, France and its ichnologic and taphonomic context. *Acta Palaeontologica Polonica* 62(1): 45–57.
- Bromley, R. G. 1981.** Concepts in ichnotaxonomy illustrated by small round holes in shells: *Acta Geologica Hispanica*, 16: 55–64.
- Carriker, M. R. 1981.** *Shell Penetration and Feeding by Naticae and Muricacean Predatory Gastropods: A Synthesis*. *Malacologia*, 20: 403–422.
- Combes, C. 2005.** *The art of being a parasite*. 298 pp. University of Chicago Press.
- de Loriol, P. 1884.** Notes pour servir à l'étude des échinodermes I: *Recueil Zoologique Suisse*, 1, 605–643.
- de Loriol, P. 1887.** Notes pour servir à l'étude des échinodermes II: *Recueil Zoologique Suisse*, 4(3): 365–407.
- de Loriol, P. 1888.** *Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Volume 2. Description des échinodermes*. 122 pp. Commission des Travaux géologiques du Portugal. Lisboa,
- Deline, B. 2008.** The First Evidence of Predatory or Parasitic Drilling in Stylophoran Echinoderms. *Acta Palaeontologica Polonica*. 653(4): 739–743.
- Delongueville, C., Scaillet, R. & Swinnen, F. 2011.** Le genre *Pelseneeria* Köhler & Vaney, 1908 (Eulimidae) dans le eaux de la Péninsule Ibérique. *Xenophora*, 136: 45–53
- Forner, E., Moreno, T., Nomdedeu, R. & Arbilla, J. K. 2019.** Marques de depredació sobre *Camerogalerua cylindricus* (Echinoidea) del Cenomanià de la conca Basco-cantàbrica. *Nemos*, 9: 87–104.
- Forner-Valls, E., Moreno-Bedmar, J. A. & Segura-Collado, J. 2021.** *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) equínido de las cuencas sedimentarias del Maestrat y Salou-Garra (península Ibérica). *Paleontología Mexicana*, 10 (2): 129–143.
- Franc, A. 1968.** Sous-Classe des Prosobranches. In *Traité de Zoologie: Anatomie, Systématique, Biologie*. Vol.V (P.-P. Grassé, Edit.) Masson et C. Editeurs, Paris, 40–324.
- Fretter, V. & Graham, A. 1982.** The Prosobranch Molluscs of Britain and Denmark. Part 7- Heterogastropoda (Cerithiopsidae, Triforacea, Epitonacea, Eulimacea). *Journal of Molluscan studies Supl. II*: 363–434.
- Gibson, M. A. & Watson, J. B. 1989.** Predatory borings in echinoids from the upper Ocala Formation (Eocene), north-central Florida, U.S.A. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 71:

309–321.

- Guimerà, J. 1984.** Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian Peninsula. *Geological Magazine*, 121 (5): 413-420.
- Gofas, S. 2011.** Familia Eulimidae In Gofas, S.; Moreno, D. & Salas, C. (coords.) *Moluscos Marinos de Andalucía - I.*: 223-232. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga. Malaga.
- Grun, T. B. 2016.** Echinoid test damage by a stingray predator. *Lethaia*, 49: 285–286.
- Grun, T., Sievers, D. & Nebelsick, J. H. 2013.** Drilling predation on the clypeasteroid echinoid *Echinocyamus pusillus* from the Mediterranean Sea (Giglio, Italy). *Historical Biology*, 26: 745–757.
- Harries, P. J. & Ozanne, C. R. 1998.** General trends in predation and parasitism upon inoceramids. *Acta Geologica Polonica*, 48: 377-386.
- Jangoux M. 1987.** Diseases of Echinodermata. II. Agents metazoans (Mesozoa to Bryozoa). *Diseases of Aquatic Organisms*, 2: 205–234.
- Kleemann, K. 1994.** Associations of Corals and Boring Bivalves since the Late Cretaceous. *Facies*, 31: 131-140.
- Kowalewski, M. 2004.** Drill holes produced by the predatory gastropod *Nucella amelloa* (Muricidae): Paleobiological and ecological implications: *Journal of Molluscan Studies*, 70: 359–370.
- Kowalewski, M., & Nebelsick, J. H. 2003.** Predation on Recent and fossil echinoids, in Kelley, P.H., Kowalewski, M., and Hansen, T., (eds.), *Predator-Prey Interactions in the Fossil Record*, Topics in Geobiology, 20: 279–302.
- Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids: *Journal of Systematic Palaeontology*, 8(2): 147-122.
- Lamont, A. 1934.** Lower Paleozoic brachiopods of the Girvan district, with suggestions on morphology in relation to environment: *Annals and Magazine of Natural History, Series*, 14: 161-184.
- Lescinsky L. H. 1995.** The life orientation of concavo-convex brachiopods: overturning the paradigm. *Paleobiology*, 21: 520-551.
- Lezouet, P. & Renard, P. 1998.** Les Coralliophilidae, Gastropoda de l'Oligocene et du Miocène inferieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Systematique et coraux hostes. Geobios*, 31: 171-184.
- Markov, A. V. & Solovjev, A. N. 2002.** Echinoids of the genus *Washitaster* (Spatangoida): morphology and taxonomic position: *Paleontological Journal*, 16(4): 368-379.
- Martinell, J. 1989.** Interacción organismos/sustrato duro: la Bioerosión y sus aplicaciones. In: *Paleontologia*, col. Nuevas Tendencias, Vol. 10 (Aguirre, E. edit.), 205-222.
- Martinell, J. & Domènech, R. 2009.** Commensalism in the fossil record: Eunicid polychaete bioerosion on Pliocene solitary corals of the Western Mediterranean. *Acta Paleontologica Polonica*, 54: 143-154.
- Martinell, J., Domènech, R., Aymar, J., & Kowalewski, M. 2010.** Con-familial Predation in Pliocene Naticid Gastropods from Southern France: Utility of Preexisting Collections in Quantitative Paleocology. *Palaaios*, 25: 221-228.
- Meadows, C. A., Fordyce, R. E. & Baumiller, T. K. 2015.** Drill holes in the irregular echinoid, *Fibularia*, from the Oligocene of New Zealand. *Palaaios*, 30: 810–817.
- Meyer, D. L. & Ausich, W. I. 1983.** Biotic interactions among recent and among fossil crinoids, in Tevesz, M.J.S., and McCall, P.L., eds., *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*, Topics in Geobiology. 3: 377–427.
- Moreno-Bedmar, J. A., Bulot, L.; Latil, J. L., Martínez, R., Ferrer, O., Bover-Arnal, T. & Salas, R. 2008.** Precisiones sobre la edad de la base de la Fm. Escucha, mediante ammonoideos, en la subcuenca de la Salzedella, Cuenca del Maestrat (E Cordillera Ibética). *Geo-Temas*, 10: 1269-1272.
- Moreno-Bedmar, J. A., Robert, E., Matamales-Andreu, R. & Bover-Arnal, T. 2017.** Review of the early Albian ammonites of the Montmell Formation near Marmellar (Salou-Garraf Basin, Tarragona, Catalonia, Spain): *Carnets de Géologie*, 17 (1): 1-10.
- Navarro, D., Segura, J., Segura, X. & Forner, E. 2022.** *Washitaster delgadoi* (Echinoidea) a l'Albià de Cabanes de l'Arc (subconca de la Salzedella). *Nemus*. 12: 302-308.
- Nebelsick, J. H. 1998.** Taphonomic legacy of predation on echinoids, in Candia Carnevalli, M.D., and Bonasoro, F., eds., *Echinoderm Research*: Balkema, Rotterdam: 347–352.
- Nebelsick, J. H. & Kowalewski, M. 1999.** Drilling predation on recent clypeasteroid echinoids from the Red Sea: *Palaaios*, 14: 127–144.
- Neumann, C. & Wisshak, M. 2009.** Gastropod parasitism on Late Cretaceous to Early Paleocene holasteroid echinoids - Evidence from *Oichnus halo* isp. n. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 284: 115–119.
- Nützel, A. 2021.** Gastropods as Parasites and Carnivorous Grazers: A Major Guild in Marine Ecosystems. In K. De Baets, J. W. Huntley (eds.), *The Evolution and Fossil Record of Parasitism*. Topics in Geobiology, 49: 209-229.
- Radwańska, U. & Radwański, A. 2005.** Myzostomid and copepod infestation of Jurassic echinoderms: a general approach, some new occurrences, and/or re-interpretation of previous reports. *Acta Geologica Polonica*, 55: 109–130.
- Rey, J. 1972.** Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Extremadura (Portugal). 477 pp. Mémoires du Service géologique su Portugal, vol. 21. Lisboa,
- Robertson, R. & Mau-Lastovicka, T. 1979.** The ectoparasitism of *Boonea* and *Fargoa* (Gastropoda: Pyramidellidae). *Biol. Bull.*, 157: 320-333.
- Rodríguez M., Barquín J. & Pérez-Dionis G. 2001.** Eulimid Gastropods (Caenogastropoda: Eulimidae) of the Canary Islands. Part I. Species parasitizing sea urchins. *Iberus*, 19: 7-24.

- Salas, R., García-Senz, J., Guimerà, J. & Bover-Arnal, T. 2010.** Opening of the Atlantic and development of the Iberian intraplate rift basin during the late Jurassic-early Cretaceous. II Central & North Atlantic Conjugate Margins Conference Lisboa 2010, volumen III: 245-248.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior – Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4 y 5): 393-402.
- Salas, R., Guimerà, J., Bover-Arnal, T. Nebot, M., 2019.** The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins in Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M.E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M. I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J. M., Coruña, F., de Gea, G. A., Fornós, J. J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C. L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J. M., Muñoz, J. A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L. M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I. E., Quijano, M. L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J. P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A. R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019. The Late Jurassic–Early Cretaceous Rifting. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach. Volume 3: The Alpine Cycle*. Springer, Heidelberg: 60–63. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>
- Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. & Alonso, A. 2001.** Evolution of the Mesozoic Central Iberian Rift System and its Cainozoic inversion (Iberian Chain). In P. A. Ziegler, W. Cavazza, A. H. F. Robertson & S. Crasquin-Soleau (Eds.) *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins*. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 186: 145-186.
- Sievers, D. & Nebelsick, J. H. 2018.** Fish Predation on a Mediterranean Echinoid: Identification and Preservation Potential. *Palaios*, 33: 47-54.
- Sievers, D., Friedrich, J. P. & Nebelsick, J.H. 2014.** A feast for crows: bird predation on irregular echinoids from Brittany, France: *Palaios*, 29: 87–94.
- Smith, A. B. 1984.** Echinoid Palaeobiology: Special Topics in Palaeontology. 190 pp. George Allen & Unwin. London, UK.
- Smith, A. B. & Kroh, A. 2022.** The Echinoid Directory: London, Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el 02/02/2022).
- Smith, A. B., Paul, C. R., Gale, A. S., & Donovan, S. K. 1988.** Cenomanian and Lower Turonian echinoderms from Wilmington, south-east Devon, England. *Bulletin of the British Museum of Natural History*, 42: 1-245.
- Souza, L. S. Pimenta, A. D. & Barros, J. C. N. 2021.** Revision of the deep-sea Eulimidae (Gastropoda, Caenogastropoda) from off Northeast Brazil. *Zootaxa*, 4927: 451–504.
- Tapanila, L. 2008.** Direct evidence of ancient symbiosis using trace fossils, in Kelley, P.H., and Bambach, R.K., eds., (From Evolution to Geobiology research questions driving paleontology at the start of a new century). *Paleontological Society Papers*, 14: 19–35.
- Villier, L. 2001.** Evolution du genre *Heteraster* dans le contexte de la radiation de l'ordre des Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata) au Crétacé Inférieur. 248 pp Thèse. Université de Bourgogne, Dijon.
- Warén, A. 1984.** A generic revision of the family Eulimidae. *Journal of Molluscan Studies Suppl.*, 13: 1-96.
- Warén, A. & Mifsud, C. 1990.** *Nanobalcis* a new Eulimid genus (Prosobrancia) parasitic on Cidaroid sea urchins, with two new species and comments on *Sabinella bonifacie* (Nordsieck). *Boll. Malacologico*, 26: 37-46.
- Wilson, M. A., Vinn, O. & Palmer, J. T. 2014.** Bivalve borings, bioclastations and symbiosis in corals from the Upper Cretaceous (Cenomanian) of southern Israel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 414: 243-245.
- Wisshak, M. & Neumann, C. 2006.** Asymbiotic association of a boring polychaete and an echinoid from the Late Cretaceous of Germany. *Acta Palaeontologica Polonica*, 51: 589–597.
- Wilson, M. A., Borszcz, T. & Zátón, M. 2016.** Bitten spines reveal unique evidence for fish predation on Middle Jurassic echinoids. *Lethaia*, 48: 4-9.
- Zamora, S., Mayoral, E., Vintaned, J. A. G., Bajo, S., & Espílez, E. 2008.** The infaunal echinoid *Micraster*: Taphonomic pathways indicated by sclerozoan trace and body fossils from the Upper Cretaceous of northern Spain. *Geobios*, 41, 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2007.01.010>
- Zapalski, M. K. 2007.** Parasitism versus commensalism: the case of tubulate endobionts. *Palaeontology*, 50: 1375–1380.
- Zapalski, M. K. 2011.** Is absence of proof a proof of absence? Comments on commensalism. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 302: 484-488.
- Zibrowius, H., Southward, E. C. & Day, J. H. 1975.** New observations on a little-known species of *Lumbrineris* (Polychaeta) living on various cnidarians, with notes on its Recent and fossil scleractinian hosts. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 55: 83–108.

# Bioerosió en mol·luscs pleistocens de la plataforma marina catalana

Jordi Martinell<sup>1</sup> & Rosa Domènech<sup>2</sup>

1. Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio)-Dept. de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona. jmartinell@ub.edu

2. Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio) - Universitat de Barcelona.

En aquest treball es revisa i actualitza el coneixement sobre les traces de macrobioerosió que apareixen en conques de mol·luscs del Würmià (Pleistocè superior) de la costa catalana. Les mostres procedeixen de tres grans àrees que s'anomenen Palamós, Blanes i delta de l'Ebre, i han estat obtingudes a profunditats entre 70 i 425 m sobre la plataforma marina mitjançant les xarxes d'arrossegament dels vaixells de pesca que hi feinegen. Les espècies més abundants són els bivalves *Arctica islandica* i *Chlamys islandica* i els gasteròpodes *Buccinum undatum* i *Neptunea contraria*. S'han identificat 22 icnotàxons corresponents a macrobioerosió, dels quals 17 no havien estat mai assenyalats en aquestes conques. Les traces més freqüents s'identifiquen com les icnoespècies *Entobia* spp., *Maeandropolydora sulcans*, *Umbichnus inopinatus*, *Camarichnus* isp., *Centrichnus concentricus* i *Oichnus* spp., que obeeixen a diferents comportaments ecològics. *C. concentricus* i *C. eccentricus* s'analitzen amb especial detall. La informació icnològica contribueix a millorar i expandir el coneixement sobre la biodiversitat bentònica durant el darrer període glacial de la Mediterrània i sobre les interaccions biològiques en el passat geològic.

Mots clau: Würm, Pleistocè, bioerosió, macrobioerosió, icnologia, Catalunya, mol·luscs, mar Mediterrània

## Bioerosion in Pleistocene mollusks from the Catalan marine platform

This work reviews and updates the knowledge on the macrobioerosion traces that appear in molluscan shells of the Würmian (Upper Pleistocene) of the Catalan coast. The samples come from three large areas at Palamós, Blanes and the Ebre Delta, and have been obtained at depths between 70 and 425 m above the marine platform through the trawls of the fishing boats that work there. The most abundant species are the bivalves *Arctica islandica* and *Chlamys islandica* and the gastropods *Buccinum undatum* and *Neptunea contraria*. Up to 22 ichnotaxa corresponding to macrobioerosion have been identified, of which 17 have never been reported in these shells. The most common traces are identified as the ichnospecies *Entobia* spp., *Maeandropolydora sulcans*, *Umbichnus inopinatus*, *Camarichnus* isp., *Centrichnus concentricus* and *Oichnus* spp., which obey to different ecological behaviors. *C. concentricus* and *C. eccentricus* are studied with special detail. Ichnological information contributes to improving and expanding knowledge about benthic biodiversity during the last glacial period of the Mediterranean and about biological interactions in the geological past.

Keywords: Würm, Pleistocene, bioerosion, macrobioerosion, ichnology, Catalonia, mollusks, Mediterranean Sea.

A la plataforma marina de la costa catalana existeixen dipòsits sedimentaris submarins força extensos amb abundants restes de mol·luscs marins que hi van viure durant el període glacial Würm (Pleistocè superior).

La glaciació würmiana representa el darrer episodi fred que, amb oscil·lacions, va afectar l'Hemisferi Nord europeu entre fa 110.000 i 9.600 anys. Els fòssils dels dipòsits de les costes catalanes provenen en concret de

finals de l'estatge climàtic fred anomenat Dryas (Dryas recent o *Younger Dryas*), que va tenir lloc entre fa uns 12.800 i 11.500 anys (Berger, 1990).

Després de les primeres cites d'autors com Pruvot & Robert (1897), Maluquer (1916), Bourcart (1955), Mars (1958) i Barbaza (1971), aquests fòssils pleistocens han estat estudiats des del punts de vista taxonòmic (Martinell & Julià, 1973; Domènech & Martinell, 1980; Martinell et al., 1986), de la macrobioerosió (Martinell

& Domènech, 1981; Martinell et al., 1986) i de la microbioerosió (Wissihak & Porter, 2006; Molinu, 2015). En aquest treball se'n revisa i actualitza la informació icnològica, en concret la referent a la macrobioerosió.

La icnologia estudia les evidències de l'activitat dels organismes (desplaçament, alimentació, habitatge) a partir de les traces que produeixen (petjades, rastres, rascades, orificis). Quan aquestes activitats han tingut lloc dintre o fora un substrat tou (fangs, sorres, etc.), es parla de bioturbació. Si es van enregistrar en substrat dur, fos d'origen inorgànic (roca) o orgànic (conquilla, os, fusta), aleshores es parla de bioerosió. És d'aquest tipus d'activitat que es tractarà en aquest treball.

Les traces de bioerosió representen comportaments molt diversos, com ara la locomoció (*repichnia*), l'habitació (*domichnia*), la cerca d'aliment (*pascichnia*), la mateixa alimentació (*fodidichnia*), la fixació (*fixichnia*) o la depredació (*praedichnia*). L'activitat es pot realitzar dintre o sobre del substrat, i respon a comportaments sèssils o vàgils (puntuals o no). De traces de bioerosió, se'n troben tant en medis aquàtics (marins i d'aigua dolça) com terrestres.

Alguns exemples d'activitat bioerosiva serien els forats que fan alguns cargols sobre altres mol·luscs per menjar-se'ls, els caus que excaven els dàtils de mar als penya-segats, les rascades de les dents dels depredadors sobre els ossos de les preses o les excavacions de les larves d'insectes a troncs d'arbre, entre molts d'altres.

Els organismes erosionen mitjançant la dissolució química o l'atac mecànic. En tots dos casos, produeixen forats, rascades, dissolucions, etc. que es poden observar en esquelets (coralls, conquilles, ossos), substrat vegetal (fulles, fusta) o substrat lític. La bioerosió química s'observa sobre tot en carbonats (com les conquilles), mentre que la mecànica apareix en una gran varietat de substrats (orgànics i inorgànics). L'estudi d'aquests comportaments a l'actualitat permet interpretar-ne l'existència en el passat a través del registre geològic i paleontològic que n'ha quedat (Martinell, 1989).

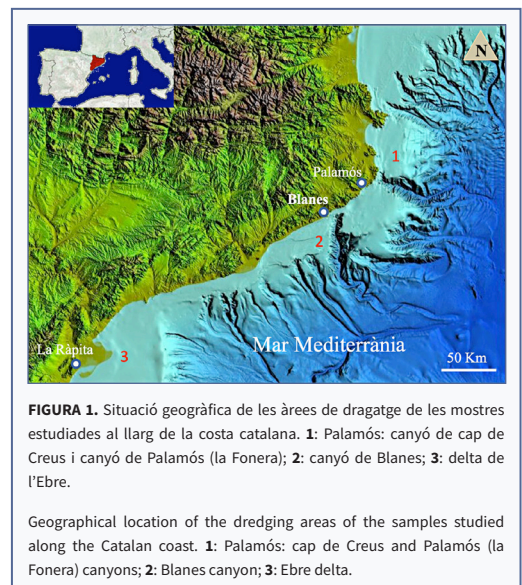
Pràcticament tots els tàxons comprenen grups amb activitat erosiva, des dels cianobacteris i els fongs fins els mamífers passant pels diversos fil·lus vegetals i animals. L'estudi de la bioerosió (igualment com el de la bioturbació) resulta de gran interès en el camp de la paleontologia i la geologia per motius diversos, com

ara: a) dona evidència de grups sense esquelet rígid que no han deixat altre tipus de registre fòssil i així també aporta informació sobre la biodiversitat de les comunitats del passat, b) contribueix al coneixement de l'evolució dels metazous, c) permet interpretar les relacions ecològiques entre tàxons del passat, és a dir, com interaccionaven entre si i quins comportaments vitals desplegaven, contribuint a la comprensió de les estructures tròfiques, d) aporten informació per traçar línies de costa antigues, paleobatimetries i paleotemperatures, i e) el producte de la bioerosió són grans de mides concretes que col·laboren en la formació dels sediments (Davidson et al., 2018).

Dintre la bioerosió resulta pràcticament diferenciar entre micro- i macrobioerosió atès que requereixen mètodes d'estudi ben diferents, tot i que els límits a vegades se sobreposen (vegeu el cas de les perforacions d'esponges, per exemple).

### Situació geogràfica i geològica

Els dipòsits würmians del NE de la península Ibèrica (entre el cap de Creus i el delta de l'Ebre) són accessibles indirectament als canyons submarins o als ventalls deltaics, prop del talús de la plataforma marina i a profunditats entre 70 i 425 m. Les fonts del material fòssil han estat quatre principals localitats, de nord a sud: els canyons del cap de Creus i Palamós (també conegut com la Fonera) (Alt Empordà), el canyó de





Blanes (la Selva) i els lòbuls deltaics del delta de l'Ebre (el Montsià-el Baix Ebre) (Fig. 1).

La plataforma continental del NE de la península Ibèrica ha estat molt estudiada des de les perspectives geomorfològica, estructural, sedimentològica i oceanogràfica, en especial els darrers anys (Canals et al., 2006; Palanques et al., 2006; Lastras et al., 2007; DeGeest et al., 2008; Durán et al., 2013, 2014; Tubau et al., 2015; Payo-Payo et al., 2017; Paradis et al., 2018; entre d'altres). D'aquesta manera, hom disposa d'abundant informació sobre els corrents marins, el transport de sediment al llarg de la costa i en els canyons submarins, els efectes en cascada, les afectacions mediamientals, etc.

Aquesta plataforma es caracteritza per nombrosos, llargs i a vegades profunds canyons que tallen el talús continental, l'origen dels quals s'atribueix en gran part als processos erosius relacionats amb la baixada de la línia de costa durant el període würmià. Aquests canyons s'han excavat en diferents materials, incloent-hi els sediments no consolidats depositats durant el Würm, i estan sota un constant procés de desmantellament a causa dels corrents marins.

El canyó del cap de Creus se situa en l'extrem sud-occidental del golf de Lleó. La plataforma continental en aquest golf és ampla i apareix tallada per nombrosos canyons, encara que s'estreny molt ràpidament en direcció al mateix cap de Creus. El canyó de Palamós (també conegut com la Fonera) es troba a uns 50 km al SSO del cap de Creus. Les conquilles han estat recol·lectades a una distància d'entre 1 i 4 milles de la costa i el material reposava en ambdós canyons a profunditats entre 250 i 425 m.

La tercera localitat de recol·lecció és el canyó de Blanes, un dels més amples de la mar Catalana (Canals et al., 2006), situat uns 60 km al SO de Palamós. En ell, els materials pleistocens consisteixen principalment en una lumaquella de mol·luscs força consolidada (Barbaza, 1971).

La localitat del delta de l'Ebre és la més meridional de les quatre i va ser identificada per primera vegada per Verdaguer (1983). Els lòbuls deltaics würmians es troben actualment sobre la plataforma continental, a uns 70 m de profunditat (Martinell et al., 1986).

Froget et al. (1972) van obtenir una edat de -12.000 AP per a les conquilles del canyó del cap de Creus. Aquest resultat situa efectivament les mostres al final del

darrer període glacial europeu (estatge climàtic Dryas). Verdaguer (1983) va datar els lòbuls deltaics fossilífers del delta de l'Ebre també com a würmians (en concret, del Würm IV). I. Matías i J. Alborch (in Martinell et al., 1986) van identificar nanoplàncton marí i foraminífers indicadors d'aigües fredes en sediments extrets de l'interior de conquilles tancades d'*Arctica islandica* (Linné, 1767) procedents d'aquests lòbuls.

## Metodologia

Les conquilles estudiades s'han obtingut gràcies a l'activitat pesquera de les flotes basades als ports de Palamós (el Baix Empordà), Blanes (la Selva) i la Ràpita (el Montsià). En tots els casos, el material ha estat recol·lectat mitjançant tècniques d'arrossegament destinades a la captura de la gamba vermella de profunditat [*Aristeus antennatus* (Risso, 1816)] a les localitats septentrionals, i del llagostí [*Nephrops norvegicus* (Linné, 1758)] a la zona del delta de l'Ebre. Durant l'arrossegament, les xarxes també capturen conquilles pleistocenes en passar pels nivells fossilífers que afloren en profunditat.

Per aquest treball, les conquilles recol·lectades als canyons de cap de Creus i de Palamós s'han considerat com d'una localitat única (Palamós, el port de descàrrega). La seva proximitat geogràfica i la dificultat en alguns casos de poder-ne confirmar la procedència així ho aconsellen, mentre que la unificació no compromet els resultats de l'estudi.

El material estudiat és acumulatiu, és a dir, no procedeix d'un sol dia de pesca, sinó que forma part de nombrosos lots recol·lectats al llarg de les darreres dècades. En total, s'han pogut analitzar unes 400 conquilles, entre gasteròpodes i bivalves. Per al senzill estudi biomètric efectuat s'han utilitzat solament els exemplars obtinguts en la remesa de l'hivern 2021-22.

La identificació de les traces s'ha dut a terme mitjançant l'observació directa, amb lupes binoculars i a través de radiografies. Els exemplars mesurats per aquest treball ho han estat amb un peu de rei digital Qfun, amb una precisió de 0,01 mm.

El gruix del material analitzat forma part de la col·lecció Martinell-Domènech depositada al Museu de Ciències Naturals de Barcelona i a la col·lecció d'icnologia del Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, de la Universitat de Barcelona. Ambdues col·leccions es troben en procés de catalogació.

### Consideracions tafonòmiques

El mètode d'obtenció de les conquilles (dragat mitjançant les arts de pesca) resulta de gran utilitat pràctica, però implica qüestions tafonòmiques a considerar i que ja foren assenyalades per Domènech et al. (1982):

És difícil determinar amb precisió la localització de les mostres ja que l'àrea escombrada pels pescadors durant les jornades de treball és àmplia tant pel que fa a l'extensió superficial com en batimetria.

No sempre és fàcil diferenciar entre les conquilles corresponents a organismes actuals morts i els representants fòssils del Würm, ja que es troben barrejades. La barreja podria obeir a causes diferents: els sediments contenen tafocenosis promediades pel temps (*time-averaged*, sensu Kidwell & Bosence, 1991) i conquilles actuals infiltrades i/o que s'han barrejat a les mateixes xarxes dels ormejos de pesca. Per tant, quan es consideren espècimens que corresponen a espècies amb representants actuals en el mar Mediterrani, cal actuar amb precaució. El bivalve *Glossus humanus* (Linné, 1758) n'és un bon exemple ja que es tracta d'una espècie eminentment boreal que actualment habita també les aigües profundes de la mar Mediterrània.

Altres restriccions tafonòmiques es relacionen amb

la naturalesa dels dipòsits. Les conquilles es recuperen en diferents estats de preservació. La gran majoria apareixen senceres, però sovint abrasonades i/o incrustades per epizous (serpúlids, per ex.), la qual cosa dificulta l'observació de la bioerosió (sobretot, la microbioerosió). Només al delta de l'Ebre i -extraordinàriament- a Palamós es troben bivalves amb les conquilles tancades (tant de tàxon endobentònics - *Arctica*, per ex.- com epibentònics - *Chlamys*, per ex.), la qual cosa indica un grau de transport biostratigràfic baix o nul, i probablement un enterrament ràpid.

Cal observar també que els nivells pleistocens considerats són bàsicament sediments no consolidats que han pogut patir els efectes dels corrents. Això indica un transport més o menys significatiu al llarg del talús i l'afectació possible per bioerosionadors actuals, ja que els fòssils segueixen en contacte amb aigües marines. Per tots aquests motius, les interpretacions relatives a la bioerosió han de ser molt cauteloses.

### La malacofauna würmiana

Els sediments würmians contenen concentracions de conquilles de mol·luscs pertanyents a espècies d'aigües fredes que actualment només habiten a mars més septentrionals, és a dir, d'aigües més fredes que les

| ESPÈCIES   | CC/P | B | DE |
|--|------|---|----|
| <i>Capulus hungaricus</i> (Linné, 1758)            | X    |   |    |
| <i>Lunatia helicina</i> (Brocchi, 1714)            | X    |   |    |
| <i>Buccinum undatum</i> (Linné, 1785)              | X    |   | X  |
| <i>Buccinum humphreysianum</i> (Bennett, 1825)     | X    |   | X  |
| <i>Colus islandicus</i> (Mohr, 1786)               | X    |   | X  |
| <i>Neptunea contraria</i> (Linné, 1771)            | X    |   | X  |
| <i>Modiolus modiolus</i> (Linné, 1758)             | X    | X | X  |
| <i>Chlamys islandica</i> (Müller, 1776)            | X    |   | X  |
| <i>Pseudamussium septemradiatum</i> (Müller, 1779) | X    | X |    |
| <i>Acanthocardia echinata</i> (Linné, 1758)        | X    | X |    |
| <i>Arctica islandica</i> (Linné, 1767)             | X    | X | X  |
| <i>Glossus humanus</i> (Linné, 1758)               | X    |   | X  |
| <i>Venus casina</i> (Linné, 1767)                  | X    |   |    |
| <i>Panomya norvegica</i> (Spengler, 1793)          | X    | X |    |

**TAULA 1.** Fauna malacològica recol·lectada a les localitats submarines plistocenes de la costa catalana. CC/P: àrea dels canyons de cap de Creus i Palamós (la Fonera); B: àrea del canyó de Blanes; DE: àrea del delta de l'Ebre (actualitzat a partir de Domènech & Martinell, 1980).

Malacological fauna collected in the Catalan coast Pleistocene submarine localities. CC/P: cap de Creus and Palamós (la Fonera) canyons area; B: Blanes canyon area; DE: Ebre delta canyon area (updated from Domènech & Martinell, 1980).

actuals de la Mediterrània, o en aigües més profundes. Aquestes espècies van colonitzar els fons marins de plataforma de la Mediterrània durant el període fred i en van desaparèixer quan la temperatura de les aigües augmentà de nou.

La fauna malacològica würmiana de l'àrea del cap de Creus va ser descoberta a finals del segle XIX (Pruvot & Robert, 1897), tot i que l'estudi no es va iniciar fins mitjan segle XX (vegeu Martinell & Domènech, 1981; Martinell et al., 1986). Les publicacions més recents són les de Domènech & Martinell (1980, 1982), on es descriuen 13 espècies de mol·luscs a partir del material proporcionat pels pescadors dels ports de Palamós (el Baix Empordà) i Blanes (la Selva). Alhora, el material del delta de l'Ebre proporcionat pels pescadors de la Ràpita (el Montsià) comprèn 9 espècies de mol·luscs típiques d'aigües fredes, juntament amb diverses espècies més que actualment encara es troben al Mediterrani, tot i que en aigües més profundes (Martinell et al., 1986). Llistats més extensos que no pas aquests es troben a d'altres treballs. Per exemple, Mars (1958) hi cita 78 espècies, però moltes d'elles encara habiten en aigües de fondàries similars a la costa catalana. Com que no corresponen a tàxons d'aigües fredes, els equivalents recollits no s'han considerat per aquest treball.

La Taula 1 resumeix les associacions malacològiques identificades als nivells submarins pleistocens de cada localitat. En conjunt, representa una associació clarament d'aigües fredes, amb hostes boreals com *Arctica islandica* (Linné, 1767), *Panomya norvegica* (Spengler, 1793), *Chlamys islandica* (Müller, 1776), *Pseudamussium septemradiatum* (Muller, 1779), *Buccinum undatum* Linné, 1758 i *Neptunea contraria* (Linné, 1771) com a principals components (Domènech & Martinell 1980; Martinell et al., 1986). *A. islandica*, *Ch. islandica*, *P. septemradiatum*, *M. modiolus* (Linné, 1758), *G. humanus* (Linné, 1758) i *P. norvegica* són les espècies més abundants entre els bivalves, mentre que *N. contraria*, *B. undatum*, *B. humphreysianum* Bennett, 1825 i *Colus islandicus* (Mohr, 1786) constitueixen els gasteròpodes més comuns (Domènech & Martinell, 1982).

A continuació es comenten algunes característiques de les espècies més significatives de l'associació.

*Arctica islandica* (la cloïssa oceànica) ha estat la principal espècie-hoste considerada gràcies a la seva abundància local, la seva presència a totes les localitats analitzades i a la prou bona preservació de molts espècimens.

*A. islandica* és un bivalve venèrid (família Arctiidae) d'hàbit endobentònic, ben conegut per la seva longevitat, el seu interès paleoambiental i per ser un recurs de pesca, que actualment viu a fons submareals d'aigües entre temperades i boreals a ambdues costes de l'oceà Atlàntic (Schöne, 2013), la qual cosa li confereix el caràcter àrtic. Avui dia no es troba a la mar Mediterrània, tot i que sí que hi habitava durant el Pliocè superior i el Pleistocè. Les seves restes fòssils apareixen en fàcies d'aigües profundes (Cerulli-Irelli, 1908; Gignoux, 1913; Raffi, 1986; Emig & Geistdoerfer, 2004).

Les conquilles recol·lectades d'altres espècies de bivalves, com ara les dels ostreòideus *Chlamys islandica* (la vieira d'Islàndia) i *Pseudamussium septemradiatum* (fam. Pectinidae), també són localment abundants, tot i que el grau de preservació de molts exemplars només ha permès un estudi parcial de la microbioerosió. Es tracta d'espècies igualment boreals i absents avui dia de la mar Mediterrània. A diferència d'*A. islandica*, el seu hàbit de vida és epibentònic. *Ch. islandica* habita actualment a profunditats entre 20 i 60 m a l'Atlàntic Nord (Pedersen, 1994), mentre que *P. septemradiatum* ho fa a la plataforma externa, i arriba als 200 m de profunditat.

El mitíl·lid *Modiolus modiolus* (fam. Mytilidae) és una espècie encara present al Mediterrani, tot i que poc abundant. Apareix a la zona litoral, sobre fons fangosos i detrítics. Durant el Pliocè, en canvi, havia estat una espècie de fondària.

El venèrid *Glossus humanus* (fam. Glossidae) ocupa substrats fangosos o d'arena fina a profunditats entre 7 i 250 m, però especialment més avall dels 50 m. Tot i que també es tracta d'una espècie d'aigües fredes, encara habita actualment en aigües profundes del mar Mediterrani. Per tant, algunes conquilles recol·lectades podrien correspondre a individus més recents que no pas els clarament würmians.

El miòid *Panomya norvegica* (fam. Hiatellidae) va arribar al Mediterrani des d'aigües més septentrionals durant el Quaternari, i en va desaparèixer després de la darrera glaciació. Actualment es troba a totes dues ribes de l'Atlàntic nord i és pròpia d'aigües profundes.

Els neogasteròpodes *Buccinum undatum*, *B. humphreysianum* i *Neptunea contraria* (fam. Buccinidae) són molt rars actualment al Mediterrani i es troben solament en aigües de gran profunditat, en especial *B. undatum*. La seva distribució geogràfica correspon sobretot a l'Atlàntic nord i mars adjacents. L'altra

espècie de neogasteròpode present és *Colus islandicus* (Mohr, 1786) (fam. Colidae), amb presència actual restringida a l'Atlàntic nord.

La malacofauna fòssil està acompanyada per restes d'altres invertebrats, com ara coralls ahermatípics, altres molluscs i briozous. Seguint les consideracions tafonòmiques abans esmentades, cal indicar que alguns espècimens de la fauna acompanyant podrien correspondre a comunitats holocenes establertes després de

la recuperació del període glacial, però resulta impossible discriminar-los.

## La bioerosió en les conquilles würmianes

### La microbioerosió

El present treball se centra en la macrobioerosió, però l'estudi quedaria incomplet si no s'hi incorporessin dades relatives a la microbioerosió. Puntualment,

| Ichnoespècie   | Productors             | Palamós | Blanes | Delta |
|--|------------------------|---------|--------|-------|
| <i>Scolecia filosa</i> Radtke, 1991                            | cianobacteris          | X       | X      |       |
| <i>Ichnoreticulina elegans</i> (Radtke, 1991)                  | algues cloròfites      | X       | X      |       |
| <i>Saccomorpha clava</i> Radtke, 1991                          | fongs                  | X       | X      | X     |
| <i>Saccomorpha stereodiktyon</i> Golubic et al., 2014          | fongs                  | X       |        |       |
| <i>Polyactina araneola</i> Radtke, 1991                        | fongs                  | X       | X      | X     |
| <i>Flagrichnus baiulus</i> Wisshak & Porter, 2006              | fongs                  | X       | X      | X     |
| <i>Semidendrina pulchra</i> Bromley et al., 2007               | foraminífers           | X       | X      | X     |
| <i>Orthogonum lineare</i> Glaub, 1994                          | desconeguts            | X       | X      |       |
| <i>Dendrina</i> isp.   | foraminífers           | X       | X      |       |
| <i>Dyctiaporus</i> isp.  | foraminífers           | X       | X      |       |
| <i>Camarichnus subrectangularis</i> Santos & Mayoral, 2006 (*) | foraminífers           | X       |        |       |
| <i>Camarichnus</i> isp. (*)                                    | foraminífers           | X       | X      |       |
| <i>Entobia mikra</i> Wisshak, 2008                             | esponges clionàides    | X       | X      | X     |
| <i>Entobia</i> ispp.   | esponges clionàides    | X       | X      | X     |
| <i>Maeandropolydora sulcans</i> Voigt, 1965                    | poliquets espioníds    | X       | X      | X     |
| <i>Caulostrepsis taeniola</i> Clarke, 1908 (*)                 | poliquets espioníds    | X       | X      |       |
| <i>Renichnus arcuatus</i> Mayoral 1987 (*)                     | poliquets serpúlids    |         | X      |       |
| <i>Sulcichnus</i> isp. (*)                                     | poliquets eunícids     | X       | X      | X     |
| <i>Talpina ramosa</i> Hagenow, 1840 (*)                        | poliquets; forònids    | X       | X      |       |
| <i>Centrichnus concentricus</i> Bromley & Martinell, 1991      | cirrípedes verrúcids   | X       | X      | X     |
| <i>Caedichnus spiralis</i> Stafford, 2015 (*)                  | crustacis decàpodes    | X       | X      | X     |
| <i>Gastrochaenolites</i> isp. (*)                              | bivalves gastrocaènids | X       | X      |       |
| <i>Oichnus simplex</i> Bromley, 1981 (*)                       | gasteròpodes murícids  | X       |        | X     |
| <i>Oichnus paraboloides</i> Bromley, 1981 (*)                  | gasteròpodes natícids  |         |        | X     |
| <i>Radulichnus inopinatus</i> Voight, 1977                     | gasteròpodes           | X       |        |       |
| <i>Centrichnus eccentricus</i> Bromley & Martinell, 1991       | bivalves anòmiids      | X       | X      | X     |
| <i>Finichnus peristroma</i> (Taylor et al., 1999) (*)          | briozous queilostòmats | X       | X      |       |
| <i>Pinaceocladichnus onubensis</i> Mayoral, 1988 (*)           | briozous ctenostomes   |         | X      |       |
| <i>Iramena bonaresi</i> Mayoral, 1988 (*)                      | briozous ctenostomes   | X       |        |       |
| <i>Gnathichnus pentax</i> Bromley, 1975                        | equínids regulars      | X       | X      |       |
| <i>Umbichnus inopinatus</i> Martinell et al., 1999 (*)         | desconeguts            | X       | X      | X     |

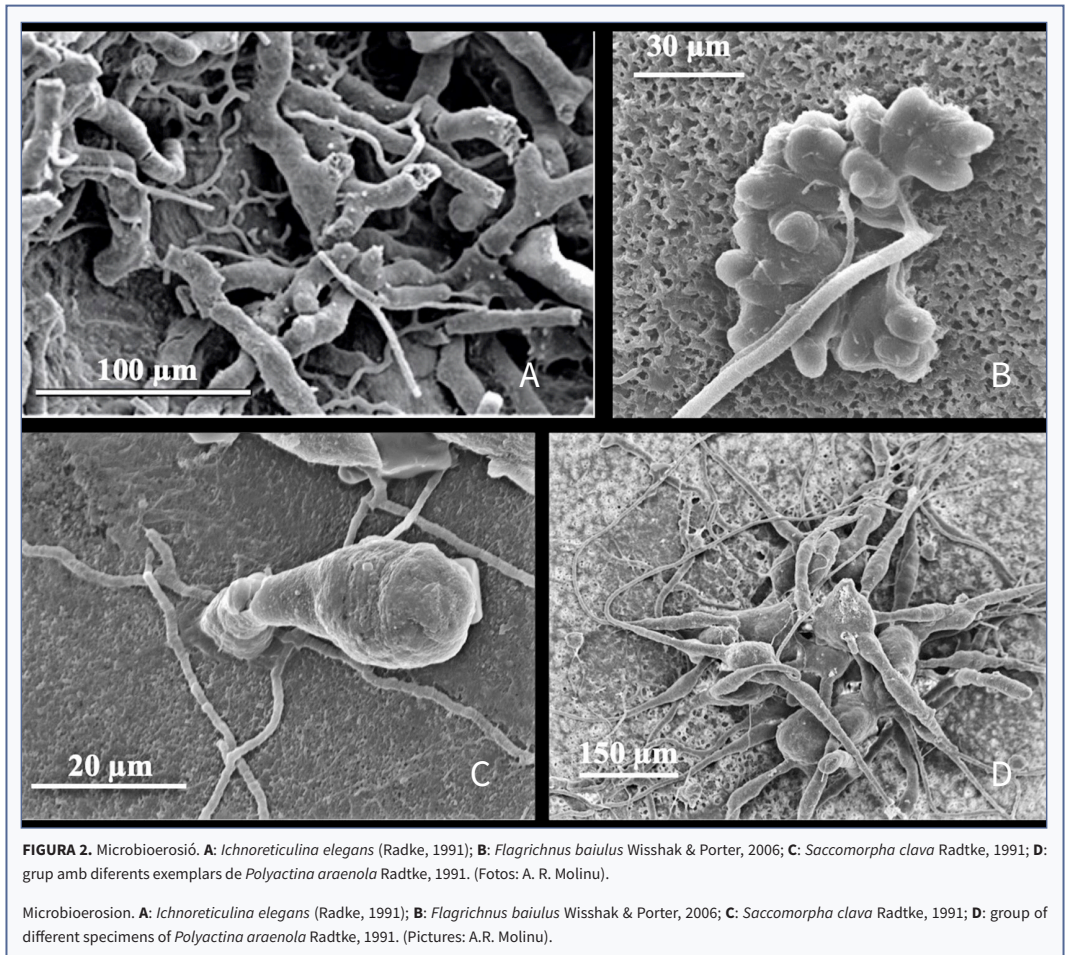
**TAULA 2.** Llista general i distribució en la zona d'estudi de les ichnoespècies identificades. (\*): primera cita.

General check-list and distribution of the identified ichnospecies within the studied area. (\*): first record.

Wisshak & Porter (2006) van utilitzar una conquilla procedent de Palamós en la descripció d'un icnogènere i d'una icnoespècie noves (*Flagrichnus profundus*). Més tard, Molinu (2015) va estudiar la microbioerosió de manera exhaustiva en conquilles dels bivalves *A. islandica*, *Ch. islandica*, *P. septemradiatum* i *G. humanus* de les mateixes localitats que en el present treball, i va identificar-hi 22 microicnotàxons. D'ells, 5 corresponen a traces produïdes per cianobacteris, bacteris i algues cloròfites fotoautòtrofs, mentre que les restants 17 corresponen a traces de microendolits heteròtrofs. No es va observar regularitat en la distribució de les traces a les mostres, ni per localitats ni per les espècies de bivalves que en constitueixen el substrat. Només les 8 icnoespècies més representades s'han afegit a la taula general de la bioerosió (Taula 2) (Fig. 2A-D).

Les microperforacions atribuïdes a fotoautòtrofs apareixen de forma molt esporàdica. Només *Scolecia filosa* Radtke, 1991 és abundant en conquilles de *P. septemradiatum* de cap de Creus i *Ichnoreticulina elegans* (Radtke, 1991) en valves de *Ch. islandica* de Palamós. Les perforacions de fotoautòtrofs són més abundants en els bivalves epibentònics (*Ch. islandica* i *P. septemradiatum*), i esporàdicament se'n troben en valves d'*Arctica islandica* (endobentònica).

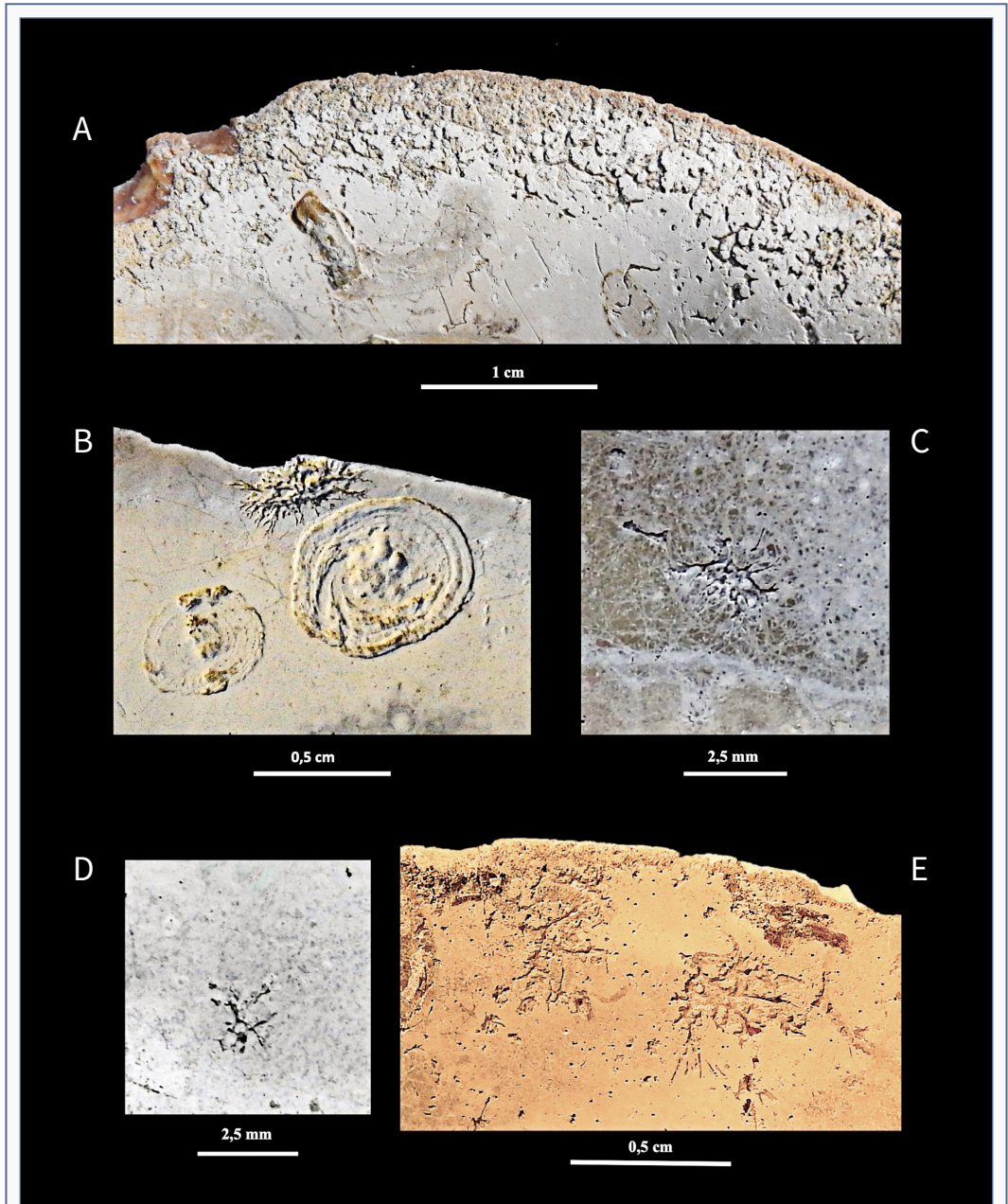
En conjunt, les microperforacions percentualment més abundants són *Saccomorpha clava* Radtke, 1991, *S. stereodiktyon* Golubic et al., 2014, *Semidendrina pulchra* Bromley et al., 2007 i *Entobia mikra* Wisshak, 2008, produïdes per heteròtrofs. En aquests casos, no hi ha diferències en els bivalves-hoste, siguin endo-epibentònics.





**FIGURA 3.** Impressions de foraminífers i rascades d'equínids sobre *A. islandica*. **A-B,E:** *Camarichnus*, petites depressions (vegeu fletxes) causades per la fixació de foraminífers bentònics (en aquests casos, Fam. Cibicides) a les cares externa (**A**) i interna (**B,E**) de sengles valves, Palamós; **C:** *Gnatichnus pentax*, rascades produïdes per l'acció de l'aparell bucal i/o les radioles d'un equínid regular sobre una impressió muscular anterior, Blanes; **D:** *Camarichnus subrectangularis*, petita depressió causada per la fixació de foraminífers bentònics a la cara interna d'una valva, Palamós; **F:** *G. pentax*, rascades produïdes per l'acció de l'aparell bucal i/o les radioles d'equínids regulars sobre una impressió muscular anterior, Palamós.

Foraminiferan scars and echinoid scratches on *Arctica islandica*. **A-B,E:** *Camarichnus*, small depressions (see arrows) due to the benthic foraminifera fixation (in these examples, Fam. Cibicides) at the outer (**A**) and inner (**B,E**) sides of the valves, Palamós; **C:** *Gnatichnus pentax*, scratches produced by the activity of the buccal apparatus and/or spines of regular echinoids, on an anterior muscle scar, Blanes; **D:** *Camarichnus subrectangularis*, small depressions due to the fixation of benthic foraminifera, on the inner side of a valve, Palamós; **F:** *G. pentax*, scratches produced by the activity of the buccal apparatus and/or spines of regular echinoids, on an anterior muscle scar, Palamós.



**FIGURA 4.** Traces de grups diversos sobre la cara interna de valves d'*Arctica islandica*. **A:** marge ventral d'una valva amb *Dictyoporus* (productors: foraminífers?), Blanes; **B:** marge ventral d'una valva amb dos *Centrichnus concentricus* (productors: cirrípedes verrúcids) i *Dendrina* (productors: foraminífers?), Blanes; **C:** interior de la valva amb *Talpina ramosa* (productors: forònids), Palamós; **D:** interior de la valva amb *Talpina ramosa* (productors: forònids), Blanes; **E:** marge ventral d'una valva amb *Dictyoporus* (productors: foraminífers?), Palamós.

Traces of several groups on the inner side of *Arctica islandica* valves. **A:** ventral margin of a valve with *Dictyoporus* (producers: foraminiferans?), Blanes; **B:** ventral margin of a valve with two *Centrichnus concentricus* (producers: verrucid cirripedes) and *Dendrina* (producers: foraminiferans?), Blanes; **C:** inner side of a valve with *Talpina ramosa* (producers: phoronids), Palamós; **D:** inner side of a valve with *Talpina ramosa* (producers: phoronids), Blanes; **E:** ventral margin of a valve with *Dictyoporus* (producers: foraminiferans?), Palamós.

## La macrobioerosió

A les conquilles recol·lectades ressalta la presència de traces de macrobioerosió i incrustació degudes a l'activitat d'organismes diversos. Estudis previs són els realitzats per Martinell & Domènech (1981), Martinell et al. (1986) i Bromley & Martinell (1991). La Taula 2 mostra el llistat dels icnotàxons identificats a les diferents localitats. Les traces bioerosives dels tipus *domichnia* (*Entobia*, *Maeandropolydora*, *Umbichnus*)-degudes a endoesqueletozous- i *fixichnia* (*Camarichnus*, *Centrichnus*) i *praedichnia* (*Oichnus*)-causades per epiesqueletozous- són els icnogèneres més ben representats dintre i damunt d'aquestes conquilles pleistocenes. Entre els incrustants sobresurten els tubs de poliquets serpúlids.

A continuació es comenten els principals icnotàxons presents a les mostres, agrupats en funció dels productors quan així ha estat possible. Cal senyalar que l'ordre de les figures no sempre és correlatiu atès que moltes conquilles presenten traces de grups dispars que és menester mencionar.

*Impressions de foraminífers:* Martinell & Domènech (1981) ja van assenyalar en aquests materials les impressions degudes a foraminífers. Aquestes marques, comunes en conquilles de Palamós i de Blanes, són similars a les figurades per Vénec-Peyré (1996) en substrats esquelètics de la Polinèsia francesa -produïdes per diferents espècies de foraminífers aglutinats-, per Neumann & Wisshak (2006) en conquilles de la costa oest de Noruega -produïdes pel foraminífer d'hàbit paràsit *Hyrokin sarcophaga* Cedhagen, 1994 (fam. Rossalinidae)-, i per Wisshak & Rüggenberg (2006) en substrat carbonàtic experimental al Sud de Suècia -produïdes pel foraminífer bentònic *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798) (fam. Cibicidae). Santos & Mayoral (2006) van descriure traces de foraminífers de la superfamília Planorbuloidea en valves d'ostres del Pliocè d'Estepona, i proposaren els nous icnogèneres *Camarichnus* i *Canalichnus*. Les impressions observades en el material del Würm en estudi coincideixen amb les descrites per aquests autors: *Camarichnus* isp. en valves d'*A. islandica* de Palamós i Blanes (Fig. 3A-B, E), i *C. subrectangularis* Santos & Mayoral, 2006 a la cara interna d'una valva d'*A. islandica* del sector de Palamós (Fig. 3D). També s'hi han identificat perforacions dendriformes com ara *Dictyoporus* isp. (Fig. 4A, E) i *Dendrina* isp. (Fig. 4B), atribuïbles a l'acció de foraminífers, i *Talpina ramosa* von

Hagenow, 1840 (Fig. 4C-D) que es relaciona amb l'acció de cucs forònids (Voigt, 1972). Vegeu Wisshak (2017) per un estudi taxonòmic detallat de les perforacions dendriformes en substrats calcaris.

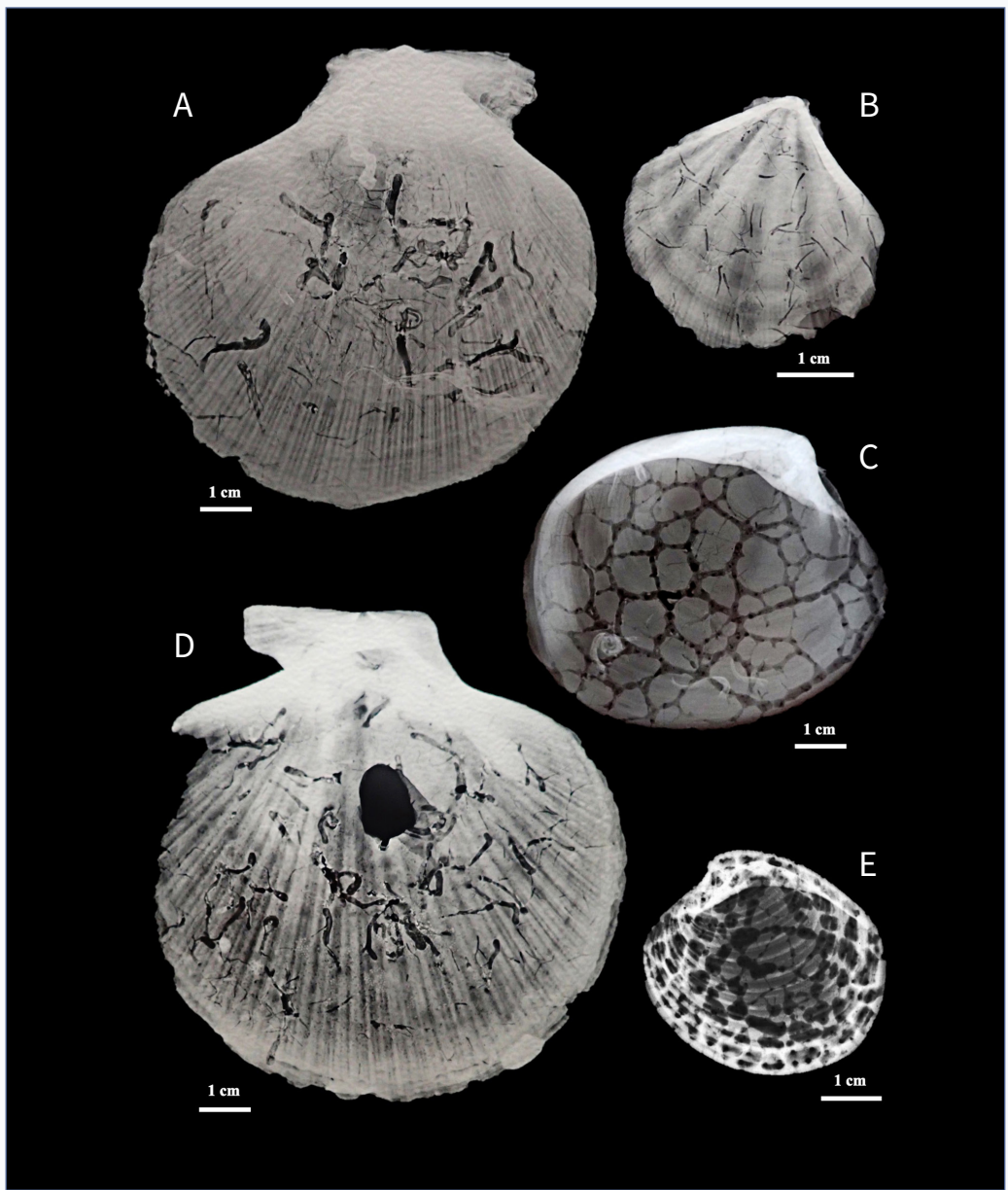
*Entobia:* Les esponges perforants (endolítiques) pertanyen quasi en exclusiva a la fam. Clionidae, i *Entobia* n'és l'icnogènere més representatiu (Bromley, 2004). Les perforacions constitueixen una xarxa compacta de cambres arrodonides connectades per canals. Unes i altres varien molt en mida i característiques superficials. Bromley & D'Alessandro (1989) proposaren tota una sèrie d'icnospècies, només identificables a partir de motllos de les perforacions, ja siguin naturals (Belaústegui et al., 2018) o artificials. L'ús de Raigs-X permet observar les xarxes i les mides de cambres i túnels, però no amb prou claredat els seus detalls diferencials (Fig. 5C, E). Per aquest motiu s'ha deixat la identificació de les macroperforacions d'esponges a nivell icnogènèric, reconeixent però la presència de diferents morfologies. En superfície, les conquilles perforades per esponges presenten tot un seguit de petits orificis disposats regularment que corresponen a les obertures de la xarxa (Fig. 6A-E).

Les esponges infesten generalment substrats lítics o esquelètics morts. Quan la infestació es dona sobre conquilles de mol·luscs vius, aquests poden respondre amb la formació d'unes inflamacions a la zona interna de la conquilla per evitar que la perforació afecti les parts toves (Breton et al., 2017). A la Fig. 6B, D se n'observa exemples en conquilles de *M. modiolus* i d'*A. islandica*

*Traces de poliquets espioníds:* *Trypanites* isp. (Fig. 5B), *Caulostrepsis taeniola* Clarke, 1906 i *Maeandropolydora sulcans* Voigt, 1965 (Figs. 5A, D; 7A, E; 8B, E-F) són força abundants, especialment en les conquilles de bivalves. Aquestes traces són túnels únics de morfologies més o menys senzilles que corresponen a organismes endobionts i, per tant, només són visibles bé quan la closca està erosionada, bé amb l'ús de Raigs-X (Fig. 5).

*Traces de poliquets eunícids:* a diferència del cas anterior, les traces de poliquets eunícids són solcs oberts damunt la superfície de les conquilles i, per tant, més fàcils d'observar. Apareixen en valves de bivalves (*A. islandica*, per exemple) (Fig. 7A-D, F) i en gasteròpodes (Fig. 8A-C). Martinell & Domènech (2009a) anomenaren aquestes traces *Sulcichnus*. Es tracta de solcs llargs simples, a vegades ramificats, sinuosos, que recorren





**FIGURA 5.** Radiografies de conquilles perforades de bivalves. **A:** valva dreta de *Chlamys islandica* amb *Maeandropolydora sulcans*, túnels sinuosos a l'interior de l'esquelet (productors: anèl·lids), Palamós; **B:** valva esquerra de *Pseudamussium septemradiatum* amb *Trypanites*, perforacions simples, estretes i allargades (productors: anèl·lids), Palamós; **C:** valva dreta d'*Arctica islandica* amb *Entobia*, xarxa tridimensional formada per túnels i cambres (productors: esponges clonoides), Palamós; **D:** valva esquerra de *Ch. Islandica* amb *M. sulcans*, túnels sinuosos a l'interior de l'esquelet (productors: anèl·lids), Palamós; **E:** valva dreta de *Venus casina* amb *Entobia* de cambres més grans i túnels molt més fins que a C, Palamós.

X-rays of bored bivalve shells. **A:** right valve of *Chlamys islandica* with *Maeandropolydora sulcans*, sinuosoidal tunnels inside of the skeleton (producers: annelids), Palamós; **B:** left valve of *Pseudamussium septemradiatum* with *Trypanites*, narrow, elongate simple borings (producers: annelids), Palamós; **C:** right valve of *Arctica islandica* with *Entobia*, three-dimensional network formed by tunnels and chambers (producers: clonoid sponges), Palamós; **D:** left valve of *Ch. Islandica* with *M. sulcans*, sinuosoidal tunnels inside of the skeleton (producers: annelids), Palamós; **E:** right valve of *Venus casina* with *Entobia* of larger chambers and much more thinner tunnels than in C, Palamós.

la superfície del substrat. Van ser descrits per primera vegada sobre teques de coralls solitaris neogens, però apareixen en molts altres substrats, esquelètics o lítics.

*Traces de poliquets serpúlids*: els poliquets serpúlids construeixen tubs calcaris dintre dels quals viuen, fixats al substrat, sobre el qual en queden impressions. Es tracta de solcs arquejats de morfologies variables, disposats serialment, que s'identifiquen com la icnoespècie *Renichnus arcuatus* Mayoral, 1987. Els gasteròpodes vermèdits produeixen també solcs equivalents. Tot i que no abundants, han aparegut diversos exemplars en les mostres estudiades (Fig. 8D).

*Caedichnus*: els mol·luscs són una font d'alimentació pels crustacis decàpodes, com també pels vertebrats marins. Amb les seves pinces (o dents) trenquen les conquilles de gasteròpodes i bivalves per accedir a les parts toves. En ocasions, les preses aconseguen escapar a l'atac i sobreviure. Aleshores, regeneren l'esquelet esberlat, tot deixant una cicatriu. Les morfologies tan variables de les fractures han dificultat la denominació de les traces (Alexander & Dietl, 2003; Dietl et al., 2010). Stafford et al. (2015) revisen aquesta traça de tipus *praedichnia* i proposen nominar-la *Caedichnus spiralis*. No és una traça freqüent en les conquilles würmianes estudiades, però n'ha aparegut alguna d'esperàdica en gasteròpodes, atribuïble a decàpodes (Fig. 8A).

*Centrichnus*: aquest és un dels icnogèneres més recurrents a les conquilles recol·lectades. *Centrichnus* va ser definit per Bromley & Martinell (1991) en base a diversos espècimens recol·lectats a les localitats pleistocenes de cap de Creus i Palamós. Aquests autors nominaren dues icnoespècies diferents: *C. concentricus* Bromley & Martinell, 1991 atribuïda a les marques de fixació de cirrípedes verrúcids, i *C. eccentricus* Bromley & Martinell, 1991, una traça deguda a l'acció del bissus de bivalves anòmids. Bromley & Heinberg (2006) les inclouen en la seva revisió paleontològica sobre les estratègies de fixació dels organismes sobre substrats durs.

El material recol·lectat posteriorment ha permès profunditzar en l'estudi d'aquestes icnoespècies. En concret, s'han utilitzat els exemplars d'*A. islandica* (74), *M. modiolus* (14), *Glossus humanus* (22), *Chlamys islandica* (23), *Panomya norvegica* (17) *N. contraria* (20), *B. undatum* (27), i *B. humphreysianum* (16) obtinguts en la remesa de l'hivern 2021-22.

Encara que els presumibles productors pertanyen a dos grups taxonòmics diferents, aquestes traces reflecteixen aquí el comportament de fixació d'invertebrats suspensívors sobre un mateix substrat esquelètic i en el mateix ambient, la qual cosa en permet la comparació.

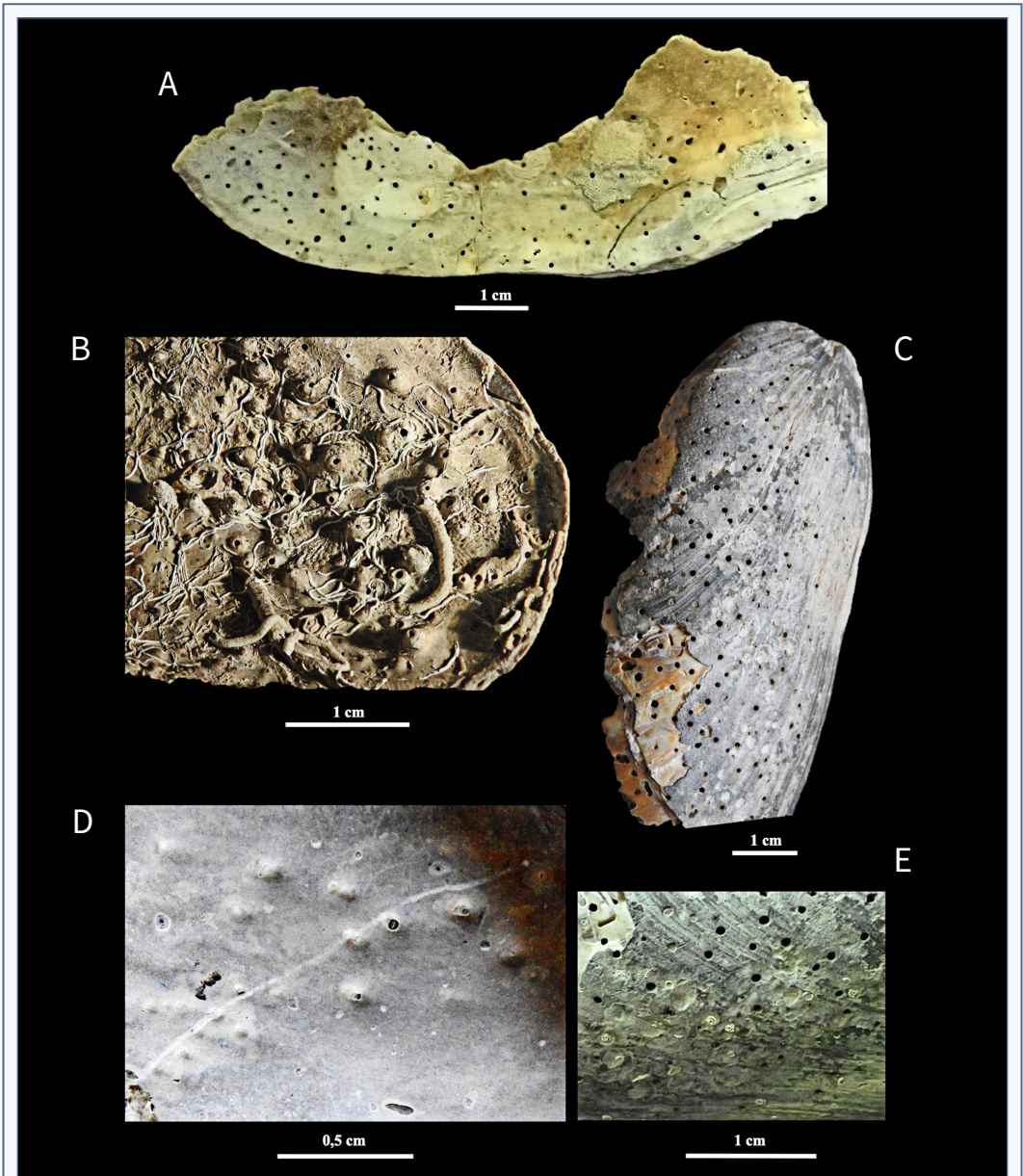
Ambdues icnoespècies apareixen a les tres àrees considerades, encara que a les conquilles de cap de Creus només s'ha detectat *C. concentricus*.

*C. concentricus* és una traça superficial formada per solcs anellats concèntrics. La presència d'impressions produïdes per cirrípedes verrúcids sobre substrat esquelètic ja fou assenyalada per Darwin l'any 1854 (Bromley & Martinell, 1991). Radwanski (1977) indica la presència d'aquestes traces en ostres del Miocè de Polònia i les atribueix a verrúcids, però no les anomena. Actualment, solament l'espècie *Verruca stroemia* (O. F. Müller, 1776) produeix aquest tipus d'impressions. Bromley & Martinell (1991) van descriure *C. concentricus* en base a una impressió a la cara interna d'una valva d'*A. islandica* de Palamós. L'holotip està depositat al Museu de la Universitat de Copenhaguen amb la sigla MGUH 19747.

En les mostres es troba tant sobre conquilles de gasteròpodes com de bivalves (Fig. 9A-F), encara que difereix en la seva distribució. Així, gairebé totes les espècies de mol·luscs de Palamós el presenten, però la seva presència queda limitada a dues espècies de bivalves a Blanes i a dues de gasteròpodes al delta de l'Ebre. *A. islandica* és l'espècie més abundant a totes les localitats, de manera que els comptatges s'han centrat especialment en ella. Entre els gasteròpodes, *N. contraria* és l'espècie que presenta un nombre més elevat de *Centrichnus*.

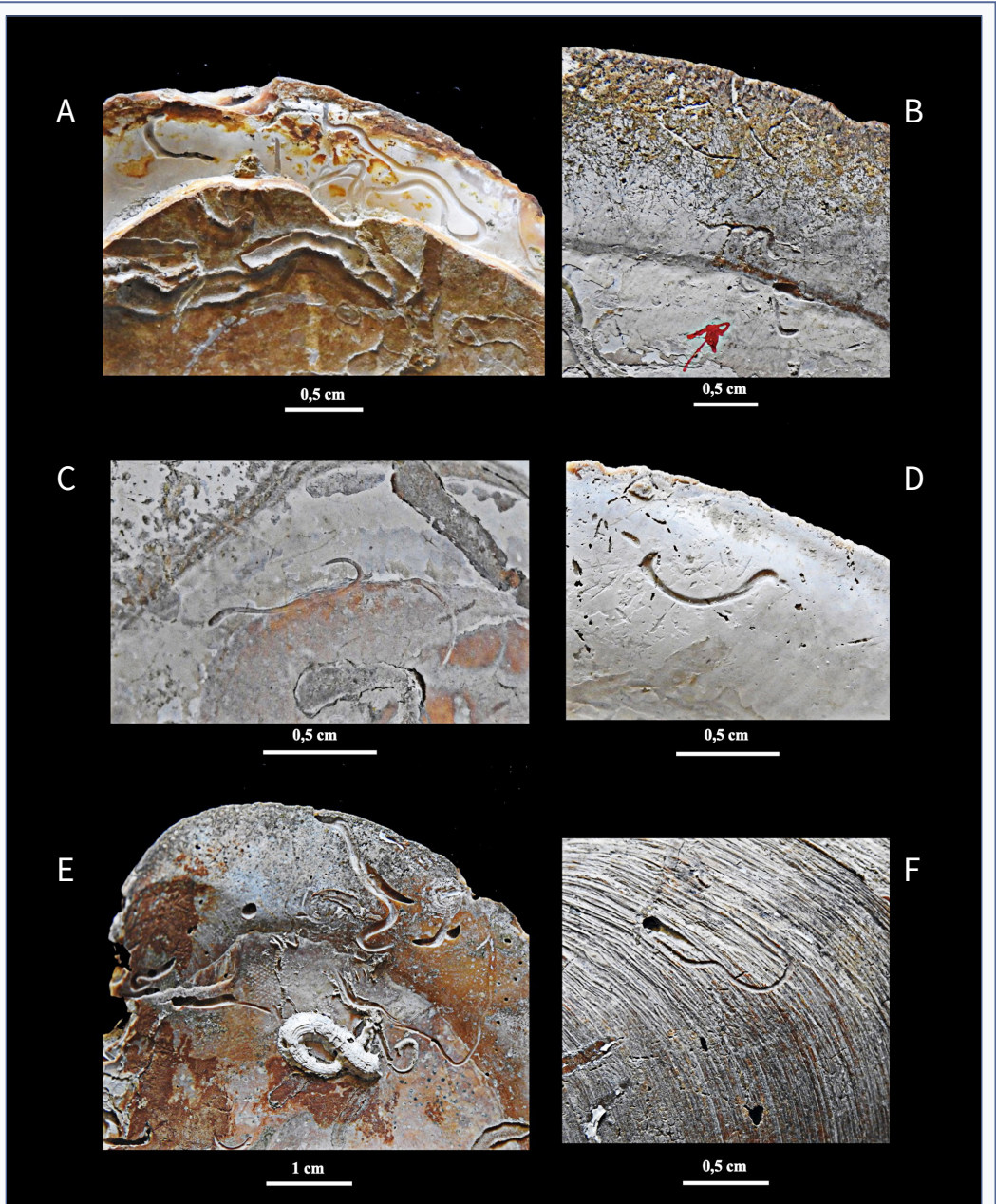
En el cas de les cares internes de les conquilles dels bivalves, *C. concentricus* se situa principalment al marge ventral (Fig. 9F, 10E). Quan es tracta de la cara externa, les impressions es distribueixen per tota la superfície de la conquilla (Fig. 9D-E). En un estudi anterior basat en *A. islandica* (Martinell & Domènech, 2009b) es va comprovar que les valves dretes i esquerres no es veuen afectades igualment per l'incrustant, i que hi ha diferències importants en percentatge d'afectació entre les localitats: el 19,1% de les valves al conjunt cap de Creus-Palamós (però el 40,7% si es considera només Palamós), el 15,6% a Blanes i el 0% al delta de l'Ebre).

Palamós i Blanes concentren el major nombre de valves amb *C. concentricus*. Per aquest estudi s'ha mesurat



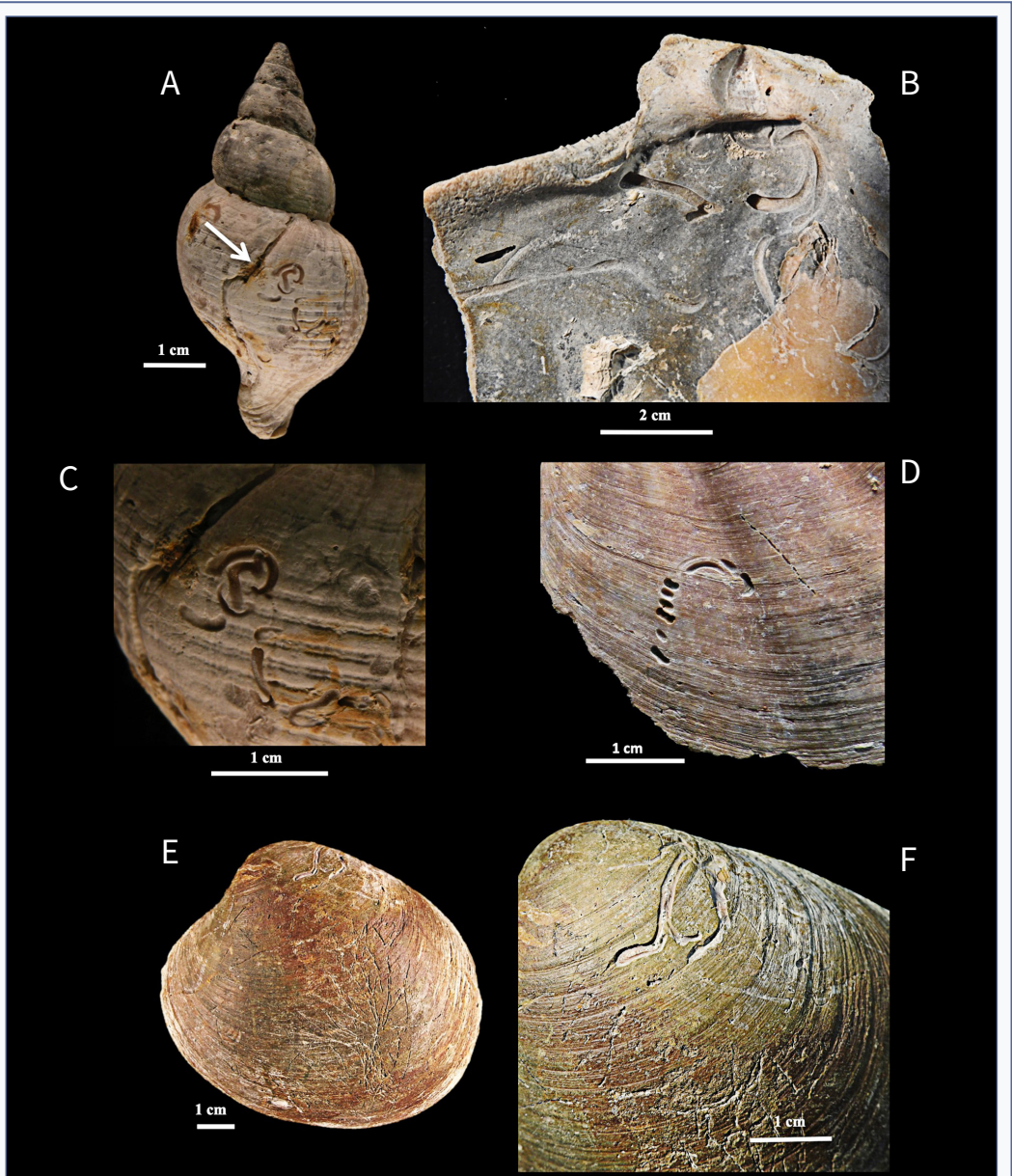
**FIGURA 6.** Perforacions d'esponges clonoides. **A:** fragment de *Modiolus modiolus* amb *Entobia* a la cara interna de la valva, representada pels orificis de sortida dels canals interns, delta de l'Ebre; **B:** vista de la cara interna d'una valva de *M. modiolus* amb *Entobia* en la qual els orificis es troben al centre d'inflacions atribuïbles a la resposta del bivalve davant una infestació en vida, mentre que els incrustants (anèl·lids, briozoans) s'haurien fixat post-mortem, delta de l'Ebre; **C:** cara externa d'una valva dreta de *M. modiolus* amb *Entobia*, delta de l'Ebre; **D:** detall de la cara interna d'una valva d'*Arctica islandica* amb inflacions similars a les de B i que denotarien una infestació en vida, Blanes; **E:** detall de la cara externa d'una valva de *M. modiolus* amb *Entobia*, Palamós.

Borings of clonoid sponges. **A:** fragment of *Modiolus modiolus* with *Entobia* in the inner side of the valve, represented by the outlet holes of the inner channels, Ebre delta; **B:** view of the inner side of a valve of *M. modiolus* with *Entobia* where the holes are in the middle of inflations attributable to the bivalve response in front of a live infestation, while encrusting taxa (annelids, bryozoans) would have fixed post-mortem, Ebre delta; **C:** outer side of a right valve of *M. modiolus* with *Entobia*, Ebre delta; **D:** detail of the inner side of an *Arctica islandica* valve with inflations similar to those in B, denotating a live infestation, Blanes; **E:** detail of the outer side of a valve of *M. modiolus* with *Entobia*, Palamós.



**FIGURA 7.** Traces d'anèl·lids en valves d'*Arctica islandica*. **A:** marge ventral intern d'una valva amb *Maeandropolydora sulcans* (productors: poliquets espioníds), que presenta una típica morfologia tubular sinuosa, Palamós; **B-D:** marges ventrals interns de diverses valves amb *Sulcichnus* isp. (productors: poliquets eunícids), Palamós; **E:** marge ventral intern d'una valva amb *M. sulcans* (productors: poliquets espioníds), Blanes; **F:** àrea central externa d'una valva amb *Sulcichnus* isp. (productors: poliquets eunícids), Blanes.

Annelid traces in *Arctica islandica* valves. **A:** inner ventral margin of a valve with *Maeandropolydora sulcans* (producers: spionid polychaetes) showing their typical sinuous tubular morphology, Palamós; **B-D:** inner ventral margins of several valves with *Sulcichnus* isp. (producers: eunicid polychaetes), Palamós; **E:** inner ventral margin of a valve with *M. sulcans* (producers: spionid polychaetes), Blanes; **F:** external central area of a valve *Sulcichnus* isp. (producers: eunicid polychaetes), Blanes.



**FIGURA 8.** Traces de bioerosió de crustacis i anèl·lids. **A,C:** *Neptunea contraria* amb *Caedichnus spiralis*, un trencament reparat (productors: crustacis decàpodes) i *Sulcichnus* isp. (productors: poliquets eunícids) a la part posterior de la darrera volta, delta de l'Ebre; **B:** cara interna d'una valva dreta de *Chlamys islandica* amb *Maeandropolydora sulcans* (productors: poliquets espioníds) sota l'àrea lligamentosa, Blanes; **D:** zona ventral d'una valva dreta de *Pseudoamussium septemradiatum* amb *Renichnus arcuatus* (productors: poliquets serpúlids), Blanes; **E-F:** àrea umbonal externa d'una valva esquerra d'*Arctica islandica* amb *M. sulcans*, Blanes.

Annelid and Crustacean traces. **A,C:** *Neptunea contraria* with *Caedichnus spiralis*, a repaired breakage (producers: decapod crustaceans) and *Sulcichnus* (producers: eunicid polychaetes) at the posterior side of the shell last whorl, Ebre delta; **B:** inner side of a right valve of *Chlamys islandica* with *Maeandropolydora sulcans* (producers: spionid polychaetes) under the ligament area, Blanes; **D:** ventral area of a *Pseudoamussium septemradiatum* right valve with *Renichnus arcuatus* (producers: serpulid polychaetes) Blanes; **E-F:** outer umbonal area of an *Arctica islandica* left valve with *M. sulcans* (producers: spionid polychaetes), Blanes.

el diàmetre màxim de 193 traces de *C. concentricus* sobre *A. islandica* (Palamós i Blanes), *M. modiolus* (Blanes), *N. contraria* (Palamós), *B. undatum* (Palamós i delta de l'Ebre) i *B. humphreysianum* (delta de l'Ebre) (Taula 3). La mida mitjana de les traces sobre *A. islandica* varia lleugerament, essent un xic més petites (15%) en el cas de les de Palamós respecte a les de Blanes. Les traces observades en els gasteròpodes també presenten una diferència segons si són en conquilles de Palamós o del delta de l'Ebre, també lleugerament més grans (15%). Si es compara el global de les traces mesurades en bivalves amb les de gasteròpodes s'observa que les primeres són menors ( $x=3,82$ ) davant les segones ( $x=4,29$ ) (11%). La mostra estudiada és petita i els resultats podrien estar esbiaixats per condicionants ambientals i tafonòmics, però aquestes dades semblen indicar un gradient latitudinal en la mida de les impressions (per tant, també dels productors) que augmentaria en sentit sud.

Com a cas excepcional, s'han trobat diversos exemplars de *V. stroemia* fixats a una conquilla de *B. humphreysianum* recol·lectada al delta de l'Ebre. Allà on l'incrustant s'ha després, n'ha quedat la traça que en aquest cas permet associar-los (Fig. 9A-C).

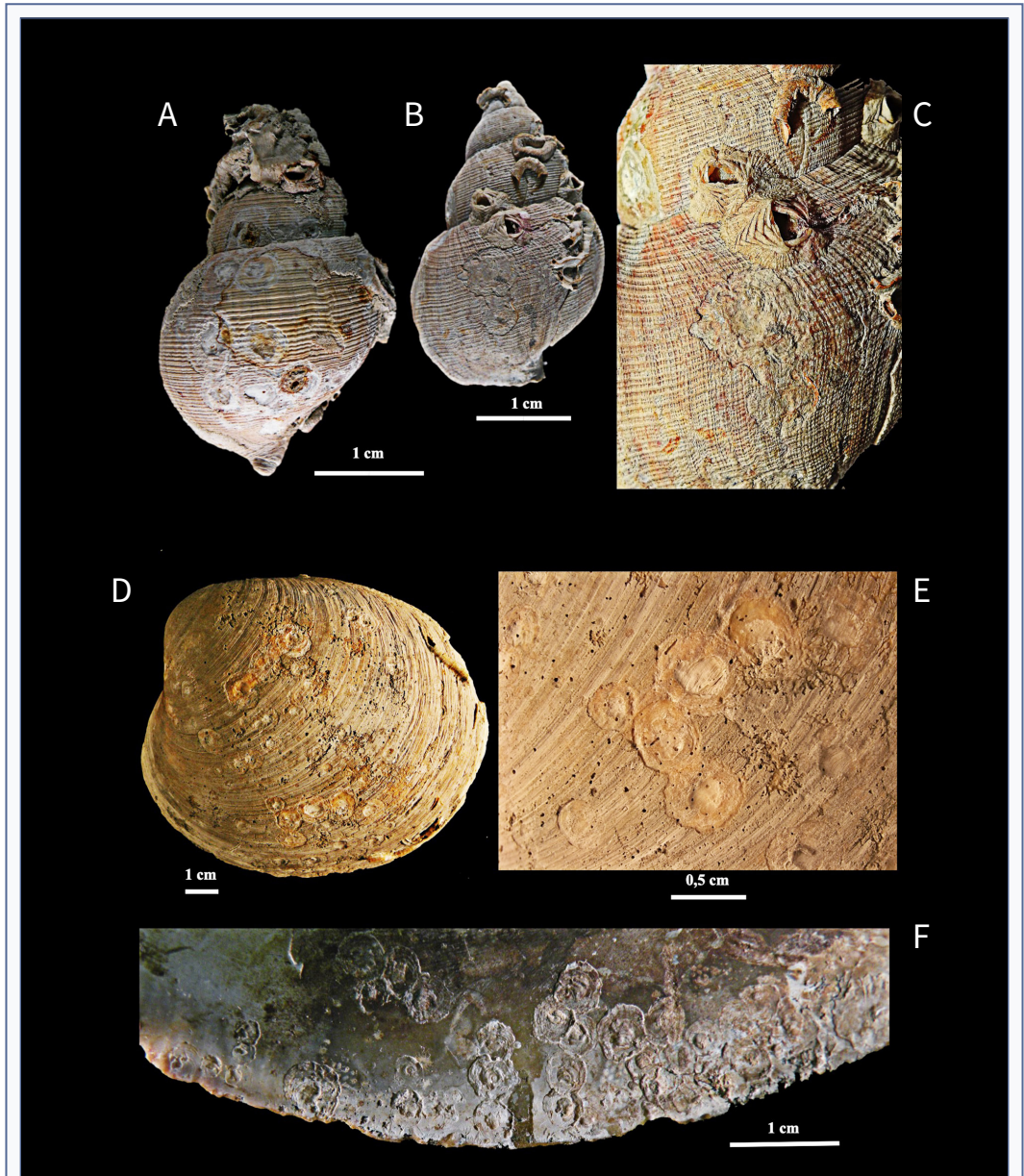
*C. eccentricus* és una traça superficial formada per solcs arquejats disposats cèntricament i en les mostres apareix només esporàdicament sobre conquilles de bivalves (*Modiolus*, *Arctica*, *Panomya*, *Glossus*) (Figs. 11E-F, 12A-E, 13A-E). *C. eccentricus* és lluny de ser tan abundant com *C. concentricus*, potser com un reflex de les diferències entre el comportament més solitari dels anòmids davant el més gregari dels verrúcids.

Bromley & Martinell (1991) van descriure *C. eccentricus* en base a una traça atribuïda a la fixació del bissus d'un bivalve anòmid. L'holotip (depositat al Museu de la Universitat de Copenhaguen amb la sigla MGUH 19742) se situa al marge ventral de la cara interna d'una valva esquerra d'*A. islandica* procedent de Palamós. En una revisió del material descrit per Bromley & Martinell (1991), Neumann et al. (2015) van detectar en la mateixa mostra la presència d'unes marques associades a *C. eccentricus* produïdes per la fixació del mantell del bivalve, que van incloure en la diagnosi esmenada de la icnoespècie. D'entre tot les conquilles dipositades a la col·lecció del Museu danès (holotip i paratips), Neumann et al. (2015) solament observaren aquestes marques complementàries en l'holotip. Entre el

| Palamós   | nº         | min         | max         | mitjana     | nº max    |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| cara externa <i>Arctica islandica</i>           | 26         | 1,57        | 5,2         | 3,25        | 12        |
| cara interna <i>Arctica islandica</i>           | 8          | 2,48        | 4,22        | 3,24        | 8         |
| <b>total externa + interna</b>                  | <b>34</b>  | <b>1,57</b> | <b>5,2</b>  | <b>3,25</b> | <b>20</b> |
| Blanes  | nº         | min         | max         | mitjana     | nº max    |
| cara externa <i>Arctica islandica</i>           | 61         | 1,97        | 6,71        | 3,99        | 48        |
| cara interna <i>Arctica islandica</i>           | 41         | 1,79        | 5,53        | 3,6         | 14        |
| total externa + interna                         | 102        | 1,79        | 6,71        | 3,82        | 62        |
| <i>Modiolus modiolus</i>                        | 36         | 1,96        | 7,88        | 4,46        | 27        |
| <b>total <i>A. islandica</i> Palamós+Blanes</b> | <b>172</b> | <b>1,57</b> | <b>7,88</b> | <b>3,82</b> | <b>62</b> |
| Palamós   | nº         | min         | max         | mitjana     | nº max    |
| <i>Buccinum undatum</i>                         | 87         | 1,97        | 7,88        | 4,14        | 34        |
| <i>Neptunea contraria</i>                       | 69         | 1,5         | 7,15        | 4,02        | 39        |
| <b>total B.u. + N.c.</b>                        | <b>156</b> | <b>1,5</b>  | <b>7,88</b> | <b>4,09</b> | <b>39</b> |
| Delta de l'Ebre                                 | nº         | min         | max         | mitjana     | nº max    |
| <i>Buccinum undatum</i>                         | 14         | 2,79        | 7,98        | 5           | 12        |
| <i>Buccinum humphreysianum</i>                  | 23         | 3,01        | 7,17        | 5,14        | 12        |
| <b>total B.u. + B.h.</b>                        | <b>37</b>  | <b>2,79</b> | <b>7,98</b> | <b>5,08</b> | <b>12</b> |
| <b>total gasteròpodes Palamós+Delta</b>         | <b>193</b> | <b>2,79</b> | <b>7,98</b> | <b>4,29</b> | <b>39</b> |

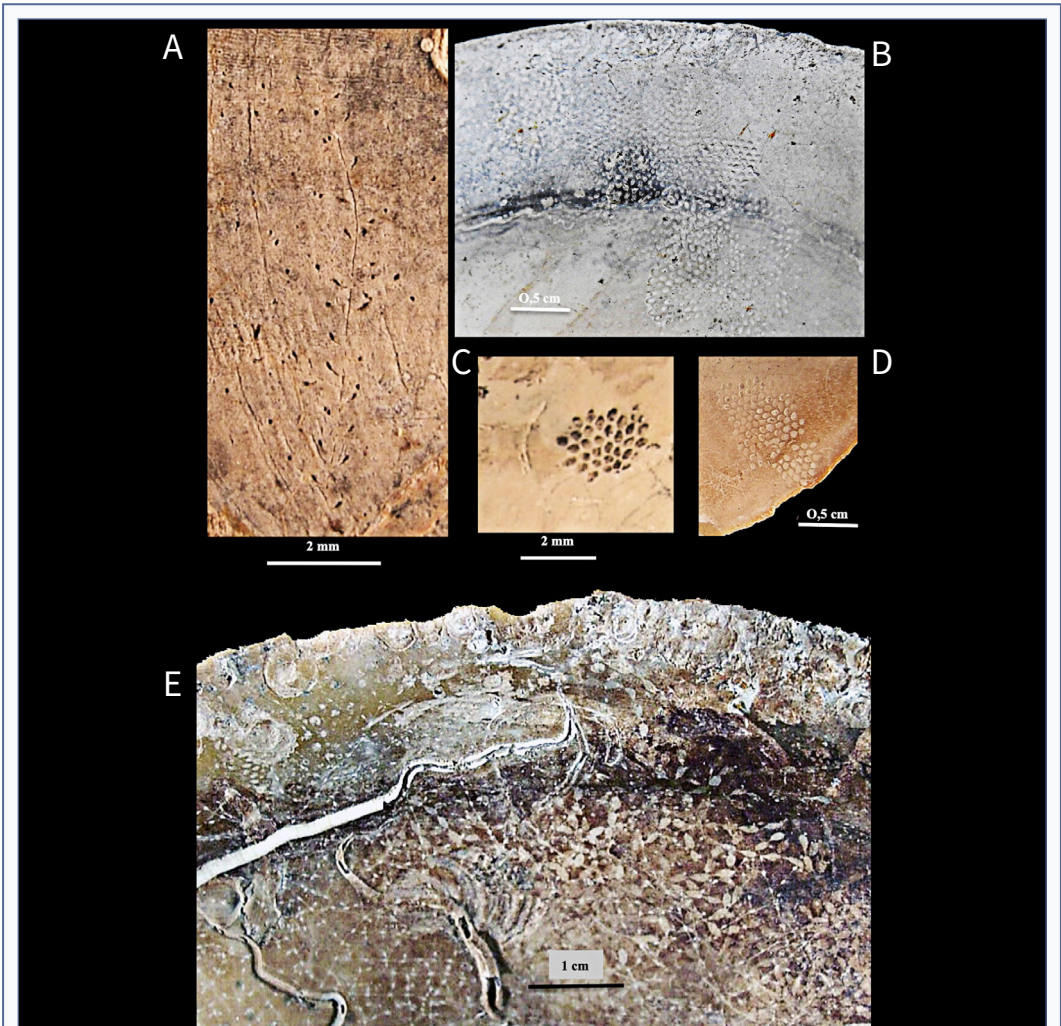
**TAULA 3.** Dades biomètriques de *Centrichnus concentricus* sobre conquilles de bivalves i gasteròpodes del Würm de la costa catalana.

Biommetrical data of *Centrichnus concentricus* on Catalan coast wurmian bivalve and gastropod shells.



**FIGURA 9.** Traces degudes a crustacis. **A:** *Buccinum humphreysianum* amb tubs de serpúlids incrustants a la zona apical i nombrosos *Centrichnus concentricus* (productors: cirrípedes verrúcid) a les dues darreres voltes, delta de l'Ebre; **B-C:** *B. humphreysianum* amb tubs de cirrípedes incrustants i diversos *C. concentricus* (productors: cirrípedes verrúcid) a les dues darreres voltes, alguns amb el productor *Verruca stroemia*, delta de l'Ebre; **D-E:** cara externa d'una valva esquerra d'*Arctica islandica* amb múltiples *C. concentricus* (productors: cirrípedes verrúcid), Blanes; **F:** marge ventral intern d'una valva d'*A. islandica* amb múltiples *C. concentricus* (productors: cirrípedes verrúcid), Blanes.

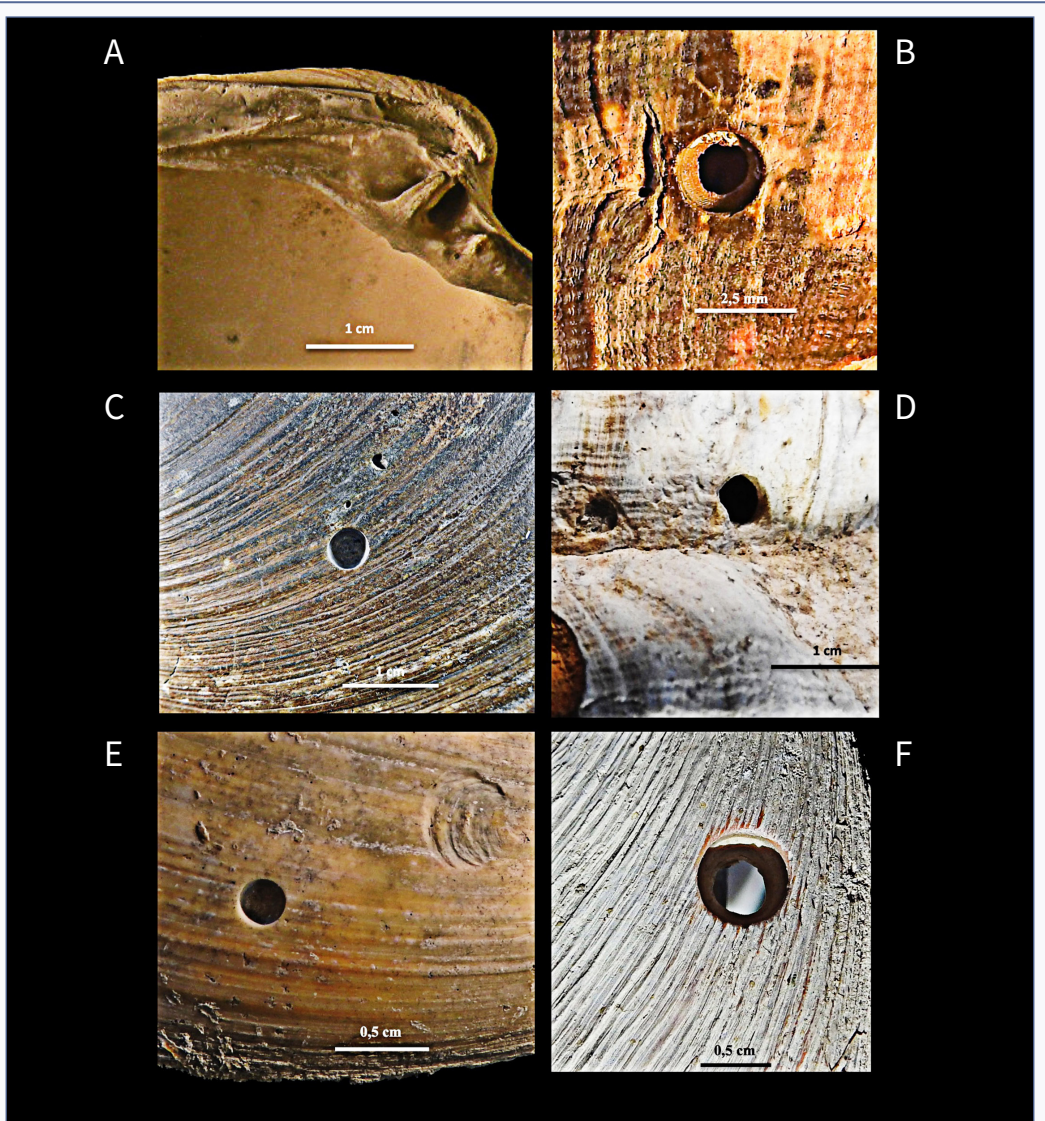
Traces attributed to crustaceans. **A:** *Buccinum humphreysianum* with encrusting serpulid tubes at the apical zone and numerous *Centrichnus concentricus* (producers: verrucid cirripedes) on the last two whorls, Ebre delta; **B-C:** *B. humphreysianum* with encrusting cirripedes and several *C. concentricus* (producers: verrucid cirripedes) on the two last whorls, some with the producer *Verruca stroemia* (Müller), Ebre delta; **D-E:** external side of a left valve of *Arctica islandica* with multiple *C. concentricus* (producers: verrucid cirripedes) Blanes; **F:** inner ventral margin of an *A. islandica* valve with multiple *C. concentricus* (producers: verrucid cirripedes), Blanes.



**FIGURA 10.** Traces de briozous incrustants/perforants, en les quals les colònies queden reflectides en la morfologia de l'excavació, i d'altres taxons. **A:** cara interna d'una valva de *Pseudoamussium septemradiatum* amb *Iramena bonaresi* (= *Terebripora*) (productors: briozous ctenostomes), Palamós; **B:** zona ventral de la cara interna d'una valva d'*A. islandica* amb *Finichnus peristroma* (= *Leptichnus*) (productors: briozous queilostòmats), Blanes; **C:** detall de la cara interna d'una valva d'*A. islandica* amb *F. peristroma* (productors: briozous queilostòmats), Blanes; **D:** detall del marge ventral intern d'una valva d'*A. islandica* amb *F. peristroma* (productors: briozous queilostòmats), Blanes; **E:** detall de la cara interna d'una valva d'*A. islandica* amb un grau elevat d'infestació per perforants/incrustants amb traces superposades: en el marge ventral, diversos *Centrichnus concentricus* (productors: cirripedes verrúcids), *F. peristroma* (productors: briozous queilostòmats) i possibles traces de foraminífers mal conservades; més a l'interior de la valva, *Pinaceocladichnus onubensis* (productors: briozous queilostòmats) amb diferents morfologies que denotarien colònies en diferents estadis de creixement i *Centrichnus eccentricus* (productors: bivalves del gènere *Anomia*) parcialment cobert per un tub de serpulí incrustant, així com diversos tubs incrustats per gran part de la superfície, Blanes.

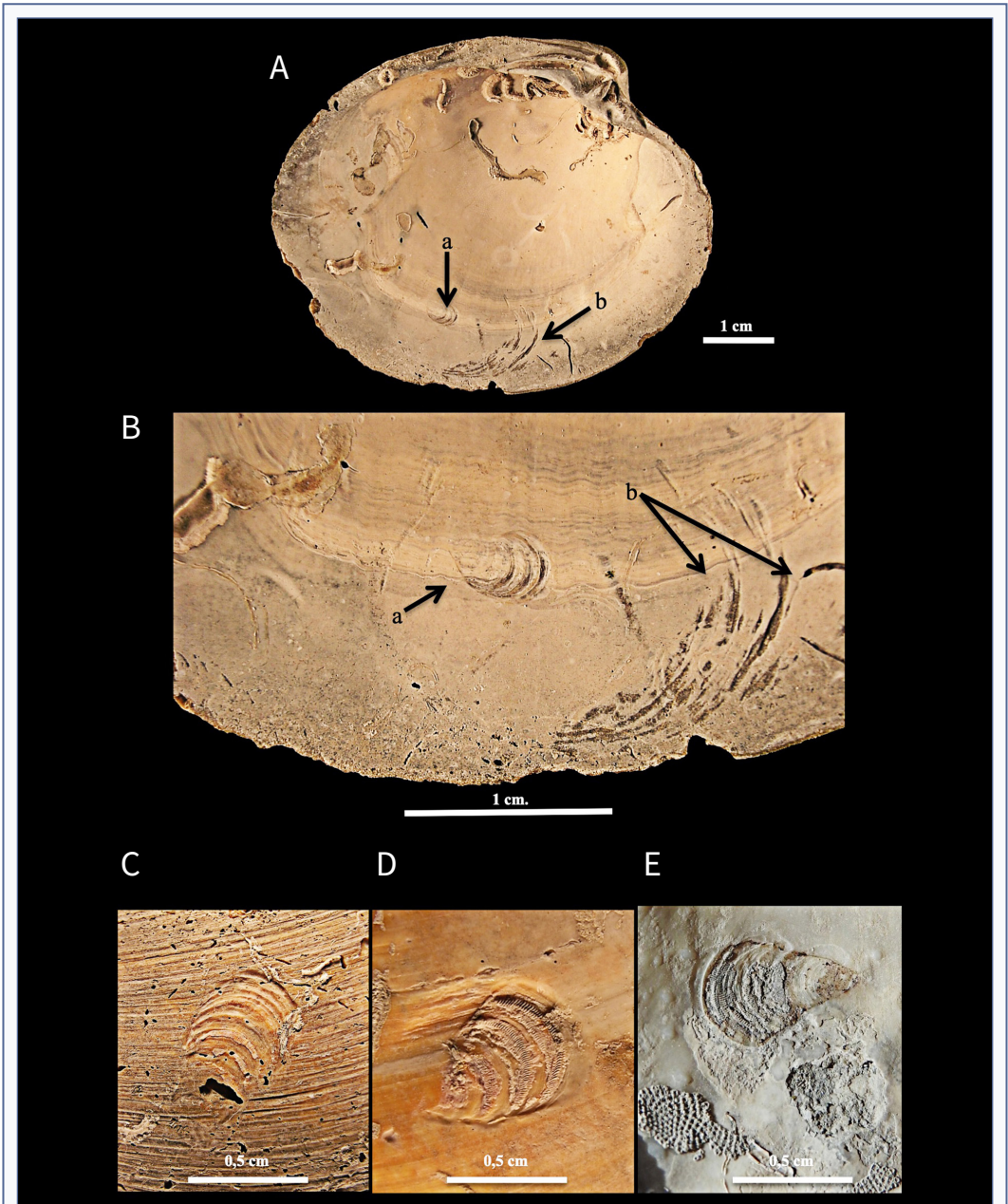
Traces of encrusting/boring bryozoans, where the colonies are reflected in the excavation's morphology, and of other taxa. **A:** inner side of a *Pseudoamussium septemradiatum* valve with *Iramena bonaresi* (= *Terebripora*) (producers: ctenostome bryozoans), Palamós; **B:** ventral area of the inner side of an *A. islandica* v. with *Finichnus peristroma* (= *Leptichnus*) (producers: cheilostomate bryozoans), Blanes; **C:** detail of the inner side of an *A. islandica* valve with *F. peristroma* (producers: cheilostomate bryozoans), Blanes; **D:** detail of the ventral inner margin of an *A. islandica* valve with *F. peristroma* (producers: cheilostomate bryozoans), Blanes; **E:** detail of the inner side of an *A. islandica* valve with a high infestation degree by borers/encrusters with superposed traces: at the ventral margin, several *Centrichnus concentricus* (producers: verrucid cirripedes), *F. peristroma* (producers: cheilostomate bryozoans) and possible, bad preserved, foraminifera traces; towards the inside of the valve, *Pinaceocladichnus onubensis* (producers: cheilostomate bryozoans) with variable morphologies denotating colonies in different growth stages and *Centrichnus eccentricus* (producers: bivalves of *Anomia* genus) covered partially by the tube of an encrusting serpulid, and several other encrusting tubes embedded in much of the surface, Blanes.





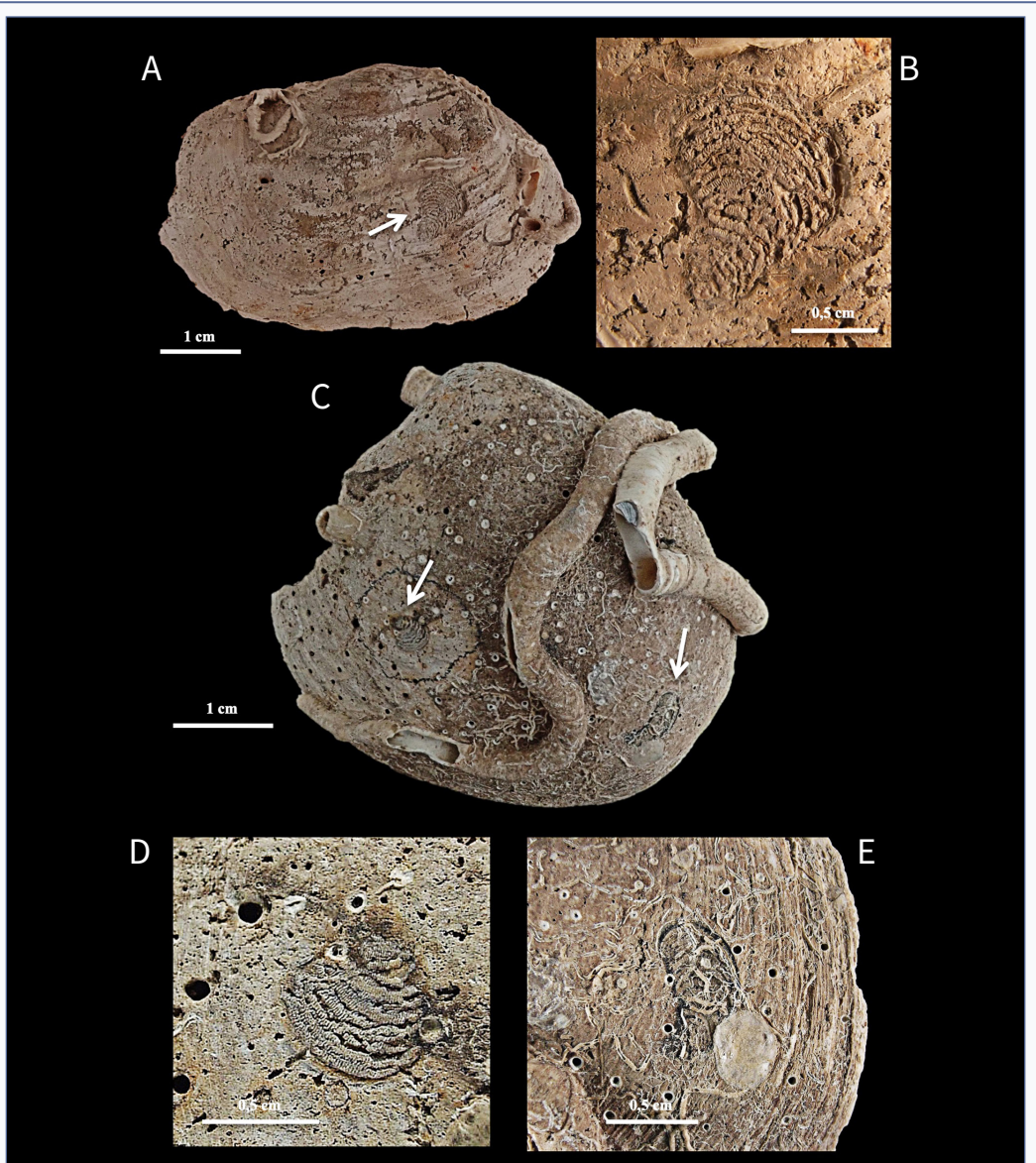
**FIGURA 11.** Traces produïdes majoritàriament per mol·luscs. **A:** Cara interna d'una valva esquerra d'*Arctica islandica* amb *Umbichnus inopinatus* (productors: sipuncúlids) amb la característica morfologia de sac sota l'umbe, per damunt de la xarnera, Palamós; **B:** Detall d'una conquilla de *Buccinum undatum* amb *Oichnus paraboloides* (productors: gasteròpodes naticíds carnívors), delta de l'Ebre; **C:** cara externa d'una valva d'*A. islandica* amb *Oichnus simplex* (productors: gasteròpodes carnívors), Palamós; **D:** Detall d'una conquilla de *B. undatum* amb *O. simplex* just per damunt de la línia de sutura entre dues voltes (productors: gasteròpodes carnívors), Palamós; **E:** detall de l'àrea ventral externa d'una valva de *Glossus humanus* amb *O. simplex* (productors: gasteròpodes carnívors) i *Centrichnus eccentricus* (productors: bivalves del gènere *Anomia* mitjançant la fixació del bissus). Palamós; **F:** detall de la cara externa d'una valva d'*A. islandica* amb *C. eccentricus* (productors: bivalves del gènere *Anomia*), Blanes.

Traces mainly produced by molluscs. **A:** inner side of an *Arctica islandica* left valve with *Umbichnus inopinatus* (producers: sipunculids) with the characteristic pouch-shaped morphology under the umbe, over the hinge, Palamós; **B:** detail of a *Buccinum undatum* shell with *Oichnus paraboloides* (producers: carnivorous naticid gastropods), Ebre delta; **C:** outer side of an *A. islandica* valve with *Oichnus simplex* (producers: carnivorous gastropods), Palamós; **D:** detail of a *B. undatum* shell with *O. simplex* just above the sutural line between two whorls (producers: carnivorous gastropods), Palamós; **E:** detail of the outer ventral area of a *Glossus humanus* valve with *O. simplex* (producers: carnivorous gastropods) and *Centrichnus eccentricus* (producers: bivalves of the *Anomia* genus through the bissus fixation), Palamós; **F:** detail of the outer side of an *A. islandica* shell with *C. eccentricus* (producers: bivalves of the *Anomia* genus), Blanes.



**FIGURA 12.** *Centrichnus eccentricus* (productors: bivalves del gènere *Anomia*) en valves d'*Arctica islandica* (A-D) i *Glossus humanus* (E). **A-B:** vora ventral interna d'una valva amb *C. eccentricus* amb la marca del bissus (a) i amb solcs marginals (b), Blanes; **C:** detall de la cara externa d'una valva amb *C. eccentricus* (marca del bissus), Palamós; **D:** detall de la cara externa d'una valva amb *C. eccentricus* (marca del bissus) on les estriacions perpendiculars als solcs corbats són restes del bissus calcificat, Palamós; **E:** detall de la cara interna d'una valva de *G. humanus* amb *C. eccentricus* (marca del bissus), Palamós.

*Centrichnus eccentricus* (producers: bivalves of the *Anomia* genus) on *Arctica islandica* (A-D) and *Glossus humanus* (E) shells. **A-B:** inner ventral margin of a valve with *C. eccentricus* showing the bissus impression (a) and with the marginal grooves (b), Blanes; **C:** detail of the outer side of a valve with *C. eccentricus* (bissus impression), Palamós; **D:** detail of the outer side of a valve with *C. eccentricus* (bissus impression) where the striations perpendicular to the curved grooves are the calcified bissus remains, Palamós; **E:** detail of the inner side of a *G. humanus* valve with *C. eccentricus* (bissus impression), Palamós.



**FIGURA 13.** Traces de bioerosió/incrustació de grups diversos. **A-B:** valva dreta de *Panomya norvegica* amb *Centrichnus eccentricus* (marca del bissus) a la àrea anterior, on les estriacions perpendiculars als solcs corbats són restes del bissus calcificat, Blanes; **C:** cara externa d'una valva esquerra d'*Arctica islandica* amb un tub de poliquet incrustant (Fam. Serpulidae, probablement *Serpula columbiana* Johnson, 1901), *Entobia* entapissant tota la superfície i 2 *C. eccentricus*, delta de l'Ebre; **D:** detall de C amb l'exemplar de *C. eccentricus* de la zona anterior, que presenta restes del bissus calcificat, i *Entobia*, que s'hauria produït amb posterioritat, delta de l'Ebre; **E:** detall de C amb l'exemplar de *C. eccentricus* del marge ventral posterior, amb el possible productor (*Anomia*), restes de petits tubs d'anèl·lids incrustants i *Entobia* produïda posteriorment.

Traces of bioerosion/encrustation of several groups. **A-B:** right valve of *Panopaea norvegica* with *Centrichnus eccentricus* (bissus impression) at the anterior area, where the striations perpendicular to the curved grooves are the calcified bissus remains, Blanes; **C:** outer side of an *Arctica islandica* left valve with an encrusting polychaete tube (Fam. Serpulidae, probably *Serpula columbiana* Johnson, 1901), *Entobia* covering all the surface and two *C. eccentricus*, Ebre delta; **D:** detail of C with the *C. eccentricus* specimen of the anterior area, showing calcified bissus remains, and *Entobia*, which would have occurred subsequently, Ebre delta; **E:** detail of C with the *C. eccentricus* specimen of the posterior ventral margin, with its possible producer (*Anomia*), remains of small encrusting annelid tubes, and *Entobia* occurred subsequently.

material aquí estudiat, *C. eccentricus* només ha aparegut en un exemplar d'*A. islandica* recol·lectat a Blanes i se situa igualment al marge ventral intern de la valva (Fig. 12A-B). No s'ha observat ni en les conquilles de Palamós ni en les del Baix Ebre-el Montsià, la qual cosa fa palesa una difícil producció i/o preservació.

*Oichnus*: les traces de depredació no havien estat identificades en estudis previs d'aquests materials. La present revisió ha permès observar-hi *Oichnus paraboloides* Bromley, 1981 i *O. simplex* Bromley, 1981 (Fig. 11B-E). Es tracta de perforacions tubulars de secció circular (còniques o troncocòniques) que travessen els esquelets i que en aquest cas foren realitzades per gasteròpodes depredadors. Per descomptat, les perforacions són coetànies a les preses i assenyalen una mort traumàtica.

*Traces de bryozoans*: durant molts anys, les traces produïdes per bryozoans incrustants ctenostomes (gèneres *Terebripora*, *Spatipora*) es nominaven igual que els productors ja que reproduïen amb detall la morfologia de les colònies i s'atribuïa més aviat a un procés de bioimmuració (Baluk & Radwanski, 1979). Mayoral (1987, 1988) proposà tot un seguit d'icnotàxons per nomenar les traces de forma independent del possible productor, i aquest ha estat el criteri seguit en el present estudi. S'han identificat diverses icnoespècies, entre les quals *Iramena bonaresi* Mayoral, 1988 *Finichnus peristoma* (Taylor et al., 1999, 2013) (de bryozoans ctenostomes) i *Pinaceocladichnus onubensis* Mayoral, 1988 (de bryozoans queilostomats) (Fig. 10A-E). Cal ressaltar les morfologies variables que presenten els diferents espècimens, que en principi atribuïm a diferents estadis de creixement de les colònies (estadis icnogenètics, *sensu* Belaústegui et al., 2016), sense descartar, però, l'existència d'altres icnoespècies.

*Umbichnus*: Martinell et al. (1998) anomenaren *Umbichnus inopinatus* unes perforacions amb forma de sac que apareixen sota l'umbe, per damunt de la xarnera, de bivalves endofaunics. Com a productors, s'ha proposat que es tracti de cucs sipuncúlids. Aquesta traça és molt habitual en el registre fòssil des de l'Eocè fins al Pleistocè (Santos & Mayoral, 2008; Richiano et al., 2012; i dades pròpies no publicades), i és *A. islandica* una de les espècies més afectades. A les localitats estudiades, el 95 % dels exemplars la presenten (Fig. 11A).

*Gnathichnus pentax* Bromley, 1975: cal ressaltar la presència d'aquesta icnoespècie deguda a l'activitat d'equínids regulars, que s'ha identificat en conquilles

de *M. modiolus* i d'*A. islandica* algunes de les quals prèviament havien estat afectades per esponges clonoides. Els equínids utilitzen l'aparell bucal i les radioles per rascar les superfícies lítiques o esquelètiques on s'adhereixen algues i altres fonts d'aliment. Amb aquesta activitat hi deixen unes marques estrellades molt característiques que, en el material estudiat, generalment apareixen sobre les impressions del múscul adductor d'*A. islandica* (Fig. 3C,F) i són idèntiques a les produïdes actualment a les costes mediterrànies per l'equínid regular *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Martinell, 1981; Belaústegui et al., 2017).

## Conclusions

La fauna malacològica submergida d'edat würmiana de la costa catalana és coneguda des de finals del segle XIX. Va ser estudiada sistemàticament a partir de mitjan segle XX i poc després se'n inicià l'estudi icnològic.

El reconeixement de les traces d'activitat bioerosiva possibilita incrementar el coneixement de les comunitats bentòniques durant el darrer episodi fred del Pleistocè, ja que permet distingir la presència d'un seguit de tàxons no esquelètics o d'esquelets amb grau de preservació baix que d'altra manera no s'haurien conservat (algues, cianobacteris, fongs, foraminífers, esponges, anèl·lids, crustacis, bryozoans, equínids).

S'han identificat 22 icnotàxons de macrobioerosió en conquilles de bivalves i gasteròpodes de tres localitats submarines amb fauna d'edat würmiana (Pleistocè superior) de la costa catalana, dels quals 17 se citen per primera vegada.

Els icnotàxons de macrobioerosió més abundants entre les tres àrees estudiades són *Camarichnus* isp., *Entobia* isp., *Maeandropolydora sulcans*, *Centrichnus concentricus*, *Oichnus* isp. i *Umbichnus inopinatus*.

Entre les icnoespècies de microbioerosió destaquen els corresponents a heteròtrofs (*Saccomorpha clava*, *S. stereodiktyon*, *Semidendrina pulchra* Bromley i *Entobia mikra*). *Scolecia filosa* i *Ichnoreticulina elegans* són les traces amb major presència entre les degudes a fotoautòtrofs, i sempre es troben en conquilles de bivalves epibentònics.

L'estudi biomètric de *Centrichnus concentricus* permet proposar un gradient d'augment de la mida mitjana de les traces de nord a sud, tot i que podria estar condicionat també per característiques poblacionals no controlades i/o per processos tafonòmics.

## Agraïments

Els autors agraeixen l'entusiasme col·laboració dels Srs. Xavier Burger (Confraria de Pescadors de Palamós) i Xavier Domènech (Confraria de Pescadors de Blanes), així com la dels patrons d'embarcació que s'han prestat a recol·lectar les conques würmianes durant les successives etapes d'aquest estudi. Igualment al Sr. Joan Brunet (†) (la Ràpita), qui va proporcionar en el seu moment les mostres del delta de l'Ebre, i als revisors Drs. Z. Belaústegui i F. Muñiz per la seva contribució a la millora del text original.

## Bibliografia

- Alexander, R. R. & Dietl, G. P. 2003.** The fossil record of shell-breaking predation on marine bivalves and gastropods. In P.H. Kelley, M. Kowalewski & T.A. Hansen (Eds) *Predator-Prey interactions in the Fossil Record*: 141-176. Kuwer Academic/Plenum Publishers. New York.
- Baluk, W. & Radwanski, A. 1979.** Boring ctenostomate bryozoans from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geologica Polonica*, 29: 243-252.
- Barbaza, Y. 1971.** Morphologie des secteurs rocheux du littoral catalan septentrional. *Mémoires et Documents*, 2: 1-152.
- Belaústegui, Z., Domènech, R. & Martinell, J. 2018.** An ichnofossil-lagerstätte from the Miocene Vilanova Basin (NE Spain): taphonomic and paleoecologic insights related to bioerosion structures. *Palaios*, 33: 16-28.
- Belaústegui, Z., Muñiz, F., Mángano, M.G., Buatois, L., Domènech, R. & Martinell, J. 2016.** *Lepeichnus giberti* igen. nov. isp. nov. from the upper Miocene of Lepe (Huelva, SW Spain): Evidence for its origin and development with proposal of a new concept, ichnogeny. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 452: 80-89.
- Belaústegui, Z., Muñiz, F., Nebelsick, J. H., Domènech, R. & Martinell, J. 2017.** Echinoderm ichnology: bioturbation, bioerosion and related processes. *Journal of Paleontology*, 91: 643-661.
- Berger W. H. 1990.** The younger dryas cold spell - a quest for causes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 89: 219-327.
- Bourcart, J. 1955.** Recherches sur le plateau continental de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 6: 135-524.
- Breton, G., Wisshak, M., Néraudeau, D. & Morel, N. 2017.** Parasitic gastropod bioerosion trace fossil on Cenomanian oysters from Le Mans, France and its ichnologic and taphonomic context. *Acta Palaeontologica Polonica*, 62: 45-57.
- Bromley, R. G. 2004.** A stratigraphy of marine bioerosion. In D. McIlroy (Ed.) *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis*. Geological Society, Special Publications, 228: 455-479.
- Bromley, R. G. & D'Alessandro, A. 1989.** Ichnological study of shallow marine endolithic sponges from the Italian coast. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 95: 279-314.
- Bromley, R. G. & Heinberg, C. 2006.** Attachment strategies of organisms on hard substrates: A palaeontological view. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232: 429-453.
- Bromley, R. G. & Martinell, J. 1991.** *Centrichnus*, new ichnogenus for centrally patterned attachment scars on skeletal substrates. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 38: 243-252.
- Canals, M., Puig, P., De Madron, X. D., Heussner, S., Palanques, A., Fabres, J. 2006.** Flushing submarine canyons. *Nature*, 444(7117): 354-357.
- Cerulli-Irelli, S. 1908.** Fauna Malacologica Mariana. Bivalvia: Leptonidae-Veneridae. *Palaeontografica Italica*, 13: 1-65.
- Davidson, T. M., Altieri, A. H., Ruiz, G. M. & Torchin, M. E. 2018.** Bioerosion in a changing world: a conceptual framework. *Ecology Letters*, (2017): 1-17.
- DeGeest, A. L., Mullenbach, B. L., Puig, P., Nittrouer, C. A., Drexler, T. M., Durrieu de Madron, X. & Orage, D. L. 2008.** Sediment accumulation in the western Gulf of Lions, France: the role of Cap de Creus canyon in linking shelf and slope sediment dispersal systems. *Continental Shelf Research*, 28: 2031-2047.
- Dietl, G. P., Durham, S. R. & Kelley, P. H. 2010.** Shell repair as a reliable indicator of bivalve predation by shell-wedging gastropods in the fossil record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 296: 174-184.
- Domènech, R. & Martinell, J. 1980.** Contribució al conocimiento de la fauna malacológica sumergida del Würm del litoral gerundense. *Comunicaciones del Primer Congreso Nacional de Malacología*: 13-23.
- Domènech, R. & Martinell, J. 1982.** Fauna malacológica submergida del Würm del litoral gironí. *Descriptiva i sistemàtica*. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 46 (Geologia 3): 31-60.
- Domènech, R., Julià, R., Martinell, J. & Serra, J. 1982.** Puntualizaciones sobre el Würm del litoral de Girona (España). *Bolletino Malacologico*, XVIII: 285-290.
- Durán, R., Canals, M., Lastras, G., Micallef, A., Amblàs, D., Pedrosa-Pàmies, R. & Sanz, J. L. 2013.** Sediment dynamics and post-glacial evolution of the continental shelf around the Blanes submarine canyon head (NW Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 118: 28-46.
- Durán, R., Canals, M., Sanz, J. L., Lastras, G., Amblàs, D. & Micallef, A. 2014.** Morphology and sediment dynamics of the northern Catalan continental shelf. *Geomorphology*, 204: 1-20.
- Emig, C. C. & Geistdoerfer, P. 2004.** The Mediterranean deep-sea fauna: historical evolution, bathymetric variations and geographical changes. *Notebooks on Geology*, 2004/1: 1-10.
- Froget, C., Thommeret, J. & Thommeret, Y. 1972.** Mollusques septentrionaux en Méditerranée occidentale: datation par le <sup>14</sup>C. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 12: 285-293.

- Gignoux, M. 1913.** Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicilie. Annales de l'Université de Lyon, 36: 1-195.
- Kidwell, S. M. & Bosence, D. W. 1991.** Taphonomy and Time-Averaging of Marine Shelly Faunas. In P.A. Allison & D.E.G. Briggs (Eds.) Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record, Topics in Geobiology, 9: 115-209.
- Lastras, G., Canals, M., Urgeles, R., Amblas, D., Ivanov, M. & Droz, L. 2007.** A walk down the Cap de Creus canyon, Northwestern Mediterranean. Marine Geology, 246: 176-192.
- Lastras, G., Canals, M., Ballesteros, E., Gili, J.M. & Sanchez-Vidal, A. 2016.** Cold-water corals and anthropogenic impacts in La Fonera submarine canyon head, Northwestern Mediterranean Sea. PLoS ONE. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155729>
- Maluquer, J. 1916.** Notes oceanogràfiques. I. Les conchilles desaparegudes del litoral català. Els jaciments del Cap de Creus. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 16: 97-102.
- Mars, P. 1958.** Les faunes malacologiques quaternaires "froides" de Méditerranée. Le gisement du Cap de Creus, Vie et Milieu, 9: 293-309.
- Martinell, J. 1981.** Actividad erosiva de *Paracentrotus lividus* (Lmk.) (Echinodermata, Echinoidea) en el litoral gerundense. Oecologia Aquatica, 5: 219-225.
- Martinell, J. 1989.** Interacción organismos/sustrato duro: La Bioerosión y sus aplicaciones. In E. Aguirre (Ed.) Paleontología. Nuevas Tendencias, Vol. 10: 205-222.
- Martinell, J. & Domènech, R. 1981.** Boring activity of epibionts in an early Holocene molluscan fauna of Spanish Catalunya. Acta Geológica Hispánica, XVI: 145-149.
- Martinell, J. & Domènech, R. 2009a.** Comensalism in the fossil record: Eunicid polychaete bioerosion on Pliocene solitary corals. Acta Palaeontologica Polonica, 54: 143-154.
- Martinell, J. & Domènech, R. 2009b.** Bioerosión en moluscos pleistocenos de la plataforma marina catalana. Resúmenes XXV Jornadas de Paleontología, Ronda: 209-211.
- Martinell, J., Domènech, R. & Bromley, R. G. 1998.** Mysterious boring hidden within the hinge plates of heterodont Bivalves. Bulletin of the Geological Society of Denmark, 45: 161-163.
- Martinell, J., Domènech, R. & Villalta, J. F. de 1986.** La fauna würmiana del Delta de l'Ebre. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 53: 143-149.
- Martinell, J. & Julià, R. 1973.** Nuevos datos sobre los yacimientos würmienses del litoral catalán. Acta Geológica Hispánica, VIII: 105-108.
- Mayoral, E. 1987.** *Stellichnus* nov. icnogen., huellas de incrustación atribuidas a *Paravinella* nov. gen. (Bryozoa, Ctenostomata) de la Formación Arenas de Huelva (Plioceno Inferior) en la cuenca del Bajo Guadalquivir (España). Revista Española de Paleontología, 2: 33-40.
- Mayoral, E. 1988.** *Pennatichnus* nov. icnogen.; *Pinaceocladichnus* nov. icnogen. e Iramena. Huellas de bioerosión debidas a Bryozoa perforantes (Ctenostomata, Plioceno Inferior) en la Cuenca del Bajo Guadalquivir. Revista Española de Paleontología, 3: 13-22.
- Molinu, A. R. 2015.** Microbioerosión en substratos esqueléticos del Neógeno y el Cuaternario marinos del Mediterráneo Occidental. 260 pp. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/10803/396601>
- Neumann, C. & Wisshak, M. 2006.** A Foraminiferal parasite on the Sea Urchin *Echinocorys*: Ichneological evidence from the Late Cretaceous (Lower Maastrichtian, Northern Germany). Ichnos, 13: 185-190.
- Neumann, C., Wisshak, M., Aberhan, M., Girod, P., Rösner, T. & Bromley, R.G. 2015.** *Centrichnus eccentricus* revisited: A new view on anomiid bivalve bioerosion. Acta Palaeontologica Polonica, 60: 539-549.
- Palanques, A., De Madron, X. D., Puig, P., Fabres, J., Guillén, J., Calafat, A., Canals, M., Heussner, S. & Bonnin, J. 2006.** Suspended sediment fluxes and transport processes in the Gulf of Lions submarine canyons. The role of storms and dense water cascading. Marine Geology, 234: 43-61.
- Paradis, S., Puig, P., Sanchez-Vidal, A., Masqué, P., Garcia-Orellana, J., Calafat, A. & Canals, M. 2018.** Spatial distribution of sedimentation-rate increases in Blanes Canyon caused by technification of bottom trawling fleet. Progress in Oceanography. <https://doi.org/10.1016/j.poccean.2018.07.001>
- Payo-Payo, M., Jacinto, R. S., Lastras, G., Rabineau, M., Puig, P., Martín, J., Canals, M. & Sultan, N. 2017.** Numerical modelling of bottom trawling-induced sediment transport and accumulation in La Fonera submarine canyon, northwestern Mediterranean Sea. Marine Geology, 386: 107-125. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2017.02.015>
- Pedersen, S. A. 1994.** Population Parameters of the Iceland Scallop (*Chlamys islandica* (Müller)) from West Greenland. Journal of Northwest Atlantic Fishery Science, 16: 75-87.
- Pruvot, J. & Robert, A. 1897.** Sur un gisement sous-marin de conchilles anciennes au voisinage du Cap Creus, Archives Zoologiques, 3-5: 497-510.
- Radwanski, A. 1977.** Present-day types of traces in the Neogene sequence: their problems of nomenclature and preservation. In T.P. Crimes & T.C. Harper (Eds.) Trace fossil 2. Geological Journal Special Issues 9: 226-264.
- Raffi, S. 1986.** The significance of marine boreal molluscs in the early Pleistocene faunas of the Mediterranean area. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 52: 267-289.
- Richiano, S. M., Aguirre, M. L., Farinati, E. A., Carmona, N. B. & Wohnrath Tognali, F. M. 2012.** Bioerosion structures in Quaternary

- marine molluscs from Argentina. In *Ichnology of Latin America – selected papers*. Sociedade Brasileira de Paleontologia: 159-177.
- Santos, A. & Mayoral, E. 2006.** Bioerosive structures of Sclerozoan Foraminifera from the Lower Pliocene of Southern Spain: A contribution to the palaeoecology of marine hard substrate communities. *Palaeontology*, 49: 719-732.
- Santos, A. & Mayoral, E. 2008.** Bioerosion versus colonisation on Bivalvia: A case study from the Upper Miocene of Cacela (southeast Portugal). *Geobios*, 41:43-59.
- Schöne, 2013.** *Arctica islandica* (Bivalvia): A unique paleoenvironmental archive of the northern North Atlantic Ocean. *Global and Planetary Change*, 111: 199-225.
- Stafford, E. S., Dietl, G. P., Gingras, M. P. & Leighton, L. R. 2015.** *Caedichnus*, a New Ichnogenus Representing Predatory Attack on the Gastropod Shell Aperture. *Ichnos*, 22: 87-102.
- Taylor, P. D., Wilson, M. A. & Bromley, R. G. 1999.** A new ichnogenus for etchings made by Cheilostomate Bryozoans into calcareous substrates. *Palaeontology*, 42: 595-604.
- Taylor, P. D., Wilson, M. A. & Bromley, R. G. 2013.** *Finichnus* A new name for the ichnogenus *Leptichnus* Taylor, Wilson & Bromley 1999, preoccupied by *Leptichnus* Simroth, 1896 (Mollusca, Gastropoda). *Palaeontology*, 56: 456.
- Tubau, X., Canals, M., Lastras, G., Rayo, X., Rivera, J. & Amblas, D. 2015.** Marine litter on the floor of deep submarine canyons of the Northwestern Mediterranean Sea: The role of hydrodynamic processes. *Progress in Oceanography*, 134: 379-403. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.03.013>
- Vènc-Peyré, M. Th. 1996.** Bioeroding foraminifera: A review. *Marine Micropaleontology*, 28: 19-30.
- Verdaguer, A. 1983.** La plataforma continental silicico-clàstica del Ebro (Mediterráneo Nord-occidental). Un modelo sedimentario. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona. 422 pp.
- Voigt, E. 1972.** Über *Talpina ramosa* v. Hagenow 1840, ein wahrscheinlich zu den Phoronidea gehöriger Bohrorganismus aus der Oberen Kreide, nebst Bemerkungen zu den übrigen bisher beschriebenen kretazischen "*Talpina*"-Arten. *Nachrichten der Akademie der Wissenschaften II (Mathematisch-physikalische Klasse)*, 1972: 93–126.
- Wisshak, M. 2017.** Taming an ichnotaxonomical Pandora's box: revision of dendritic and rosetted microborings (ichnofamily: Dendrinidae). *European Journal of Taxonomy*, 390: 1-99.
- Wisshak, M. & Porter, D. 2006.** The new ichnogenus *Flagrichnus*, a paleoenvironmental indicator for cold-water settings. *Ichnos*, 13: 135-145.
- Wisshak, M. & Rüggeberg, A. 2006.** Colonisation and bioerosion of experimental substrates by benthic foraminiferans from euphotic to aphotic depths (Kosterfjord, SW Sweden). *Facies*, 52: 1-17.

# Patrons de distribució i diversitat de l'avifauna a la Plana de Castelló (E de la península Ibèrica)

Miguel Tirado

Grup Au d'Ornitologia. Gran Avinguda Jaume I, 158. 12560 Benicàssim. tiradobernat@gmail.com.

L'anàlisi de la diversitat  $\alpha$  y  $\beta$  ens aporta informació bàsica per a la comprensió de la distribució espacial de les espècies i de la importància relativa dels hàbitats en una àrea determinada.

La Plana de Castelló és una zona altament antropitzada on els canvis a l'entorn poden ocórrer a gran velocitat, per la qual cosa cal comptar amb informació sobre els patrons de diversitat espacial i temporal, tant per entendre el seu estat actual com per prendre decisions correctes sobre el seu futur.

S'estudià l'ornitofauna de 7 hàbitats principals. La diversitat  $\alpha$  va assolir les 160 espècies, amb màxims a l'aiguamoll (114), seguit del saladar (84), pastures (72), mosaic agrícola (69), matollar (66), pinar (60) i tarongerar (54). L'aiguamoll acull el major nombre d'espècies exclusives (45), per la qual cosa té més importància per al manteniment de la biodiversitat d'aus a la zona. Per períodes, els valors de diversitat més grans  $\alpha$  es troben a l'època migratòria i a la hivernada. L'ornitofauna de la Plana de Castelló es caracteritza per una alta estacionalitat, amb un 92% d'espècies amb un component migrant a les poblacions. Per a la diversitat  $\beta$  es va obtenir valor de 0,226. Aquest nivell baix de similitud està propiciat per l'alta heterogeneïtat d'ambients i l'alta diversitat de nínxols. El patró de diversitat  $\beta$  suggereix l'existència de 4 components avifaunístics: aiguamoll, saladar, pastures i resta d'hàbitats arbrats, amb algunes diferències depenent del període considerat.

En aquest treball s'analitza per primera vegada la diversitat  $\alpha$  y  $\beta$  dels hàbitats de la Plana de Castelló utilitzant un índex de similitud entre els ambients més importants de l'àrea, i s'hi descriuen els patrons de diversitat i les àrees més importants per a les aus

Paraules clau: *diversitat  $\alpha$ , diversitat  $\beta$ , Plana de Castelló, avifauna.*

## Patterns of distribution and diversity of birds in the Plana de Castelló (E of the Iberian Peninsula)

The analysis of the  $\alpha$  and  $\beta$  diversity provides basic information for understanding the spatial distribution of species and the relative importance of habitats in a given area.

La Plana de Castelló is a highly anthropized area where environmental changes can occur at high speed, therefore it is necessary to have information on the patterns of spatial and temporal diversity, both to understand its current state and to make correct decisions about its future.

The ornithofauna of 7 main habitats was studied.  $\alpha$  diversity reached 160 species, with a maximum at wetlands (114), followed by saltmarshes (84), grasslands (72), agricultural mosaic (69), scrublands (66), pine forests (69) and orange groves (54). Wetlands hosts the highest number of exclusive species (45), and therefore has the greatest importance for the maintenance of avian biodiversity in the area. By periods, the highest diversity values are found during the migratory and wintering seasons. The ornithofauna of the Plana de Castelló is characterized by a high seasonality, with a 92% of species with a migratory component in their populations. For  $\alpha$  diversity, a value of 0.226 was obtained. This low level of similarity is caused by the high environmental heterogeneity and the high niche diversity. The  $\beta$  diversity pattern suggests the existence of 4 avifaunal components: wetlands, salt marshes, grasslands, and rest of the wooded habitats, with some differences depending on the period considered.

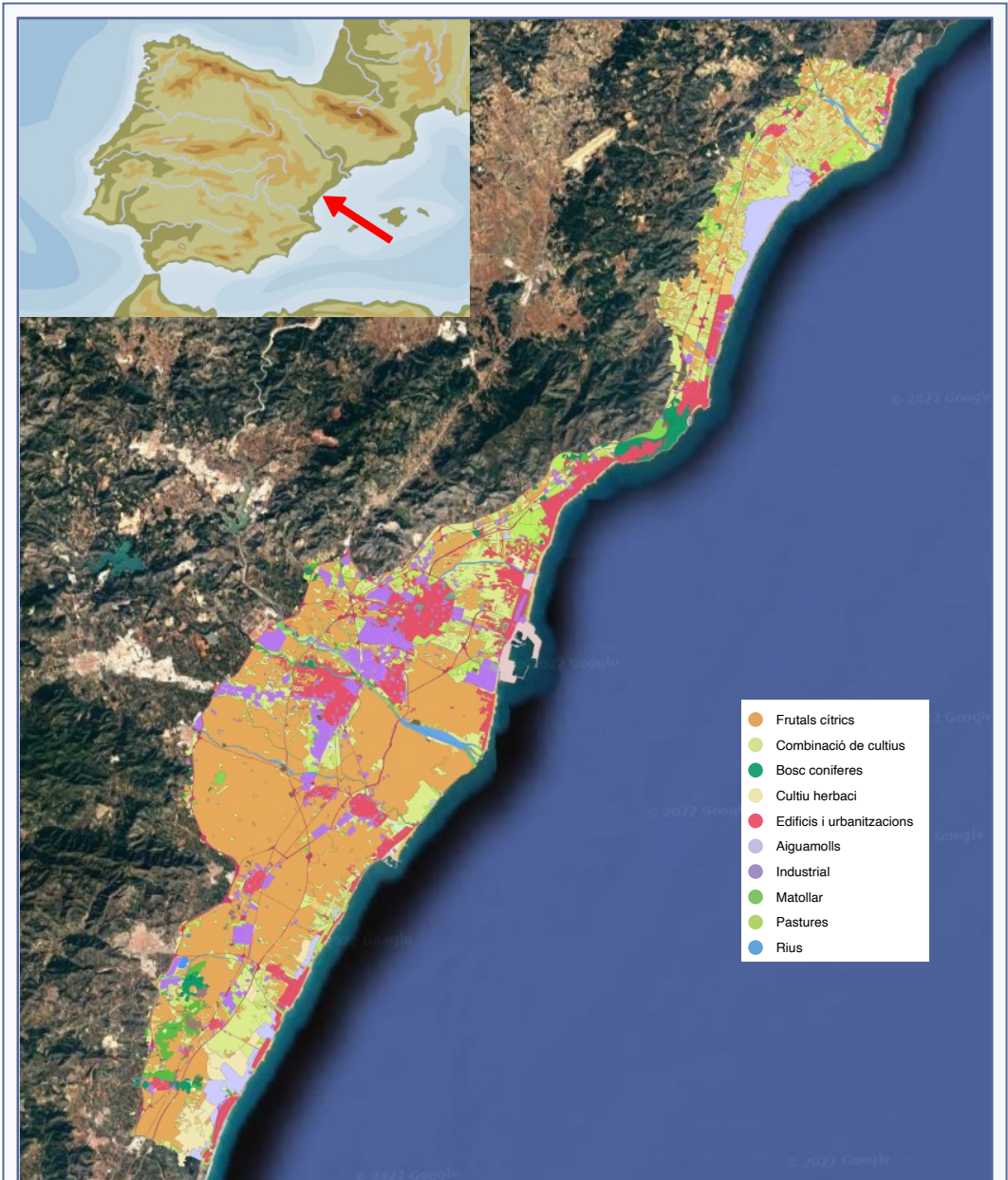
In this work the  $\alpha$  and  $\beta$  diversity of the Plana de Castelló is analyze for the first time using a similarity index between the most important environments of the area, identifying the most important areas for birds

Keywords:  *$\alpha$  diversity,  $\beta$  diversity, Plana de Castelló, bird fauna.*



La província de Castelló és una província muntanyosa on les planes són escasses. Una de les més importants és coneguda com la Plana de Castelló i és on

estan localitzades algunes de les majors ciutats de la província. Geològicament és una plana costanera sedimentària assentada en terrenys cretàcics que queda



**FIGURA 1.** Àrea d'estudi. Els colors representen els diferents usos del terra segons CORINE Land Cover 2018 (IGN,2021). La llegenda no mostra totes les categories de la base de dades CORINE.

Study area. Colours represent different land uses. Based on CORINE Land Cover 2018 (IGN,2021). Legend does not show all categories of the CORINE data base.

tancada per diverses cadenes muntanyenques: al N per la serra d'Irta, a l'O per la serra d'Orpesa i el Desert de les Palmes i més al S per la serra d'Espadà, cobrint aproximadament 50.000 ha (Fig. 1) La densitat de població supera els 500 habitants per km<sup>2</sup> (Institut Valencià d'Estadística, 2022). A la capital, situada al centre de la Plana, la temperatura mitjana anual és de 17,1°, amb una temperatura mitjana al mes més fred (gener) de 10,7° i de 24,7° al mes més càlid (agost). La precipitació mitjana anual és de 450 mm, amb un alt índex d'irregularitat (Quereda, 1976). Les pluges estan concentrades a la tardor i presenten un mínim acusat a l'estiu. Aquest conjunt de característiques marca un clima de tipologia termomediterrània segons la classificació de Köppe.

Els ecosistemes de la Plana de Castelló, abans de les severes modificacions sofertes per l'acció de l'home, que degueren començar, igual que en altres parts de la Mediterrània occidental, al neolític primerenc (Badal et al. 1994; Pons & Quézel, 1998; De Beaulieu, et al. 2005), estaven conformats per una barreja d'hàbitats. D'una

banda, els ecosistemes costaners, on els aiguamolls i els saladars ocupaven una gran part de la costa, interromputs pels escassos afloraments rocosos, i de l'altra, i després d'aquests hàbitats costaners, per la vegetació pròpia del bosc mediterrani on es trobava tota la gran varietat de plantes herbàcies, arbustives i arbòries que caracteritzen aquestes comunitats i que haurien desaparegut de forma ràpida al llarg d'aquest període per les transformacions agrícoles i ramaderes dels assentaments humans (Dupré & Renault-Miskovsky, 1990).

D'aquells ecosistemes, se n'ha conservat una part de les zones humides gràcies a l'extrema dificultat que n'ha suposat el drenatge en el passat. Els saladars han patit una gran reculada, ja que eren zones amb poca vegetació i un grau d'inundació menor i han resultat fàcils de transformar, de manera que avui dia són difícils de trobar i tan sols queden petites formacions, de vegades molt alterades (Costa & Boira, 1981). L'antic bosc i matollar mediterrani estan gairebé completament desapareguts i els pocs exemples que trobem són

| Entorn                  | Típus                                     | Total Ha      | % sobre grup | % sobre total |
|-------------------------|---|---------------|--------------|---------------|
| Cultius                 | Horta - regadiu - marjal                  | 484           | 1,4          | 1             |
|                         | Mosaic agrícola: secà - regadiu - horta   | 4.180         | 12,3         | 8,3           |
|                         | Horta hortalisses                         | 849           | 2,5          | 1,7           |
|                         | Arrossar                                  | 163           | 0,5          | 0,3           |
|                         | Tarongerar                                | 24.577        | 72,5         | 49            |
|                         | Secà (ametler, olivera, garrofera, vinya) | 1.664         | 4,9          | 3,3           |
|                         | Cultiu abandonat                          | 1.965         | 5,8          | 3,9           |
|                         | <b>33.882</b>                             | <b>100</b>    | <b>67,5</b>  |               |
| Hàbitats naturals       | Pinar                                     | 394           | 6,8          | 0,8           |
|                         | Matollar                                  | 1.983         | 34,1         | 4             |
|                         | Rius i barrancs                           | 1.209         | 20,8         | 2,4           |
|                         | Aiguamoll                                 | 1.549         | 26,6         | 3,1           |
|                         | Saladar                                   | 682           | 11,7         | 1,4           |
|                         | <b>5.817</b>                              | <b>100</b>    | <b>11,6</b>  |               |
| Estructures artificials | Nuclis urbans                             | 3.278         | 31,3         | 6,5           |
|                         | Polígons industrials                      | 2.865         | 27,3         | 5,7           |
|                         | Urbanitzacions                            | 2.730         | 26,1         | 5,4           |
|                         | Carreteres i vies de tren                 | 1.606         | 15,3         | 3,2           |
|                         |   | <b>10.479</b> | <b>100</b>   | <b>20,9</b>   |
|                         | <b>50.178</b>                             |               |              |               |

**TAULA 1.** Ocupació del sòl a la Plana de Castelló basat en CORINE Land Cover del 2018 (IGN, 2021) amb algunes modificacions per observació directa del terreny.

Land use in Plana de Castelló based on CORINE Land Cover de 2018 (IGN, 2021) with some modifications based on direct observation.

petites taques de creixement secundari producte de l'abandonament de les terres de conreu (Fig. 1, Taula 1).

Les terres de la Plana probablement estaven completament cultivades, o gairebé completament cultivades, a finals del segle XVIII (Cavanilles, 1795; López, 1989) encara que l'ocupació i transformació més important devia passar cap al segle XIV, quan comencen a registrar-se les propietats i els tipus de cultiu per l'auge de la immigració (Sánchez, 1973). Això ens mostra un panorama de profunda transformació en què les formacions vegetals que dominaven a principis de l'Holocè, que marca l'inici del període climàtic actual en què ens trobem, i quan l'ocupació humana era molt baixa, han desaparegut de forma gairebé completa. Aquesta transformació lenta i progressiva ha donat pas a una més accelerada en temps recents, en què el desenvolupament urbanístic i les infraestructures (p. ex. polígons industrials, xarxes elèctriques, carreteres) suposen un greu risc per a la biodiversitat en forma de pèrdua d'hàbitat, fragmentació de l'hàbitat, canvis en els usos del sòl i la contaminació (Giam et al. 2010; Davenport & Davenport, 2006; Quintero & Mathur, 2011). D'acord amb aquests canvis, les aus han hagut d'anar modificant la seua presència en funció de les transformacions de l'entorn, desapareixent o rarificant-se les que han perdut els seus hàbitats i apareixent-ne d'altres millor adaptades a les noves realitats de l'entorn.

Hi ha un nombre de treballs que estudien diferents ornitocenosis de l'àrea de la Plana de Castelló referits a diferents ambients com el tarongerar (Pardo, 1984) als parcs i jardins (Barreda & Castany, 2008; Castany, 2014a; Castany & Tirado, 2019) desembocadures (Barreda & Castany, 2007; Castany, 2014b), aiguamolls (Tirado, 2016; Tirado, 2018) o camps abandonats (Tirado, 2012),

però no hi ha treballs que estudiïn la diversitat integrada de l'àrea o diversitat beta ( $\beta$ ), entesa com a canvi en la composició d'espècies entre llocs. L'estudi de la diversitat  $\beta$  és important com a concepte clau per entendre l'impacte d'activitats humanes com ara agricultura, tala, urbanització, espècies invasores, caça i canvi climàtic (Socolar et al., 2016) i per tant per entendre la dinàmica dels ecosistemes, el funcionament i el maneig (Legendre et al., 2005).

En aquest treball es fa una descripció general de la situació de l'avifauna de la Plana, en què s'estudia l'ornitocenosi dels ecosistemes naturals i d'àrees de cultiu més representatives i s'intenta abastar la màxima diversitat dels assemblatges ornítics de la Plana. Per això s'analitza la riquesa d'aus (diversitat  $\alpha$  o diversitat local) mesurada com el nombre d'espècies presents en una comunitat i la diversitat  $\beta$ , com una mesura de la variació en l'estructura de la comunitat entre hàbitats i al llarg dels diferents períodes de l'any. Aquesta diversitat  $\beta$  descriu una faceta fonamental dels patrons espacials de la biodiversitat (Whittaker, 1972, 1975; Cody, 1975; Willson & Shamida, 1984) que tradicionalment han rebut en general poca atenció (Blackburn & Gaston, 1996; Koleff, 2003), encara que s'ha incrementat l'interès, notablement, en temps recents (Anderson et al. 2011). La diversitat  $\beta$  s'estudia mitjançant un índex de similitud entre hàbitats i entre períodes al llarg de l'any. Amb aquest enfocament es defineixen els assemblatges dels hàbitats naturals presents a la Plana i es comparen amb les zones alterades. Això és important per entendre els canvis que han pogut passar a les seves ornitocenosis a causa de les nombroses transformacions i com això ha pogut afectar l'actual configuració ornítica de l'àrea.

| Hàbitat         | Ubicació 1           | Ubicació 2         | Mètode            | Total     | Nombre mostrejos |
|-----------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------|------------------|
| Aiguamoll       | 40°11'37"N 0°12'23"E |                    | Transecte         | 900 m     | 95               |
| Saladar         | 40°2'25"N 0°1'41"E   |                    | Transecte         | 770 m     | 95               |
| Pastura         | 40°1'44"N 0°1'43"E   | 40°0'17"N 0°2'3"O  | Transecte         | 900 m     | 95               |
| Matollar        | 40°2'57"N 0°3'28"E   |                    | Transecte         | 900 m     | 95               |
| Pinar           | 40°2'23"N 0°2'15"E   |                    | Estació d'escolta | 5 (3min.) | 95               |
| Mosaic agrícola | 40°0'40"N 0°1'16"O   | 40°1'22"N 0°0'47"O | Transecte         | 860 m     | 95               |
| Taronjerar      | 40°1'17"N 0°1'4"O    | 40°0'19"N 0°1'48"O | Transecte         | 850 m     | 95               |

**TAULA 2.** Hàbitat, ubicació, tipus i nombre de mostrejos emprats en aquest treball.

Habitats, location, sampling type and total samplings used in this work.

## Mètode i materials

Per estudiar les diferents ornitocenosis, es van fer mostres al llarg dels anys 2017 i 2018. L'esforç de cens es va mantenir homogeni al llarg de tots els hàbitats. A cada zona es van registrar les espècies vistes o escoltades al llarg d'un transecte entre 770 i 900 m de longitud, depenent de les característiques de l'àrea, de manera que cobrés un entorn homogeni. A la pineda, com que es tracta d'un hàbitat molt tancat, on la visibilitat és molt limitada, es feia recomanable establir estacions d'escolta de 3 minuts (Taula 2). L'equivalència entre mètodes (transecte i estació d'escolta) i la diferència en la longitud dels transectes no és un apropament totalment desitjable, ja que, com que es calcula en àrees diferents, produeix inevitablement biaixos en els resultats (Koleff et al. 2003). Per intentar limitar aquest biaix, totes les àrees es van mostrar en un total de 95 ocasions, de manera que la probabilitat de detectar espècies va augmentar, ja que el nombre de noves espècies detectades baixa amb la intensitat de mostratge (Lande, 1996), i limita les diferències per la diferent longitud dels censos. Per minorar les possibles conseqüències d'aquest acostament es va utilitzar l'índex de Morisita (Morisita, 1959), que és l'índex que limita els efectes de les diferents mides de mostreig i de diversitat (Wolda, 1981).

Es van identificar i comptabilitzar totes les aus vistes o escoltades, i es descartaren les aus observades en pas actiu. La taxonomia es va basar en la llista de Clements (Clements et al. 2021). Per classificar les espècies segons la seva estacionalitat es van utilitzar les categories no excloents següents: migrant, aus amb poblacions migrants que transiten per l'àrea d'estudi i que no crien ni hivernen a l'àrea; hivernant, espècie amb poblacions presents durant la hivernada; residents, espècie amb poblacions presents al llarg de l'any, i estivals, espècie sense poblacions residents ni hivernants presents durant l'època de cria. Es va considerar que una espècie va ser nidificant quan es van observar indicis clars de reproducció (nius, joves d'any en època adequada, aportació de material o d'encebals per al niu).

Es van estudiar els patrons de distribució i diversitat a la Plana per a l'avifauna anual i per a tres períodes per separat, aus nidificants, aus hivernants i aus migrants. La hivernada es va fitar entre el 15 de desembre i el 31 de gener i el període migratori entre els mesos de febrer a maig i de juliol a novembre. Per a l'anàlisi de les aus migrants, es van eliminar les espècies residents.

## Punts de mostreig

Les superfícies ocupades pels diferents usos i hàbitats a la Plana es van obtenir de la base de dades d'ocupació del sòl CORINE Land Cover de 2018 (IGN, 2021) amb alguns ajustaments per observació directa del terreny. A la Taula 1 es mostren aquestes dades separades en 3 tipologies: cultius, hàbitats naturals i estructures artificials.

Els punts de mostreig escollits van ser tots els hàbitats naturals (a excepció de rius i barrancs) i àrees de cultiu majoritàries: mosaic agrícola, tarongerar i cultius abandonats. En aquest darrer cas, es va censar una àrea de pastura naturalitzada, ja que els estadis intermedis, segons el grau de desenvolupament de la vegetació, tendrien a mostrar ornitocenosis intermèdies entre aquest i alguna de les formacions naturals ja contemplades. Se'n van excloure el secà, l'horta d'hortalisses i l'horta de regadiu-marjal, ja que es troben molt junts i barrejats amb altres cultius, fonamentalment de tarongerar, per la qual cosa en cap cas va ser possible trobar una àrea prou homogènia que oferís un marc adequat per estudiar les seves ornitocenosis.

Les seves característiques generals són les següents:

**Tarongerar.** El tarongerar és l'ambient principal de la Plana de Castelló, ocupa aproximadament la meitat del territori (Taula 1). Generalment es troba en forma de grans camps en explotació sense cobertura herbàcia i amb escassa o nul·la presència de tanques. Les àrees amb més superfície contínua de camps de tarongers es troben al S de la capital. S'ha escollit per a aquest cens un tarongerar madur situat al terme municipal de Castelló de la Plana.

**Mosaic agrícola.** Àrees amb una barreja de cultius de taronger i de secà (ametller, olivera o vinya fonamentalment), en què també es troben fruiters dispersos, tanques i petits camps abandonats. Aquesta tipologia està molt estesa des de Castelló de la Plana cap al nord i en menor mesura al voltant dels pobles. Aquestes formacions són el resultat de l'atomització de la propietat i generalment són àrees que han patit poques modificacions en temps recents. Dins l'àrea representada pel tarongerar, aproximadament un 8 % de la superfície de la Plana concorda amb aquesta descripció (Taula 1). S'ha escollit una àrea propera a la capital de la Plana per fer els censos.

**Matollar.** El matollar mediterrani comprèn una àmplia varietat de formacions vegetals segons el seu

grau de desenvolupament, orientació, grau d'humitat o tipus de sòl, generant, des de coscollars a zones boscoses en què es combina una gran varietat de plantes arbustives i arbòries. Tot i la seva escassetat a l'àrea, la seva presència als mostrejos es justifica per formar part fonamental de la vegetació potencial de l'àrea. S'ha escollit per a aquest estudi una àrea de matollar mediterrani incipient en uns camps abandonats amb abundants lletiscles i ullastres al terme municipal de Benicàssim.

**Pinar.** Els boscos de pi blanc (*Pinus halepensis*) formen agrupacions amb copes denses d'una alçada d'entre 10 i 20m, on la llum entra amb dificultat, per la qual cosa la presència d'arbustos i altres plantes és, generalment, molt modesta. Els censos es van realitzar en una petita pineda ben desenvolupada gairebé sense sotabosc situada al terme municipal de Benicàssim.

**Aiguamoll.** Les zones humides són zones planes inundades amb presència d'abundants plantes

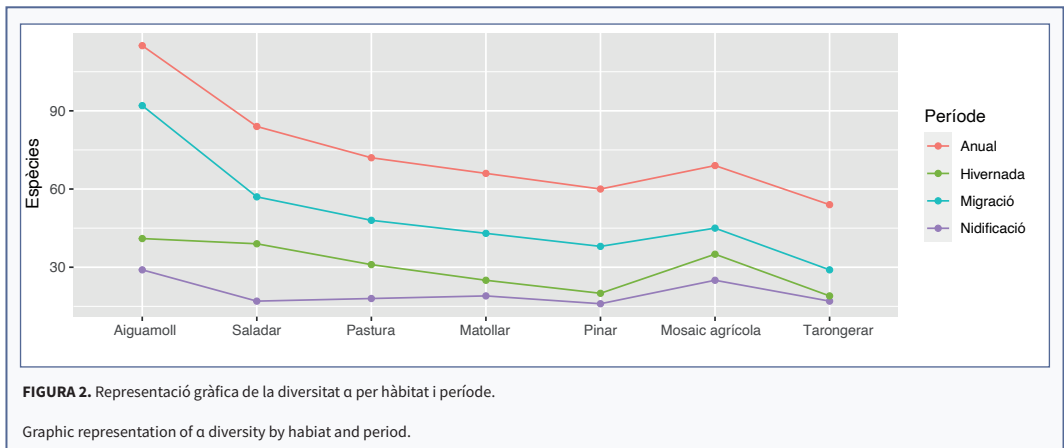
hidròfiles. La morfologia pot ser molt variada depenent del grau d'inundació, del tipus de sòl o de la presència d'aigües lliures. El transecte es va dur a terme al Prat de Cabanes-Torreblanca en una zona on s'alternen zones obertes inundades i altres de densament cobertes amb vegetació, fonamentalment senill (*Phragmites australis*).

**Saladar.** Els saladars són formacions vegetals dominades per planes adaptades a sòls amb una alta salinitat i que suporten inundacions parcials. En general, l'estrat herbaci i l'arbusti estan ben desenvolupats. Es van realitzar els censos al Quadre de Sant Jaume en una zona dominada per jonc serrà (*Juncus acutus*) i una variada presència de plantes del saladar com artemisa, insulsa o salicòrnia en una formació relativament densa.

**Pastures.** Les pastures són àrees seques amb un bon desenvolupament de l'estrat herbaci i escassos arbustos que normalment es mantenen per l'acció del bestiar extensiu, encara que també pot aparèixer a

| Hàbitat         | Migració | Nidificació | Hivernada | Anual |
|-----------------|----------|-------------|-----------|-------|
| Total           | 123      | 68          | 73        | 160   |
| Aiguamoll       | 92       | 29          | 41        | 114   |
| Saladar         | 57       | 17          | 39        | 84    |
| Pastures        | 48       | 18          | 31        | 72    |
| Mosaic agrícola | 45       | 25          | 35        | 69    |
| Matollar        | 43       | 19          | 25        | 66    |
| Pinar           | 38       | 16          | 20        | 60    |
| Taronjerar      | 29       | 17          | 19        | 54    |

**TAULA 3.** Diversitat  $\alpha$  per hàbitat i període  
 $\alpha$  diversity by habitat and period



zones amb sòls escassos o degradats. La seva presència a la Plana sol estar associada a camps abandonats o bé a saladers o zones modificades. S'ha escollit pasturatge amb presència regular de bestiar oví al terme municipal de Benicàssim.

### Patrons de distribució i diversitat

Per analitzar les dades es va generar una matriu amb el nombre d'exemplars detectats per espècie a cadascun dels hàbitats i a cadascun dels períodes. Es va calcular la diversitat  $\alpha$  de forma directa per a cada hàbitat i cada període com a riquesa d'espècies. La diversitat  $\beta$  es va mesurar fent servir aquesta matriu de dades i comparant l'índex de similitud de Morisita-Horn entre els hàbitats utilitzant el programa SpadeR 0.1.1 (Chao et al., 2016). Els dendrogrames de similitud es van generar utilitzant Past4 (Hammer et al. 2001). S'estableix el punt de tall per establir els clústers o tipus als dendrogrames a l'índex de similitud de 0,5, que és el punt en què els assemblatges són tan similars com diferents entre si.

### Resultats

Es van registrar un total de 41.958 exemplars de 160 espècies (Annexe 1). 138 espècies van ser comunes i 22 rares o escasses (3 cites o menys). Les espècies més abundants van ser *Apus apus*, amb el 8,7% dels contactes, seguit d'*Hirundo rustica* (7,3%), *Curruca melanocephala* (5,4%) i *Serinus serinus* (4,3%). 68 espècies van mostrar indicis de cria probable o segura. Pel que fa al seu estatus migratori, el grup més abundant va ser el de migrant i hivernant amb 49 espècies (31%), seguit de les espècies migrants, amb 39 (24%), 30 espècies van tenir estatut d'estival migrant (19%) i 6 van ser estivals, migrants i hivernants (3,8%). Les 36 espècies restants van tenir un component resident (22,5%). D'aquestes darreres, se'n poden diferenciar 11 espècies exclusivament residents (6,9%) i 25 espècies residents (15,6%) però que incorporen poblacions migrants i hivernants fora de l'època de cria. 150 espècies van tenir un component migrant a les seves poblacions (93,1%).

### Patró de riquesa

**Període anual:** L'hàbitat amb més espècies detectades va ser l'aiguamoll, amb 114, seguit del saladar (84) i del de pastures (72), algunes menys es van detectar al mosaic agrícola (69) i al matollar (66) (Taula 3; Fig 2). Els dos hàbitats amb menor nombre d'espècies detectades

van ser el pinar (60) i el tarongerar (54). 23 espècies es van detectar a tots els hàbitats (14,4%) i un total de 42 es van observar en 6 o en 7 dels hàbitats estudiats (26,3%). D'altra banda, 84 espècies (52,5%) es van detectar tan sols a 1 o 2 dels hàbitats estudiats. L'hàbitat amb major nombre d'espècies exclusives va ser l'aiguamoll, amb 45, seguit a molta distància de la resta: 3 espècies al saladar, la pastura i la pineda, 2 espècies al mosaic agrícola i 1 al matollar. No es va detectar cap espècie en exclusiva al tarongerar.

**Aus nidificants:** Es van detectar 68 espècies nidificants. El nombre més gran d'espècies es va detectar a l'aiguamoll (29), seguit del mosaic agrícola (25), del matollar (19), pastures (18), 17 espècies a saladar, tarongerar i 16 a la pineda que va tenir el mínim d'espècies nidificants. No es va detectar cap espècie nidificant a tots els hàbitats, i tres van aparèixer en 6 hàbitats: *Curruca melanocephala*, *Hirundo rustica* i *Pica pica*. Fins a 30 espècies van ser exclusives d'un hàbitat (44,1%), la gran majoria a l'aiguamoll (23), 3 al mosaic agrícola, 2 a la pineda i 1 al matollar i la pastura. No es van detectar nidificants exclusius al saladar ni al tarongerar.

**Aus hivernants:** El nombre d'espècies detectades durant la hivernada va pujar a 73. El nombre més gran d'espècies es va detectar a l'aiguamoll (41) amb números similars al saladar (39) i al mosaic agrícola (35). Al pasturatge es van detectar 31 espècies i 25 al matollar, mentre que els mínims es van obtenir al tarongerar (20) i la pineda (19). Tan sols 4 espècies (5,5%) es van detectar a tots els hàbitats (*Anthus pratensis*, *Curruca melanocephala*, *Phylloscopus collybita* i *Serinus serinus*) i un total de 10 espècies es van observar en almenys 6 hàbitats (13,7%). Un total de 23 espècies es van detectar exclusivament en un hàbitat (31,5%), la majoria a l'aiguamoll (13), seguit del matollar i del saladar (3), del pinar (2) i del pasturatge i el mosaic agrícola (1). No es va detectar cap espècie en exclusiva al tarongerar.

**Aus migrants:** Es van detectar un total de 123 espècies migrants. El nombre més gran d'espècies migrants es va detectar a l'aiguamoll (92), seguits pel saladar (57), la pastura (48), el mosaic agrícola (45), el matollar (43) i la pineda (38). El mínim es va observar al tarongerar (29). 15 espècies es van detectar a tots els hàbitats (12,2%) i un total de 23 van estar presents en almenys 6 ubicacions (18,7%). Un total de 52 espècies es van detectar en exclusiva en un hàbitat (43%), el que major nombre d'espècies migrants exclusives acull és

l'aiguamoll (47), seguit del pasturatge, amb 3 i amb 2 espècies la resta dels hàbitats llevat de el tarongerar, on no es va detectar cap espècie en exclusiva.

**Diversitat beta**

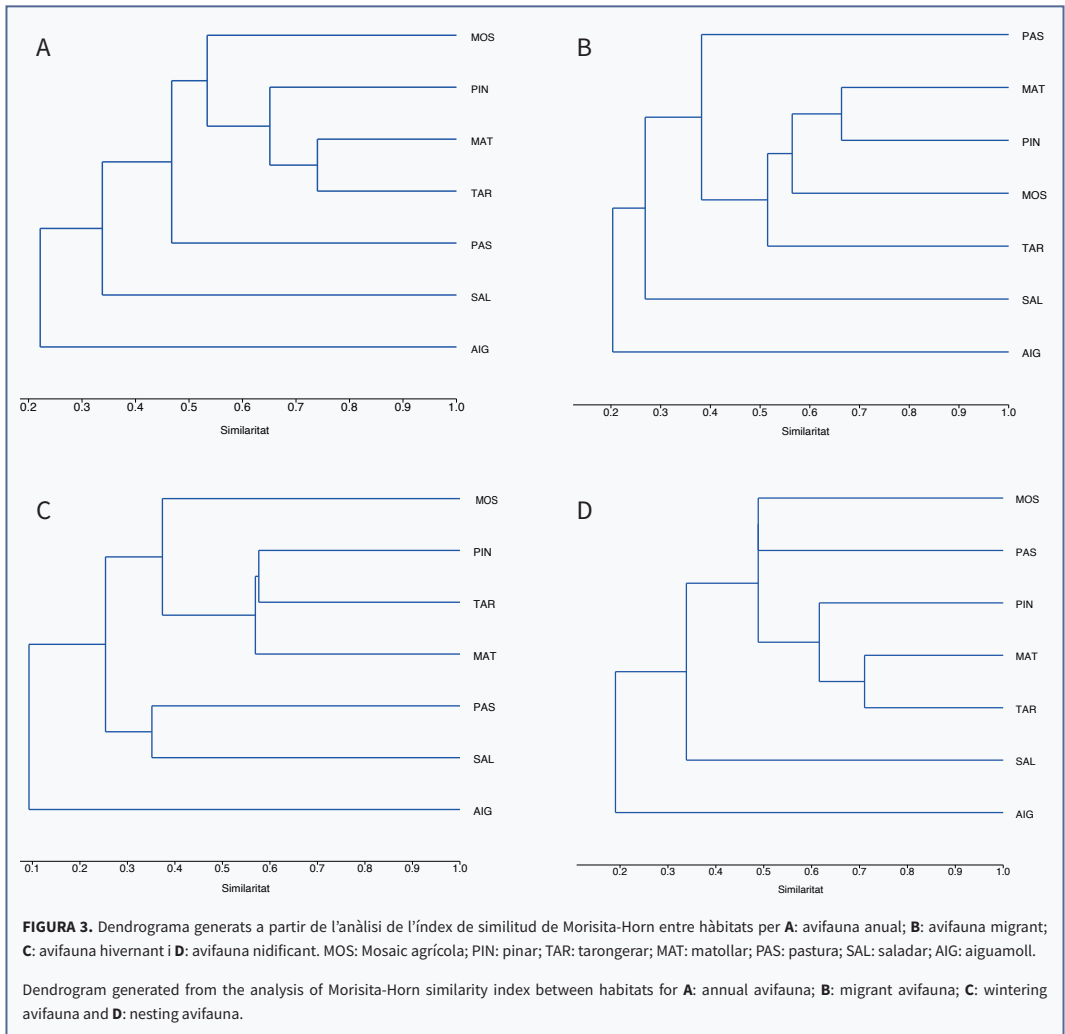
L'índex de similitud absolut (Morisita-Horn) per a la mostra va donar un valor de 0,227. L'índex de similitud entre hàbitats per a la mostra anual, indica una alta similitud per a tots els hàbitats arbrats (mosaic agrícola, pinar, matollar i tarongerar) que formarien un tipus aïllat de la resta que es poden separar en tipus independents (Fig. 3A). Les dades per a les aus migrants (Fig. 3B) són molt similars a les obtingudes a la mostra anual. L'avifauna nidificant va mostrar valors més

diferenciats, amb una menor similitud per a l'ornitofauna del mosaic agrícola, que formaria un tipus juntament amb la pastura (Fig. 3D). Finalment, l'avifauna hivernant presenta trets diferenciats, amb un tipus independent per a l'aiguamoll, un altre per al pasturatge i el saladar i un tercer tipus per al mosaic agrícola i amb la resta dels hàbitats arbrats en un clade independent (Fig. 3C).

**Discussió**

**Diversitat alfa i estacionalitat**

La Plana de Castelló presenta una diversitat  $\alpha$  que situa en aquest mostreig parcial a les 160 espècies. Una



de les característiques més rellevants és l'alta estacionalitat, amb un percentatge d'aus amb estatus migrant a les seves poblacions que arriba al 93,1 %. L'estatus més comú entre les aus de la Plana de Castelló va ser el de migrant i hivernant (31,2%), seguit pel de migrant (24%). Aquestes dades apunten a una alta importància de l'àrea per a la migració i hivernada de les aus, situació que ha estat posada de manifest en nombroses ocasions a la bibliografia per al context general de la península Ibèrica i la Mediterrània Ibèrica (Moreau, 1963, 1956; Bernís, 1966a, 1966b; Santos, 1982; Santos & Tellería, 1985).

Els aiguamolls presenten el major interès dins la Plana de Castelló, ja que recullen el nombre més gran d'espècies (114) i la singularitat més gran de tots els ambients de la Plana, amb gairebé el 80 % de les espècies exclusives entre els hàbitats de l'àrea estudiada. El nombre d'espècies és el més gran per a tots els períodes considerats: migració, nidificació i hivernada, amb la diferència més gran en nombre d'espècies a l'època migratòria (Taula 2) cosa que posa de manifest la importància d'aquests entorns per a les aus en general i per a les migratòries en particular. Tant l'alta diversitat com l'alt nombre d'espècies exclusives són un resultat esperat, ja que els aiguamolls tenen una importància fonamental per al manteniment de la biodiversitat (Mitsch & Gosselink, 2000; Schweigler et al. 2002; Zedler & Kercher, 2005; Bobbink, et al 2006; Sharma & Singh, 2021) i són hàbitats crítics per a un gran nombre d'espècies (Keddy, 2000; Bedford et al., 2001). La resta dels hàbitats presenten una importància desigual per a la diversitat, saladar (84) i pastures (72), acumulen un nombre més gran d'espècies a l'assemblatge anual que la resta dels hàbitats, amb el tarongerar com a ambient amb menor diversitat (54). La pineda, tot i recollir un nombre baix d'espècies (60), té un nombre més gran acumulat d'espècies pròpies (3) que la resta dels hàbitats (a part de l'aiguamoll) amb el tarongerar de nou com a hàbitat menys ric i diferenciat (sense espècies pròpies).

Pel que fa al total d'espècies nidificants, el mosaic agrícola alberga un nombre més gran d'espècies (25) després de l'aiguamoll (29), a certa distància de la resta d'ambients que donen uns valors molt similars (19 al matollar i 16 a el tarongerar). Potser la diversitat estructural d'aquestes zones millora la capacitat d'acollida per a les aus, com passa al nord de la península Ibèrica

en ambients similars (Carrascal & Tellería, 1988). La complexitat estructural més gran d'aquests ambients agrícoles, amb una important varietat de formacions estaria en la base d'aquesta major diversitat (Macarthur i Macarthur, 1961; Wilson, 1974; Bilcke, 1982; Vander Wall & Macmahon, 1984), encara que s'haurien de fer estudis específics que mesuressin aquests gradients de complexitat estructural i que els relacionessin amb la riquesa, per poder confirmar aquestes dades en el cas particular del mosaic agrícola del tarongerar.

La diversitat de les espècies migrants és la més alta per als períodes considerats, amb 123, molt per sobre de les trobades en el període de nidificació (68) o a la hivernada (73), posant de relleu la importància de l'àrea geogràfica per a la migració d'aus, fet que s'ha ressaltat moltes vegades com es comentava al principi d'aquesta secció. De nou, l'aiguamoll i el saladar destaquen sobre la resta dels ambients com a receptors de diversitat en aquest període (Taula 3).

La riquesa específica en la hivernada és més homogènia per als quatre hàbitats principals (aiguamoll, saladar, mosaic agrícola i pastures) amb menys diferències que per al període migratori, de nou, amb l'aiguamoll i el saladar com a hàbitats amb més capacitat d'acollida d'espècies.

### Diversitat beta

El baix coeficient de Morisita-Horn per a tota la mostra (0,227) ve determinat per la diferència en la riquesa d'espècies i per l'alt nivell de reemplaçament (Legendre, 2014). En el cas de la Plana de Castelló, l'alta heterogeneïtat dels ambients i per tant la diversitat de nínxols genera aquestes diferències en els assemblatges d'espècies, especialment els derivats de les espècies exclusives dels aiguamolls i en menor mesura dels saladars, amb què comparteixen un bon nombre d'espècies. Entre els elements propis exclusius de l'aiguamoll-saladar, destaquen per la seva abundància algunes espècies de la família Anatidae (*Netta rufina*, *Anas crecca*, *Spatula clypeata*), Rallidae (*Fulica atra*), Podicipedidae (*Tachybaptus ruficollis*, *Podiceps cristatus*), *Phalacrocoracida* o Accipitridae (*Circus aeruginosus*). També alguns elements de l'ordre Passeriformes com els integrants de la família Motacillidae (*Anthus spinoletta*), Muscicapidae (*Luscinia svecica*), Acrocephalidae (*Acrocephalus melanopogon* o *Acrocephalus arundinaceus*) o Emberizidae (*Emberiza schoeniclus*). Un



altre grup d'aus especialment abundants en aquest entorn el formen Apodidae (*Apus apus*) i Hirundinidae (*Ptyonoprogne rupestris*, *Hirundo rustica* i *Riparia riparia*), que aprofiten els alts volums d'insectes voladors per conformar-se com un dels elements més característics dels aiguamolls a la Plana de Castelló. D'altra banda, la pastura destaca amb un assemblatge d'espècies d'espais oberts entre els quals destaquen els alts volums de fringíl·lids (*Carduelis carduelis* i *Linaria cannabina* fonamentalment) i altres espècies que són abundants en aquests espais com *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis*, *Galerida cristata* o *Emberiza calandra*. També apareixen alguns elements avifaunístics propis com *Burhinus oedicephalus*, *Oenanthe oenanthe* o *Anthus campestris*. El tercer grup d'ambients està compost pels quatre hàbitats arbrats, que mostren un nivell de diferenciació baix, on són especialment abundants espècies generalistes de les famílies Fringillidae, Muscicapidae, Sylviidae, Sturnidae, Turdidae, Passeridae... Tot i que es poden trobar alguns elements diferenciadors a l'àrea de matollar (*Coccothraustes coccothraustes*) o a la pinada (*Aegithalos caudatus*, *Periparus ater*, *Regulus ignicapilla*).

Els assemblatges per a l'època migratòria i per a la nidificació mostren patrons molt similars a l'assemblatge anual, amb una diferenciació més gran per a l'època de nidificació, on el mosaic agrícola presenta menors valors de similitud respecte als altres hàbitats arbrats, amb alguns elements propis com *Luscinia megarhynchos*, *Sturnus vulgaris* o *Clamator glandarius* i altes concentracions de *Pica pica*, *Passer domesticus* i *Parus major*. La hivernada repeteix tipus amb l'època de cria, encara que amb menors índex de similitud i, per tant, amb ornitofaunes més diferenciades tant a la pastura com al mosaic agrícola. L'assemblatge ornitològic del pasturatge destaca pels alts nombres d'espècies com ara *Alauda arvensis*, *Anthus pratensis* i altres d'exclusives com *Galerida cristata* o *Lanius meridionalis*. Per la seva banda, el mosaic agrícola destaca pels alts nombres d'espècies frugívores com *Fringilla coelebs* i *Sylvia atricapilla* o *Turdus philomelos*, també acull bones poblacions de *Passer montanus* i *Pica pica*.

### Conservació

La conservació de la diversitat d'aus a la Plana de Castelló sembla dependre en primer lloc de la protecció dels aiguamolls i els saladers, que allotgen la major quantitat d'espècies i les de major singularitat, per la

qual cosa la seva conservació (i la seva recuperació a la mesura del possible), haurien de formar part prioritària de les polítiques de conservació a nivell local. D'altra banda, seria important que es potenciés i conservés la diversitat estructural de les terres cultivades, i es mantingués una diversificació de tipus de cultiu, que allotgen una major diversitat que les plantacions monoespècifiques de tarongers en què es practica una agricultura intensiva. Aquest resultat connecta amb el consens general que la intensificació agrícola en zones temperades provoca un descens en la diversitat (Donal, 2001; Gabriel et al., 2006; Clough et al., 2007; Hendrickx et al., 2007; Vellend et al., 2007; Ekroos et al., 2010; Flohre et al., 2011). D'aquest treball, se'n desprèn igualment, que les taques de vegetació natural o naturalitzada (pinars, garrigues mediterrànies...) aporten diversitat i són un refugi per a determinades espècies que depenen d'aquestes formacions. En aquest sentit, seria recomanable que les zones verdes que es poguessin establir com a conseqüència de l'ordenació del territori estiguessin orientades a augmentar la presència dels hàbitats amb vegetació autòctona de l'entorn bioclimàtic on ens trobem.

**Agraïments:** a Marc Antón i a un altre revisor anònim per els seus comentaris, que han contribuït de forma important a millorar el text.

### Bibliografia

- Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., Sanders, N. J., Cornell, J. V., Comita, L. S., Davies, K. F., Harrison, S. P., Kraft, N. J. B., Stegen, J. C. & Swenson, N. G. 2011. Navigating the multiple meanings of b diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14: 19-28.
- Badal, E., Bernabeu, J. & Vernet, J. L. 1994. Vegetation changes and human action from the Neolithic to the Bronze Age (7000-4000 BP) in Alicante, Spain, based on charcoal analysis. *Vegetat Hist Archaeobot*, 3:155-166.
- Barreda, X. & Castany, J. 2007. Aus a la desembocadura del riu Sec de Castelló. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.
- Barreda, X. & Castany, J. 2008. Aus al parc de Ribalta de Castelló. Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.
- Bedford, B. L., Leopold, D. J. & Gibbs, J. P. 2001. Wetland ecosystems. In: *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 5, ed. S.A. Levin, pp. 781-804. Academic Press. Orlando, Florida, USA
- Bernis, F. 1966a. Migración en aves. Tratado teórico y práctico. Publicaciones de la S.E.O. Madrid.
- Bernis, F. 1966b. Aves migradoras ibéricas. Publicaciones de la S.E.O.

Madrid.

- Bilcke, G. 1982.** Breeding songbird community structure: influences of plot size and vegetation structure. *Acta Oecologica/Oecologia Generalis*, 3: 511-521.
- Blackburn, T. M. & Gaston, K. J. 1996.** The distribution of bird species in the New World: patterns in species turnover. *Oikos*, 77: 146-152.
- Bobbink, R., Beltman, B., Verhoeven, J. T. A. & Whigham, D. F. 2006.** Wetlands: functioning biodiversity conservation and restoration. Springer. Berlin.
- Carrascal, M. & Tellería, J. L. 1988.** Relación entre avifauna y estructura de la vegetación en los medios agrícolas del norte de la Península Ibérica. *Munibe Ciencias Naturales*, 40: 9-17.
- Castany, J. 2014a.** Seguiment d'aus urbanes a la ciutat de Castelló de la Plana de 2006 a 2012. *Nemus*, 4: 75-92.
- Castany, J. 2014b.** Preferències d'hàbitat de les aus a l'espai protegit de la desemocadura del Millars (Vila-real, Almassora, Borriana). La comunitat hivernant i nidificant. *Nemus*, 4: 105-121.
- Castany, J. & Tirado, M. 2019.** Evolució de les aus nidificants a la ciutat de Castelló de la Plana (E de la península Ibèrica) durant el període 2006-2017. *Nemus*, 9: 128-145.
- Cavanilles, A. J. 1795.** Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Imprenta Real. Madrid.
- Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C. & Chiu, C-H. 2015.** Online Program SpadeR (Species-richness Prediction And Diversity Estimation). [http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software\\_download/software-spader\\_online/](http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/software-spader_online/)
- Clements, J. F., Schulenberg, T. S., Iliff, M. J., Billerman, S. M., Fredericks, T. A., Gerbracht, J. A., Lepage, D., Sullivan, B. L. & Wood, C. L. 2021.** The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2021. Descargado de <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/> el 10.ene.22
- Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D. & Kruess, A. 2007.** Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields. *Journal of Applied Ecology*, 44: 804-812.
- Cody, M. L. 1975.** Towards a theory of continental species diversities: bird distribution over Mediterranean habitat gradients. *Ecology and Evolution of Communities* (eds. Cody M. L. & Diamond, J. M.) pp 214-257. Belknap Press. Harvard.
- Costa, M. & Boira, H. 1981.** La vegetación costera valenciana: los saladares. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 38 (1): 233-244.
- Davenport, J., & Davenport, J. L. (eds.) 2006.** The ecology of transportation: managing mobility for the environment. Springer. Dordrecht, the Netherlands.
- De Beaulieu, J.-L., Miras, Y., Andrieu-Ponel, V. & Guiter, F. 2005.** Vegetation dynamics in north-western Mediterranean regions: Instability of the Mediterranean bioclimate. *Plant Biosystems*, vo. 139, 2:114-126.
- Donal, P. F., Gree, R. E. & Heath, M. F. 2001.** Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society*.
- Dupré, M. & Renault-Miskovsky, J. 1990.** El hombre y su impacto en las zonas bajas mediterráneas. Datos palinológicos de sedimentos arqueológicos holocenos. *Archivo de Prehistoria Levantina*. Vol. XX: 133-141.
- E Kroos, J., Heliola, J. & Kuussaari, M. 2010.** Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes. *J. Appl. Ecol.*, 47: 459-467.
- Flohre, A., Fischer, C., Aavik, T., Bengtsson, J., Berendse, F. & Bommarco, R. 2011.** Agricultural intensification and biodiversity partitioning in European landscapes comparing plants, carabids, and birds. *Ecol. Appl.*, 21: 1772-1781.
- Gabriel, D., Roschewitz, I., Tschardt, T. & Thies, C. 2006.** Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecol. Appl.*, 16: 2011-2021.
- Giam, X., Bradshaw, C. J. A., Tan, H. T. W. & Sodhi, N. S. 2010.** Future habitat loss and the conservation of plant biodiversity. *Biological Conservation* 143:1594-1602.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. <http://www.nhm.uio.no>
- Hendrickx, F., Maelfait, J.-P., Van Wingerden, W., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S. 2007.** How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *J. Appl. Ecol.*, 44: 340-351.
- Horn, H. 1966.** Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *American Naturalist*, 100: 419-424.
- IGN, 2022.** SIOSE 2021. Por licencia CC-BY 4.0 scne.es. <https://www.scne.es/productos.php>. Consultado el 15.01.2022.
- Institut Valencià d'Estadística. 2022.** <https://pegv.gva.es/va/> consultado el 10.01.22
- Keddy, P. A. 2000.** *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge University Press. Cambridge, UK:
- Lande, R. 1996.** Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76: 5-13.
- Legrende, P. 2014.** Interpreting the replacement and richness difference components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 23: 1324-1334.
- Legendre, P., Borcard, D., Peres-Neto, P. R. 2005.** Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75: 435-450.
- López Gómez, A. 1989.** Estudios sobre regadíos valencianos. Universitat de València.

- Macarthur, R. H. & Macarthur, R. W. 1961.** On bird species diversity. *Ecology*, 42: 594-598.
- Mitsch W. J. & Gosselink J. G. 2000.** *Wetlands*, 3rd ed. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Moreau, R. 1953.** Migration in the Mediterranean area. *Ibis*, 95: 329-364.
- Moreau, R. 1956.** The Iberian Peninsula and Migration. *Bird Study*, 3: 1-25.
- Morisita, M. 1959.** Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Syushu University. Ser. E. Bio.*; 3: 65-80.
- Pardo, R. 1984.** Las aves del naranjal de la provincia de Castellón. *Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castelló. Castelló de la Plana.*
- Pons, A. & Quézel, P. 1998.** A propos de la mise en place du climat méditerranéen. *CR Acad Sci Paris* 327: 755-760.
- Quereda, J. 1976.** El clima de la provincia de Castellón. *Exma. Diputació Provincial de Castelló. Castelló de la Plana.*
- Quintero, J. D. & Mathur, A. 2011.** Biodiversity offsets and infrastructure. *Conservation Biology* 25:1121-1123.
- Sánchez, J. 1973.** Estructura agraria de Castellón de la Plana en 1398. *Cuadernos de Geografía*, 12: 31-59.
- Santos, T. 1982.** Migración e invernada de zorzales y mirlos (género *Turdus*) en la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- Santos, T., Tellería, J. 1985.** Patrones generales de la distribución invernal de passeriformes en la Península Ibérica. *Ardeola*, 32 (1): 17-30.
- Sharma, S. & Singh, P. (eds.) 2021.** *Wetlands Conservation: Current Challenges and Future Strategies*. Wiley-Blackwell, NJ, USA.
- Schweiger, E. W., Leibowitz, S. G., Hyman, J. B., Foster, W. E., Downing, M. C. 2002.** Synoptic assessment of wetland function: a planning tool for protection of wetland species biodiversity. *Biodiversity Conservation* 11: 379-406.
- Socolar, J. B., Gilroy, J. J., Kunin, W. E. & Edwards, D. P. 2016.** How should beta-diversity inform biodiversity conservation? *Trends in Ecology and Evolution* 31: 67-80.
- Tirado, M. 2012.** La comunidad de aves en campos de secano abandonados en la Plana de Castellón. *Nemus* 2: 115-122.
- Tirado, M. 2016.** La comunitat d'aus de l'aiguamoll del Quadre de Santiago (Benicàssim, E de la península Ibèrica). *Nemus* 6: 93-121.
- Tirado, M. 2018.** Evolución de las poblaciones de especies acuáticas cinegéticas en el humedal del Prat de Cabanes-Torreblanca (E de la península Ibérica) durante el periodo invernal. *Nemus* 8: 115-131.
- Vander Wall, S. B. & MacMahon, J. A. 1984.** Avian distribution patterns along a Sonoran Desert bajada. *J. Arid Environments*, 7: 59-74.
- Vellend, M., Verheyen, K., Flinn, K. M., Jacquemyn, H., Kolb, A., Van Calster, H. 2007.** Homogenization of forest plant communities and weakening of species-environment relationships via agricultural land use. *Journal of Ecology*, 95, 565-573.
- Whittaker, R. H. 1972.** Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Whittaker, R. H. 1975.** *Communities and Ecosystems*. Macmillan. New York.
- Willson, M. F. 1974.** Avian community organization and habitat structure. *Ecology*, 55: 1017-1029.
- Wilson, M. V. & Shmida, A. 1984.** Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72: 1055-1064.
- Wolda, H. 1981.** Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia*, 50: 296-302.
- Zedler, J. B. & Kercher, S. 2005.** Wetland resources: status, trends, ecosystem services and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*, 30: 39-74.

| Família          | Espècie                        | TAR | MAT | PIN | AIG   | MOS | PAS | SAL | Total | Estatus |
|------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|---------|
| Anatidae         | <i>Tadorna tadorna</i>         | 0   | 0   | 0   | 11    | 0   | 0   | 0   | 11    | E M     |
|                  | <i>Spatula querquedula</i>     | 0   | 0   | 0   | 7     | 0   | 0   | 0   | 7     | M       |
|                  | <i>Spatula clypeata</i>        | 0   | 0   | 0   | 94    | 0   | 0   | 0   | 94    | M I     |
|                  | <i>Mareca strepera</i>         | 0   | 0   | 0   | 8     | 0   | 0   | 0   | 8     | R M I   |
|                  | <i>Anas platyrhynchos</i>      | 0   | 0   | 0   | 184   | 0   | 0   | 65  | 249   | R M I   |
|                  | <i>Anas crecca</i>             | 0   | 0   | 0   | 148   | 0   | 0   | 0   | 148   | M I     |
|                  | <i>Netta rufina</i>            | 0   | 0   | 0   | 787   | 0   | 0   | 0   | 787   | R M I   |
|                  | <i>Aythya ferina</i>           | 0   | 0   | 0   | 40    | 0   | 0   | 0   | 40    | E M     |
| Phasianidae      | <i>Coturnix coturnix</i>       | 0   | 0   | 0   | 0     | 1   | 0   | 1   | 2     | M I     |
|                  | <i>Alectoris rufa</i>          | 18  | 0   | 0   | 0     | 0   | 2   | 0   | 20    | R       |
| Phoenicopteridae | <i>Phoenicopus roseus</i>      | 0   | 0   | 0   | 21    | 0   | 0   | 0   | 21    | M I     |
| Podicipedidae    | <i>Tachybaptus ruficollis</i>  | 0   | 0   | 0   | 297   | 0   | 0   | 0   | 297   | R M I   |
|                  | <i>Podiceps cristatus</i>      | 0   | 0   | 0   | 123   | 0   | 0   | 0   | 123   | R M I   |
|                  | <i>Podiceps nigricollis</i>    | 0   | 0   | 0   | 2     | 0   | 0   | 0   | 2     | M       |
| Columbidae       | <i>Columba palumbus</i>        | 114 | 244 | 110 | 123   | 198 | 151 | 48  | 988   | R M I   |
|                  | <i>Streptopelia turtur</i>     | 8   | 1   | 2   | 0     | 33  | 14  | 0   | 58    | E M     |
|                  | <i>Streptopelia decaocto</i>   | 5   | 9   | 9   | 0     | 200 | 0   | 0   | 223   | R       |
| Cuculidae        | <i>Clamator glandarius</i>     | 0   | 0   | 0   | 1     | 1   | 2   | 0   | 4     | E M     |
| Apodidae         | <i>Apus melba</i>              | 0   | 10  | 12  | 0     | 0   | 18  | 1   | 41    | M       |
|                  | <i>Apus apus</i>               | 237 | 382 | 163 | 2.140 | 406 | 260 | 52  | 3.640 | E M     |
|                  | <i>Apus pallidus</i>           | 0   | 61  | 3   | 5     | 4   | 62  | 1   | 136   | E M     |
| Rallidae         | <i>Rallus aquaticus</i>        | 0   | 0   | 0   | 122   | 0   | 0   | 5   | 127   | R M I   |
|                  | <i>Porzana porzana</i>         | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 0   | 6   | 6     | M       |
|                  | <i>Gallinula chloropus</i>     | 0   | 0   | 0   | 50    | 0   | 0   | 11  | 61    | R M I   |
|                  | <i>Fulica atra</i>             | 0   | 0   | 0   | 1.558 | 0   | 0   | 0   | 1.558 | R M I   |
|                  | <i>Porphyrio porphyrio</i>     | 0   | 0   | 0   | 19    | 0   | 0   | 1   | 20    | R       |
|                  | <i>Zapornia parva</i>          | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 0   | 1   | 1     | M       |
|                  | <i>Zapornia pusilla</i>        | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 0   | 1   | 1     | M       |
| Burhinidae       | <i>Burhinus oedicnemus</i>     | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 8   | 0   | 8     | M I     |
| Recurvirostridae | <i>Himantopus himantopus</i>   | 0   | 0   | 0   | 169   | 0   | 0   | 14  | 183   | E M     |
|                  | <i>Recurvirostra avosetta</i>  | 0   | 0   | 0   | 2     | 0   | 0   | 0   | 2     | M       |
| Charadriidae     | <i>Pluvialis apricaria</i>     | 0   | 0   | 0   | 0     | 0   | 3   | 0   | 3     | M I     |
|                  | <i>Vanellus vanellus</i>       | 0   | 0   | 0   | 121   | 0   | 41  | 10  | 172   | R M I   |
|                  | <i>Charadrius alexandrinus</i> | 0   | 0   | 0   | 1     | 0   | 0   | 0   | 1     | R M I   |
|                  | <i>Charadrius hiaticula</i>    | 0   | 0   | 0   | 35    | 0   | 0   | 0   | 35    | M       |
|                  | <i>Charadrius dubius</i>       | 1   | 0   | 0   | 51    | 1   | 0   | 70  | 123   | E M     |
| Scolopacidae     | <i>Calidris pugnax</i>         | 0   | 0   | 0   | 26    | 0   | 0   | 0   | 26    | M       |
|                  | <i>Calidris ferruginea</i>     | 0   | 0   | 0   | 5     | 0   | 0   | 0   | 5     | M       |
|                  | <i>Calidris temminckii</i>     | 0   | 0   | 0   | 2     | 0   | 0   | 0   | 2     | M       |

**ANNEX 1.** Llistat de les aus censades per hàbitat a la Plana de Castelló i estatus a la zona. TAR: tarongerar; MAT: matoll; PIN: pineda; AIG: aiguamoll; MOS: mosaica agrícola; PAS: pastura; SAL: saladar. Estatus: R: resident; M: migrant; E: estival; I: hivernant.

List of censused birds by habitat in the Plana de Castellón and status in the area. NAR: orange orchards; MAT: matorral; PIN: pine tree; HUM: wetland; MOS: agricultural mosaic; PAS: pasture land; SAL: salt-marsh. Status: R: resident; M: migrant; E: summer visitor; I: winter visitor.

| Família                   | Espècie                           | TAR | MAT | PIN | AIG | MOS | PAS | SAL | Total | Estatus |
|---------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---------|
| Scolopacidae              | <i>Calidris alpina</i>            | 0   | 0   | 0   | 36  | 0   | 0   | 0   | 36    | M I     |
|                           | <i>Calidris minuta</i>            | 0   | 0   | 0   | 12  | 0   | 0   | 0   | 12    | M       |
|                           | <i>Lymnocyptes minimus</i>        | 0   | 0   | 0   | 7   | 0   | 0   | 3   | 10    | M I     |
|                           | <i>Gallinago gallinago</i>        | 0   | 0   | 0   | 174 | 0   | 0   | 23  | 197   | M I     |
|                           | <i>Actitis hypoleucos</i>         | 0   | 0   | 0   | 10  | 0   | 0   | 3   | 13    | M       |
|                           | <i>Tringa ochropus</i>            | 0   | 0   | 0   | 78  | 0   | 0   | 5   | 83    | M I     |
|                           | <i>Tringa nebularia</i>           | 0   | 0   | 0   | 5   | 0   | 0   | 0   | 5     | M I     |
|                           | <i>Tringa glareola</i>            | 0   | 0   | 0   | 91  | 0   | 0   | 13  | 104   | M I     |
|                           | <i>Tringa totanus</i>             | 0   | 0   | 0   | 16  | 0   | 0   | 0   | 16    | M       |
| Glareolidae               | <i>Glareola pratincola</i>        | 0   | 0   | 0   | 73  | 0   | 0   | 0   | 73    | EM      |
| Laridae                   | <i>Chroicocephalus genei</i>      | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1     | M       |
|                           | <i>Chroicocephalus ridibundus</i> | 0   | 0   | 0   | 16  | 0   | 0   | 0   | 16    | M I     |
|                           | <i>Ichthyaetus melanocephalus</i> | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1     | M I     |
|                           | <i>Ichthyaetus audouinii</i>      | 0   | 0   | 0   | 4   | 0   | 0   | 0   | 4     | EM I    |
|                           | <i>Larus michahellis</i>          | 0   | 0   | 0   | 441 | 0   | 0   | 0   | 441   | RM I    |
|                           | <i>Larus fuscus</i>               | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1     | M I     |
|                           | <i>Sternula albifrons</i>         | 0   | 0   | 0   | 23  | 0   | 0   | 0   | 23    | M I     |
|                           | <i>Hydroprogne caspia</i>         | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 2     | M       |
|                           | <i>Chlidonias niger</i>           | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1     | M       |
| <i>Chlidonias hybrida</i> | 0                                 | 0   | 0   | 12  | 0   | 0   | 0   | 12  | EM    |         |
| Phalacrocoracidae         | <i>Phalacrocorax carbo</i>        | 0   | 0   | 0   | 135 | 0   | 0   | 0   | 135   | M I     |
| Ardeidae                  | <i>Ixobrychus minutus</i>         | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 3     | M       |
|                           | <i>Ardea cinerea</i>              | 2   | 0   | 0   | 87  | 1   | 0   | 2   | 92    | M I     |
|                           | <i>Ardea purpurea</i>             | 0   | 0   | 28  | 27  | 0   | 1   | 3   | 59    | EM      |
|                           | <i>Ardea alba</i>                 | 0   | 0   | 0   | 17  | 0   | 0   | 0   | 17    | M I     |
|                           | <i>Egretta garzetta</i>           | 0   | 0   | 0   | 60  | 0   | 0   | 5   | 65    | M I     |
|                           | <i>Bubulcus ibis</i>              | 40  | 0   | 5   | 58  | 60  | 56  | 61  | 280   | RM I    |
|                           | <i>Ardeola ralloides</i>          | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 0   | 0   | 9     | M       |
|                           | <i>Nycticorax nycticorax</i>      | 0   | 0   | 0   | 7   | 0   | 0   | 0   | 7     | EM      |
| Threskiornithidae         | <i>Plegadis falcinellus</i>       | 0   | 0   | 0   | 69  | 0   | 0   | 0   | 69    | EM I    |
| Pandionidae               | <i>Pandion haliaetus</i>          | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1     | M       |
| Accipitridae              | <i>Hieraetus pennatus</i>         | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1     | EM      |
|                           | <i>Circus aeruginosus</i>         | 0   | 0   | 0   | 88  | 0   | 0   | 0   | 88    | RM I    |
|                           | <i>Circus cyaneus</i>             | 0   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 3     | M I     |
|                           | <i>Circus pygargus</i>            | 0   | 0   | 0   | 4   | 1   | 0   | 0   | 5     | EM      |
|                           | <i>Accipiter nisus</i>            | 1   | 0   | 3   | 3   | 2   | 1   | 3   | 13    | M I     |
|                           | <i>Buteo buteo</i>                | 4   | 0   | 1   | 0   | 5   | 6   | 1   | 17    | M I     |
| Upupidae                  | <i>Upupa epops</i>                | 7   | 56  | 6   | 5   | 40  | 97  | 26  | 237   | RM I    |
| Alcedinidae               | <i>Alcedo atthis</i>              | 0   | 0   | 0   | 50  | 0   | 0   | 0   | 50    | M I     |
| Meropidae                 | <i>Merops apiaster</i>            | 1   | 6   | 7   | 65  | 50  | 19  | 103 | 251   | EM      |
| Picidae                   | <i>Jynx torquilla</i>             | 0   | 9   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 10    | RM I    |
| Falconidae                | <i>Falco tinnunculus</i>          | 33  | 3   | 2   | 11  | 16  | 5   | 17  | 87    | RM I    |
|                           | <i>Falco peregrinus</i>           | 0   | 1   | 0   | 2   | 0   | 0   | 1   | 4     | R       |

| Família        | Espécie                           | TAR | MAT | PIN | AIG   | MOS | PAS | SAL | Total | Estatus |
|----------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|---------|
| Oriolidae      | <i>Oriolus oriolus</i>            | 0   | 7   | 21  | 5     | 1   | 0   | 0   | 34    | E M     |
| Laniidae       | <i>Lanius meridionalis</i>        | 0   | 1   | 0   | 1     | 7   | 15  | 20  | 44    | M I     |
|                | <i>Lanius senator</i>             | 1   | 5   | 2   | 0     | 1   | 9   | 3   | 21    | E M     |
| Corvidae       | <i>Pica pica</i>                  | 318 | 5   | 48  | 0     | 844 | 288 | 10  | 1.513 | R       |
| Paridae        | <i>Periparus ater</i>             | 0   | 2   | 42  | 0     | 0   | 0   | 0   | 44    | R M I   |
|                | <i>Parus major</i>                | 91  | 29  | 146 | 0     | 228 | 10  | 0   | 504   | R       |
| Remizidae      | <i>Remiz pendulinus</i>           | 0   | 0   | 0   | 16    | 0   | 0   | 10  | 26    | M I     |
| Alaudidae      | <i>Calandrella brachydactyla</i>  | 0   | 0   | 4   | 3     | 0   | 7   | 1   | 15    | M       |
|                | <i>Alauda arvensis</i>            | 0   | 1   | 3   | 4     | 22  | 739 | 33  | 802   | M I     |
|                | <i>Galerida cristata</i>          | 10  | 3   | 6   | 0     | 5   | 218 | 33  | 275   | R M I   |
| Cisticolidae   | <i>Cisticola juncidis</i>         | 17  | 7   | 1   | 243   | 105 | 143 | 211 | 727   | R       |
| Acrocephalidae | <i>Hippolais polyglotta</i>       | 1   | 4   | 1   | 0     | 6   | 9   | 4   | 25    | E M     |
|                | <i>Acrocephalus paludicola</i>    | 0   | 0   | 0   | 1     | 0   | 0   | 0   | 1     | M       |
|                | <i>Acrocephalus melanopogon</i>   | 0   | 0   | 0   | 359   | 0   | 0   | 0   | 359   | R M I   |
|                | <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> | 0   | 0   | 0   | 3     | 0   | 1   | 0   | 4     | M       |
|                | <i>Acrocephalus scirpaceus</i>    | 0   | 1   | 0   | 69    | 77  | 1   | 42  | 190   | E M     |
|                | <i>Acrocephalus arundinaceus</i>  | 0   | 0   | 0   | 7     | 0   | 0   | 0   | 7     | E M     |
| Locustellidae  | <i>Locustella luscinioides</i>    | 0   | 0   | 0   | 4     | 0   | 0   | 0   | 4     | E M     |
|                | <i>Locustella naevia</i>          | 0   | 1   | 0   | 0     | 0   | 0   | 1   | 2     | M       |
| Hirundinidae   | <i>Riparia riparia</i>            | 0   | 0   | 0   | 56    | 0   | 1   | 4   | 61    | M       |
|                | <i>Ptyonoprogne rupestris</i>     | 13  | 227 | 103 | 1.197 | 9   | 31  | 57  | 1.637 | M I     |
|                | <i>Hirundo rustica</i>            | 44  | 70  | 34  | 2.288 | 104 | 154 | 356 | 3.050 | E M     |
|                | <i>Cecropis daurica</i>           | 0   | 8   | 7   | 66    | 1   | 9   | 13  | 104   | E M     |
|                | <i>Delichon urbicum</i>           | 127 | 274 | 54  | 179   | 321 | 221 | 105 | 1.281 | E M     |
| Phylloscopidae | <i>Phylloscopus bonelli</i>       | 0   | 3   | 47  | 0     | 2   | 0   | 0   | 52    | E M     |
|                | <i>Phylloscopus trochilus</i>     | 30  | 34  | 12  | 4     | 52  | 13  | 2   | 147   | M       |
|                | <i>Phylloscopus collybita</i>     | 191 | 83  | 266 | 113   | 262 | 83  | 40  | 1.038 | M I     |
| Scotocercidae  | <i>Cettia cetti</i>               | 0   | 0   | 0   | 235   | 3   | 0   | 89  | 327   | M I     |
| Aegithalidae   | <i>Aegithalus caudatus</i>        | 0   | 0   | 30  | 0     | 0   | 0   | 0   | 30    | M I     |
| Sylviidae      | <i>Sylvia atricapilla</i>         | 300 | 248 | 45  | 4     | 696 | 31  | 0   | 1.324 | M I     |
|                | <i>Sylvia borin</i>               | 0   | 4   | 0   | 0     | 17  | 0   | 0   | 21    | M       |
|                | <i>Curruca melanocephala</i>      | 154 | 603 | 267 | 10    | 620 | 314 | 279 | 2.247 | R M I   |
|                | <i>Curruca iberiae</i>            | 23  | 85  | 11  | 1     | 130 | 56  | 9   | 315   | M       |
|                | <i>Curruca communis</i>           | 0   | 2   | 0   | 0     | 1   | 3   | 1   | 7     | M       |
| Regulidae      | <i>Curruca undata</i>             | 0   | 0   | 0   | 3     | 0   | 4   | 32  | 39    | M I     |
|                | <i>Regulus regulus</i>            | 0   | 0   | 9   | 0     | 0   | 0   | 0   | 9     | M I     |
|                | <i>Regulus ignicapilla</i>        | 0   | 1   | 77  | 0     | 0   | 0   | 0   | 78    | M I     |
| Certhiidae     | <i>Certhia brachydactyla</i>      | 0   | 0   | 1   | 0     | 0   | 0   | 0   | 1     | R M I   |
| Troglodytidae  | <i>Troglodytes troglodytes</i>    | 0   | 0   | 0   | 0     | 3   | 0   | 3   | 6     | M I     |
| Sturnidae      | <i>Sturnus vulgaris</i>           | 2   | 15  | 0   | 5     | 32  | 55  | 31  | 140   | R M I   |
|                | <i>Sturnus unicolor</i>           | 16  | 19  | 41  | 0     | 242 | 310 | 87  | 715   | R M I   |
| Turdidae       | <i>Turdus philomelos</i>          | 60  | 95  | 127 | 13    | 360 | 112 | 10  | 777   | M I     |
|                | <i>Turdus merula</i>              | 11  | 171 | 84  | 0     | 37  | 1   | 1   | 305   | R M I   |

| Família      | Esècie                               | TAR   | MAT   | PIN   | AIG    | MOS   | PAS   | SAL   | Total  | Estatus |
|--------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|
| Turdidae     | <i>Turdus pilaris</i>                | 0     | 1     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 1      | M I     |
| Muscicapidae | <i>Muscicapa striata</i>             | 0     | 79    | 67    | 0      | 3     | 1     | 1     | 151    | E M     |
|              | <i>Erithacus rubecula</i>            | 72    | 437   | 180   | 3      | 364   | 60    | 57    | 1.173  | M I     |
|              | <i>Luscinia megarhynchos</i>         | 7     | 18    | 8     | 0      | 114   | 12    | 0     | 159    | E M     |
|              | <i>Luscinia svecica</i>              | 0     | 0     | 0     | 52     | 0     | 0     | 25    | 77     | M I     |
|              | <i>Ficedula hypoleuca</i>            | 0     | 14    | 45    | 0      | 1     | 0     | 0     | 60     | M       |
|              | <i>Phoenicurus phoenicurus</i>       | 3     | 23    | 4     | 2      | 5     | 2     | 3     | 42     | M       |
|              | <i>Phoenicurus ochruros</i>          | 6     | 236   | 2     | 0      | 36    | 131   | 11    | 422    | M I     |
|              | <i>Saxicola rubetra</i>              | 0     | 1     | 2     | 2      | 0     | 6     | 1     | 12     | M       |
|              | <i>Saxicola rubicola</i>             | 0     | 9     | 0     | 21     | 11    | 80    | 28    | 149    | R M I   |
|              | <i>Oenanthe oenanthe</i>             | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 8     | 1     | 9      | M       |
|              | <i>Oenanthe hispanica</i>            | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 4     | 0     | 4      | M       |
| Estrildidae  | <i>Estrilda astrild</i>              | 0     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 1     | 1      | R       |
| Prunellidae  | <i>Prunella modularis</i>            | 0     | 0     | 3     | 0      | 0     | 1     | 2     | 6      | M I     |
| Passeridae   | <i>Passer domesticus</i>             | 103   | 30    | 41    | 7      | 451   | 158   | 459   | 1.249  | R       |
|              | <i>Passer montanus</i>               | 33    | 0     | 0     | 0      | 170   | 93    | 0     | 296    | R M I   |
| Motacillidae | <i>Motacilla cinerea</i>             | 14    | 4     | 1     | 2      | 12    | 4     | 5     | 42     | M I     |
|              | <i>Motacilla flava</i>               | 3     | 0     | 21    | 132    | 0     | 88    | 37    | 281    | E M     |
|              | <i>Motacilla alba</i>                | 20    | 47    | 4     | 129    | 29    | 155   | 56    | 440    | R M I   |
|              | <i>Anthus campestris</i>             | 1     | 0     | 3     | 0      | 0     | 26    | 0     | 30     | M       |
|              | <i>Anthus pratensis</i>              | 21    | 27    | 2     | 17     | 35    | 557   | 97    | 756    | M I     |
|              | <i>Anthus trivialis</i>              | 3     | 1     | 0     | 1      | 2     | 12    | 1     | 20     | M       |
|              | <i>Anthus cervinus</i>               | 0     | 0     | 0     | 6      | 0     | 0     | 0     | 6      | M       |
|              | <i>Anthus spinoletta</i>             | 0     | 0     | 0     | 261    | 0     | 0     | 39    | 300    | M I     |
| Fringillidae | <i>Fringilla coelebs</i>             | 54    | 217   | 77    | 26     | 808   | 61    | 3     | 1.246  | M I     |
|              | <i>Coccothraustes coccothraustes</i> | 0     | 123   | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 123    | M I     |
|              | <i>Chloris chloris</i>               | 62    | 282   | 24    | 4      | 127   | 280   | 42    | 821    | R M I   |
|              | <i>Linaria cannabina</i>             | 3     | 4     | 0     | 0      | 30    | 268   | 12    | 317    | M I     |
|              | <i>Carduelis carduelis</i>           | 80    | 236   | 120   | 22     | 81    | 656   | 75    | 1.270  | R M I   |
|              | <i>Serinus serinus</i>               | 402   | 302   | 86    | 37     | 451   | 471   | 67    | 1.816  | R M I   |
|              | <i>Spinus spinus</i>                 | 1     | 39    | 6     | 0      | 12    | 2     | 0     | 60     | M I     |
| Emberizidae  | <i>Emberiza calandra</i>             | 0     | 1     | 0     | 1      | 6     | 124   | 15    | 147    | E M I   |
|              | <i>Emberiza cia</i>                  | 0     | 4     | 0     | 0      | 0     | 0     | 2     | 6      | M I     |
|              | <i>Emberiza cirius</i>               | 4     | 1     | 0     | 0      | 11    | 2     | 0     | 18     | R       |
|              | <i>Emberiza schoeniclus</i>          | 0     | 0     | 0     | 210    | 0     | 3     | 140   | 353    | M I     |
|              | Total                                | 2.166 | 3.717 | 2.223 | 11.884 | 6.442 | 4.982 | 2.763 | 34.177 |         |

# Las Salinas de Jaraguas, una zona de gran interès naturalístic

P. Pablo Ferrer-Gallego<sup>1,2</sup>, Javier Fabado<sup>3</sup>, Iván Moya<sup>4</sup> & Raúl Ferrer-Gallego<sup>2</sup>

1. Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000 - CIEF (Centre per a la Investigació i Experimentació Forestal). Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural. Av. Comarques del País Valencià, 114, 46930 Quart de Poblet, València. flora.cief@gva.es.

2. Bodega Ferrer-Gallego, 46311 Jaraguas, València.

3. Jardí Botànic, Universitat de València, c/ Quart 80, 46008 València.

4. IES Molí del Sol, c/ Sèquia de Favara, 2, Mislata, València.

Es reivindica l'interès ambiental de las Salinas de Jaraguas. En aquesta zona s'han localitzat diverses espècies amb un gran valor de conservació. La preservació integral d'aquest territori és fonamental per a mantenir aquestes espècies, lligades molt íntimament a la presència d'aigua i sòls amb salinitat.

Mots clau: *Bupleurum tenuissimum*, corriolet, *Lythrum thymifolia*, *Puccinellia hispanica*, València, Venta del Moro.

## Las Salinas de Jaraguas, an area of great naturalistic interest

The environmental interest of Salinas de Jaraguas is claimed. In this area several species with conservation value have been located. The comprehensive conservation of this territory is essential to maintain these species that are linked to the presence of water and soil salinity.

Keywords: *Bupleurum tenuissimum*, corriolet, *Lythrum thymifolia*, *Puccinellia hispanica*, Valencian province, Venta del Moro.

El paratge valencià conegut com las Salinas de Jaraguas o Salinas Lolita és un enclavament de poca extensió però de gran valor ambiental i cultural. Es troba al llogaret de Jaraguas, que pertany al municipi de Venta del Moro, situat a uns 790 m s. n. m. a l'interior de la província de València. A causa de les característiques geològiques de la zona, ha sigut un lloc on s'ha explotat antany la sal durant molt de temps, no obstant això, aquesta activitat està ara en desús (García, 2005). Les característiques edàfiques del lloc, fonamentalment la presència de sal en el sòl fa que la flora d'aquest enclavament siga de particular interès i estiga adaptada fisiològicament per a resistir aquestes condicions.

Aquest tipus d'hàbitat està recollit en la Directiva 92/43 sobre espècies i hàbitats d'interès comunitari (Decisió de la Comissió 2006/613/CE, per la qual s'adopta, en conformitat amb la Directiva 92/43/CEE, la llista de llocs d'importància comunitària de la regió biogeogràfica mediterrània) amb la denominació "1410 Prats salins mediterranis (*Juncetalia maritimi*)", hàbitat que comprèn tant prats costaners com d'interior, que és el cas que ens ocupa.

D'entre les espècies que creixen a las Salinas, en aquesta breu comunicació volem destacar tres plantes per la

seua extremada raresa al territori valencià i el seu interès des del punt de vista biològic i conservacionista: *Bupleurum tenuissimum*, *Puccinellia hispanica* i *Lythrum thymifolia*.

*Bupleurum tenuissimum* L. i *Puccinellia hispanica* Julià & J.M. Monts. són dos tàxons inclosos en la recent normativa referent a la protecció de la flora i fauna silvestre valenciana (Ordre 2/2022, per la qual s'actualitzen les llistes valencianes d'espècies protegides de flora i fauna). Aquestes dues plantes estan recollides en l'Annex II d'aquesta normativa, en la categoria d'espècies *Protegides No Catalogades*. Per a *Puccinellia hispanica*, la població de las Salinas de Jaraguas constitueix en l'actualitat l'única cita de la seua presència al territori valencià (Ferrer-Gallego & Guara, 2006). Pel que fa a *Bupleurum tenuissimum*, aquesta és una espècie més àmpliament repartida en la flora de la Comunitat Valenciana, encara que gens abundant i sempre lligada a ecosistemes amb una certa salinitat edàfica (Ferrer-Gallego & Guara, 2005). A més a més, algunes de les seues poblacions fa dècades que no s'han retrobat, i en alguns casos ha estat confosa amb tàxons similars, com *B. semicompositum* L., per la qual cosa considerem que potser no està tan present a la Comunitat Valenciana.





**FIGURA 1. A-B:** Aspecte actual de las Salinas de Jaraguas (València). **C:** detall d'una planta de *Puccinellia hispanica*. **D:** espècimens d'herbari procedents de recol·leccions realitzades en aquest paratge de *Bupleurum tenuissimum*, *Puccinellia hispanica* i *Lythrum thymifolia*. **E:** exemplar de corriol menut (*Charadrius dubius*) a las Salinas de Jaraguas..

**A-B:** current appearance of las Salinas de Jaraguas (Valencian province, Spain). **C:** detail of a plant of *Puccinellia hispanica*. **D:** herbarium specimens from collections made in this place for *Bupleurum tenuissimum*, *Puccinellia hispanica* and *Lythrum thymifolia*. **E:** specimen of Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*) in las Salinas de Jaraguas.

D'altra banda, *Lythrum thymifolia* L. és una espècie estretament lligada a les llacunes temporals del mediterrani occidental i molt escassament citada al territori valencià. De vegades ha sigut confosa amb altres congèneres, per la qual cosa se suposa que encara pot ser fins i tot més escassa del que al principi es creia. Aquesta espècie tan sols es coneix a la Comunitat Valenciana de les llacunes temporals de Sinarcas, Sagunt, Albalat dels Tarongers i Castielfabib, a la província de València, i la llacuna de Soneja a la província de Castelló. Al territori valencià les poblacions es troben incloses totes elles en microreserves de flora, excepte la recentment descoberta a las Salinas de Jaraguas, que esperem que pugui ser en un futur no gaire llunyà també declarada amb aquesta figura de protecció.

Altres espècies que es poden destacar i que creixen en aquest lloc són: *Androsace maxima* L., *Asteriscus aquaticus* (L.) Less., *Atriplex prostrata* DC., *Beta maritima* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Bufoia tenuifolia* L., *Centaurium pulchellum* (Sw.) Druce, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Frankenia pulverulenta* L., *Galatella sedifolia* (L.) Greuter, *Juncus acutus* L., *Juncus maritimus* Lam., *Limonium echioides* (L.) Mill., *Linum maritimum* L., *Lygeum spartum* L., *Onobrychis saxatilis* (L.) Lam., *Phragmites australis* (Cav.) Steud., *Picris hispanica* (Willd.) P.D. Sell, *Plantago maritima* subsp. *serpentina* (All.) Arcang., *Polypogon maritimus* Willd., *Sonchus asper* (L.) Hill, *Spergularia media* (L.) C. Presl, *Sphenopus divaricatus* (Gouan) Rchb., *Tamarix canariensis* Willd., *Thymus zygis* subsp. *sylvestris* (Hoffmanns. & Link) Cout., entre altres (Ferrer-Gallego & Guara, 2006; Matanov et al., 2020).

Finalment, cal destacar la presència d'una espècie d'ocell d'interès, el corriollet o corriol petit (*Charadrius dubius*). Es tracta d'un limícola, de la família *Charadriidae*, principalment estival al territori valencià. Se sol reproduir en zones pedregoses o arenoses, amb poca coberta vegetal, al costat de rius, barrancs, embassaments, salines o basses de reg (Polo-Aparisi & Polo-Aparisi, 2021). Tot i que no es tracta d'una espècie amenaçada sí que es troba en la Llista d'Espècies Silvestres en Règim de

Protecció Especial (Real Decret 139/2011). A més a més, les citacions com a reproductora a l'interior de la província de València són escasses, i per tant, la seua nidificació regular a las Salinas de Jaraguas (Armero, 2020) suposa un valor més d'aquest espai natural.

## Bibliografia

- Armero, F. J. 2020.** Aves del río Magro. Tundra Ediciones. Castelló de la Plana.
- Decisión de la Comisión, 613/2006,** de 19 de julio de 2006, por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea [notificada con el número C (2006) 3261]. DOUE núm. L.259, de 21/09/2006: 1-104.
- Directiva 92/43** de la CEE del consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. DOCE núm. L.206, de 22/07/1992: 7-50.
- Ferrer-Gallego, P. P. & Guara, M. 2005.** Aportaciones a la flora de la comarca de Utiel-Requena (Valencia). Flora Montiber., 31: 5-13.
- Ferrer-Gallego, P. P. & Guara, M. 2006.** *Puccinellia hispanica* Julià & J. M. Montserrat (*Poaceae*) en la Comunidad Valenciana. Acta Bot. Malacitana, 31: 157-160.
- García, E. I. 2005.** Las salinas continentales de la provincia de Valencia. 252 pp. Departament de Geografia Universitat de València. València.
- Matanov, N., Puche, M. F. & Ferrer-Gallego, P. P. 2020.** Análisis de la flora vascular de los afloramientos salinos de la Comarca Utiel-Requena. Oleana, 36: 67-108.
- Ordre 2/2022,** de 16 de febrer, de la Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica, per la qual s'actualitzen els llistats valencians d'espècies protegides de flora i fauna. Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. DOCV núm. 9285, de 26/02/2022: 12677-12687.
- Polo-Aparisi, T. & Polo-Aparisi, M. (eds.) 2021.** Atlas dels ocells de València. Societat Valenciana d'Ornitologia (SVO). València.
- Reial decret 139/2011,** de 4 de febrer, per al desenvolupament del llistat d'espècies silvestres en règim de protecció especial i del Catàleg Espanyol d'Espècies Amenacades. Govern d'Espanya, Ministeri de Medi Ambient, i Medi Rural i Marí. BOE núm. 46, de 23/02/2011: Sec. I: 20912-20951.

# Primer registre de *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) (Gastropoda: Viviparidae) al País Valencià

Sergio Quiñonero-Salgado<sup>1</sup>, Jesús Hernández Núñez de Arenas<sup>2</sup> & Joaquín López-Soriano<sup>1\*</sup>

1. Associació Catalana de Malacologia (ACM), Museu Blau, plaça Leonardo da Vinci 4-5, 08019 Barcelona.

2. Centre de Conservació d'Espècies d'Aigua Dolça de la Comunitat Valenciana & VAERSA. Servei de Vida Silvestre, Generalitat Valenciana, 46012 el Palmar (València).

\* Autor corresposnal: qlopez@yahoo.com

Dins les campanyes de prospecció per a la detecció d'espècies exòtiques als sistemes costaners del País Valencià s'ha localitzat, recentment, un caragol aquàtic que correspondria a una espècie de la família Viviparidae, *Sinotaia quadrata*. Aquesta espècie ja ha estat descrita com a invasora a diferents punts d'Europa i Amèrica. Aquesta troballa, juntament amb la d'altres exemplars de caragol poma per la mateixa zona, evidencia la gran problemàtica de la permanent arribada de noves espècies exòtiques amb alt risc d'esdevenir invasores, principalment a través dels aquaris domèstics.

Mots clau: : invasions, aigua dolça, gastròpodes, aqüicultura.

## First citation of *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) (Gastropoda: Viviparidae) in the Valencian Community

Within the prospective samplings for the detection of exotic species in the coastal systems of the Valencian Community, an aquatic snail was recently found, which can be attributed to the Viviparidae species *Sinotaia quadrata*. This species has already been described as invasive at different points of Europe and the Americas. This finding, along with that of some apple snail specimens in the same area, highlights the huge problem of the permanent arrival of new exotic species with a high risk of becoming invasive, particularly through the aquatic pet trade.

Keywords: invasions, freshwater, gastropods, aquaculture.

Les invasions biològiques estan adquirint una gran incidència en la majoria dels hàbitats i posant en seriós risc la biodiversitat nadiua a tot el món. A casa nostra la problemàtica és particularment important als sistemes d'aigües continentals, amb l'arribada de nombroses espècies, moltes de les quals acaben dominant els ecosistemes, desplaçant-ne les nadiues i sovint alterant els cicles de nutrients, la composició de la biota i, fins i tot, amb conseqüències per activitats econòmiques o la salut humana (Oliva-Paterna et al., 2019). La detecció primerenca és en aquest sentit essencial per poder gestionar la problemàtica.

Entre els mol·luscs, la cloïssa asiàtica és un dels representants més paradigmàtics d'espècies invasores (Quiñonero-Salgado & López-Soriano, 2016, López-Soriano & Quiñonero-Salgado, 2022), però són moltes les espècies que ens han arribat i prosperat. Recentment, per exemple, es va citar una espècie de la família

Viviparidae, *Cipangopaludina chinensis* (Gray, 1834), trobada a la desembocadura del riu Algar (la Marina Baixa) per Hernández et al., (2020). Les espècies d'aquesta família es poden confondre superficialment amb les de la família Ampullariidae, que inclou el caragol poma (vegeu aquest mateix volum), tot i que tenen importants diferències morfològiques de la closca, i també de la seva biologia. Cal destacar que es tracta d'espècies vivíparas, és a dir, que pareixen cries vives sense la necessitat de dipositar ous al medi, cosa que els podria conferir certs avantatges per sobreviure en alguns ambients.

Una segona espècie de la família Viviparidae citada com a invasora a diferents punts del món és *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842), classificada en alguns d'aquests casos com a *Sinotaia cf. quadrata*. Aquesta espècie ha estat trobada a Itàlia a la conca del riu Arno (Cianfanelli et al., 2017), Argentina (Ovando & Cuzzo, 2012), Estats Units (O'Leary et al., 2021) i també a la península



**FIGURA 1. A:** Mapa de la península Ibèrica a on es detalla el punt de la troballa de *Sinotaia quadrata* dins la província de València. **B:** Vista general del canal de l'Ahuir (Gandia), on es van trobar els exemplars de *S. quadrata* (Benson, 1842).

**A:** Map of the Iberian Peninsula, with detail of the point where *Sinotaia quadrata* was found within Valencia province. **B:** Overall view of the canal de l'Ahuir (Gandia) where the specimens of *S. quadrata* (Benson, 1842) were found.



**FIGURA 2. A:** Exemplar representatiu de *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) capturat a Gandia; **B:** vistes del seu opercle. Escala: 1 cm.

**A:** Representative specimen of *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) found at Gandia; **B:** views of the operculum. Scale: 1 cm.

Ibèrica, al riu Nora, a Astúries (Arias et al., 2020).

A la present nota es reporta la troballa d'aquesta espècie per primera vegada a la País Valencià:

Gandia, séquia de l'Ahuir (també anomenat canal de Vir), 20/02/2022, [30SYJ44232182], JHN leg. 3 exemplars adults trobats al fang de la sèquia (Fig. 1-2).

Aquesta troballa es va produir dins la recollida de mostres regulars que s'efectuen a la zona, per l'estudi de la biota i el control de l'arribada d'espècies exòtiques als sistemes continentals del País Valencià.

*Sinotaia quadrata* és una espècie originària de Xina, Taiwan i Corea, però introduïda a d'altres països asiàtics, com ara Japó, Tailàndia i Filipines (Ovando & Cuezco, 2012). Més recentment ha estat trobada a Amèrica i Europa (Ovando & Cuezco, 2012; Cianfanelli et al., 2017; Arias et al., 2020; O'Leary et al., 2021). Es tracta d'un cargol estrictament aquàtic, que habita en aigües poc mogudes de llacs, estanys, canals i arrossars, generalment amb fons fangós, que tolera bé condicions ambientals molt àmplies (pH, temperatura, conductivitat), i que s'alimenta principalment de macròfits. La seva expansió arreu del món podria estar causada tant pel consum humà, com pel comerç de vegetals per aquaris domèstics, o fins i tot en fer-se servir per alimentar alguns peixos com les carpes (Cianfanelli et al., 2017; Reyna et al., 2018; O'Leary et al., 2021).

Es caracteritza per una conquilla esvelta i robusta, de color groguenc o marró, amb un color fosc o negre als marges de l'apertura, de vegades amb bandes axials d'aquest mateix color també a prop de l'obertura, amb 6-7 voltes, i espira cònica i obtusa (Fig. 2). Pot arribar als 40-45 mm d'alçada. En ocasions s'observen carenes a les darreres voltes, a raó de 2-3 per volta, tot i que no en seria un caràcter diagnòstic. Per altra banda, sembla tenir una àmplia plasticitat morfològica en funció de l'hàbitat (Arias et al., 2020).

Sobre la base dels tres únics exemplars capturats, es difícil poder afirmar si la població estaria ja assentada en aquestes localitats. El canal de la troballa és de difícil accés (Fig. 1B) i, per tant, resulta complex poder aconseguir mostres exhaustives a tota la seva longitud. No obstant, a Astúries ja s'ha considerat com establerta a partir dels escassos exemplars capturats en un riu (7 adults i 2 juvenils), ja que s'hi trobaren evidències de reproducció (Arias et al., 2020). Caldria prendre noves mostres a la zona per verificar si n'hi ha més exemplars adults, però sobre tot si hi ha evidència de

comportament reproductor i presència de femelles gràvides portadores de juvenils al moment adequat de l'any per a la seva reproducció, encara per determinar. La seva disseminació per tota la zona podria passar fàcilment desapercebuda fins que assoleixi altes densitats.

## Agraïments

El nostre agraïment als integrants de la "Brigada Xarxa Natura 2000" adscrita al Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000 (Generalitat Valenciana) per la seva implicació en les tasques de seguiment i control d'espècies invasores. També als revisors Jordi Cadevall i Albert Orozco, pels comentaris que han contribuït a millorar el manuscrit.

## Bibliografia

- Arias, A., Fernández-Rodríguez, I., Sánchez, O. & Borrell, Y. J. 2020.** Integrative taxonomy reveals the occurrence of the Asian freshwater snail *Sinotaia* cf. *quadrata* in inland waters of SW Europe. *Aquatic Invasions*, 15(4): 616–632.
- Cianfanelli, S., Stasolla, G., Inghilesi, A. F., Tricarico, E., Goti, E., Strangi, A. & Bodon, M. 2017.** First European record of *Sinotaia* cf. *quadrata* (Benson, 1842), an alien invasive freshwater species: accidental or voluntary introduction? (*Caenogastropoda: Viviparidae*). *Bollettino Malacologico*, 53: 150–160.
- Hernández, J., Úbeda, C., Ferrero, L., Deltoro, V., Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2020.** Primera població de *Cipangopaludina chinensis* (Gray, 1834) (*Gastropoda: Viviparidae*) en la península Ibèrica. *Spira*, 7(3): 187–190.
- López-Soriano, J. & Quiñero-Salgado, S. 2022.** Una nueva especie del género *Corbicula* (Bivalvia: Cyrenidae) presente en el bajo Ebro. *Nemus*, 12: 150–161.
- O'Leary, E., Jojo, D. & David, A. A. 2021.** Another mystery snail in the Adirondacks: DNA barcoding reveals the first records of *Sinotaia* cf. *quadrata* (*Caenogastropoda: Viviparidae*) from North America. *American Malacological Bulletin*, 38(2): 1–5.
- Oliva-Paterna, F. J., Guillén, A. & Torralva, M. 2019.** Especies exóticas invasoras de la cuenca del río Segura. Listas prioritarias y manual para su gestión. Proyecto LIFE+ RIPISILVANATURA. 277p. Ed. Dirección General del Medio Natural. Murcia.
- Ovando, X. M. C. & Cuezco, M. G. 2012.** Discovery of an established population of a non-native species of *Viviparidae* (*Caenogastropoda*) in Argentina. *Molluscan Research*, 32(3): 121–131.
- Quiñero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2016.** El género *Corbicula* Mühlfeld, 1811 (Bivalvia: Corbiculidae) en el bajo Ebro (NE de la península Ibèrica). *Nemus*, 6: 9–34.
- Reyna, P. B., Gordillo, S. & Morán, G. A. 2018.** Visitantes sin invitación: moluscos exóticos de la Provincia de Córdoba (Argentina). *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, FCEfYN*, 5(2): 71–80.

# Primera troballa del caragol aquàtic *Pomacea diffusa* Blume, 1957 (Gastropoda: Ampullariidae) al País Valencià

Jesús Hernández Núñez de Arenas<sup>1</sup>, Jesús Villaplana<sup>2</sup>, Sergio Quiñonero-Salgado<sup>3</sup> & Joaquín López-Soriano<sup>3\*</sup>

1. Centre de Conservació de Espècies d'Aigua Dolça de la Comunitat Valenciana VAERSA. Servei de Vida Silvestre, Generalitat Valenciana, 46012 el Palmar, València.

2. Universitat Politècnica de València, camí de Vera, s/n, 46022, València.

3. Associació Catalana de Malacologia (ACM), Museu Blau, plaça Leonardo da Vinci, 4-5, 08019 Barcelona.

\* Autor corresposal: qlopez@yahoo.com

Dins l'àmbit de les campanyes de detecció i seguiment de flora i fauna pel territori del País Valencià, es van trobar alguns espècimens de caragol poma, que no es poden atribuir a la mateixa espècie localitzada al delta de l'Ebre. L'anàlisi de la seva conquilla permet classificar-les com a *Pomacea diffusa*, espècie d'ampli ús als aquareis domèstics. Aquesta espècie ha estat habitualment classificada com a *Pomacea bridgesii*, nom pel qual se la coneix generalment, però d'ús incorrecte. Encara és aviat per determinar si l'espècie estaria assentada en aquesta localitat. L'arribada d'espècies exòtiques de mol·luscs sembla estar accelerant-se al País Valencià els darrers anys.

Mots clau: : invasions, aigua dolça, gastròpodes, aqüicultura.

## First findings of *Pomacea diffusa* Blume, 1957 (Gastropoda: Ampullariidae) in the País Valencià

Within the campaigns for the detection and follow-up of flora and fauna in the País Valencià, some specimens of apple snails were found, which cannot be attributed to the same species located in the Ebro Delta. By analyzing their shells, they can be classified as *Pomacea diffusa*, a species widely found in domestic aquaria. This species has been usually classified as *Pomacea bridgesii*, a name more generally, but erroneously, used. It is still too soon to determine if the species has established populations in the area. The arrival of molluscan exotic species in the País Valencià appears to be accelerating over the last few years.

Keywords: invasions, freshwater, gastropods, aquaculture.

Durant els darrers anys s'ha produït una invasió biològica bastant mediàtica al delta de l'Ebre d'un gasteròpode, el caragol poma, que ha estat àmpliament difosa pels mitjans de comunicació generals, donades les seves implicacions socioeconòmiques. Així, el 2009 es va comunicar la presència d'un caragol d'origen sud-americà que havia envaït els arrossars del delta de l'Ebre (López-Soriano et al., 2009; López et al., 2009), a la qual va seguir una legió de notícies i fins i tot canvis legislatius nacionals i europeus (EFSA, 2020), ja que es tractava d'una plaga de difícil control i que podia generar unes pèrdues econòmiques al sector agrari de grans dimensions.

Inicialment caracteritzat com a *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822), posteriorment es va poder verificar

que en realitat es tractava de *Pomacea maculata* Perry, 1810, espècie ja coneguda com a invasora a molts països d'Àsia i els Estats Units (López et al., 2010). Transcorreguts tretze anys des de la seva detecció inicial al Delta, el problema, lluny d'estar resolt, sembla cada dia més greu. No tant pel sector agrari, que ha pogut adaptar la seva activitat de cara a minimitzar pèrdues, com pel seu impacte ecològic.

Gràcies als esforços dels molts agents implicats, la plaga del caragol poma s'ha pogut controlar territorialment al delta de l'Ebre, fins el punt que l'hemidelta sud encara està lliure de la invasió, tot i la presència permanent de petits focus poblacionals que han estat erradicats, i la presència massiva d'exemplars al riu i a l'hemidelta nord. Igualment, han estat nombroses les

citacions d'alguns exemplars aïllats a diferents punts de Catalunya, com el riu Ebre fins a l'alçada de Miravet, arrossars de l'Empordà, la Terra Alta en un afluent de l'Ebre, o una població a la riba del Llobregat, i fins i tot sud de França a Fréjus (EFSA, 2020) que sembla que han estat controlats a temps. Malgrat tot, això demostra que és molt senzill que per acció antròpica, intencionada o no, l'espècie pugui arribar a expandir-se a d'altres paratges naturals propers.

La possessió i comercialització de caragols del gènere *Pomacea* es va prohibir arran d'aquest episodi a tota Espanya (Real Decreto 630/2013). Tot i això, no sembla que hi hagi un acompliment estricte de la norma. En aquest sentit, durant els transkurs de prospeccions efectuades pel Servei de Vida Silvestre de la Generalitat Valenciana, s'ha trobat un focus de caragol poma a la zona de Gandia, però en aquest cas es tractaria d'una espècie diferent, *Pomacea diffusa* Blume, 1957.

Ullal del Duc (Gandia, la Safor). Febrer 2022. Un exemplar capturat mort i dos de viu en una séquia prop de l'ullal. Coordenades: 30SYJ44201970 (Fig. 1 & 2).

Es tracta d'una espècie amb una conquilla lleugerament diferent de *P. maculata*, de la qual es diferencia per unes voltes més escalades. Té una boca ampla i ovalada i el melic és bastant gran i profund (Fig. 2), i presenta una llargària màxima de 57 mm. Aquesta espècie és especialment apta pels aquaris per les seves característiques biològiques: àmplia tolerància ambiental, comportament moderadament amfibi, cicle biològic curt, alimentació a base d'algues i material en descomposició, compatibilitat amb peixos i altres invertebrats en espais reduïts, i existència de varietats de colors molt vistosos (Coelho et al., 2012; Benson, 2022).

Aquesta espècie és nadiua d'una àmplia zona de la conca Amazònica (Cowie, 2017). Es coneixen poblacions invasores de *P. diffusa* a diferents llocs del món, com ara Hawaii, Sri Lanka i alguns punts dels Estats Units (Cowie, 2017), fins i tot en aquest darrer país han estat nombroses les citacions de focus que mai no han prosperat, particularment a Florida (Cowie et al., 2006; Cowie, 2017). Això evidencia que l'espècie té potencial invasor, segurament molt menor que *P. maculata*, però que representa igualment una greu amenaça pels ecosistemes aquàtics mediterranis. A la localitat del present article, a més, hi ha una surgència d'aigua a uns 18 graus, cosa que permet la supervivència de l'espècie els mesos més freds.

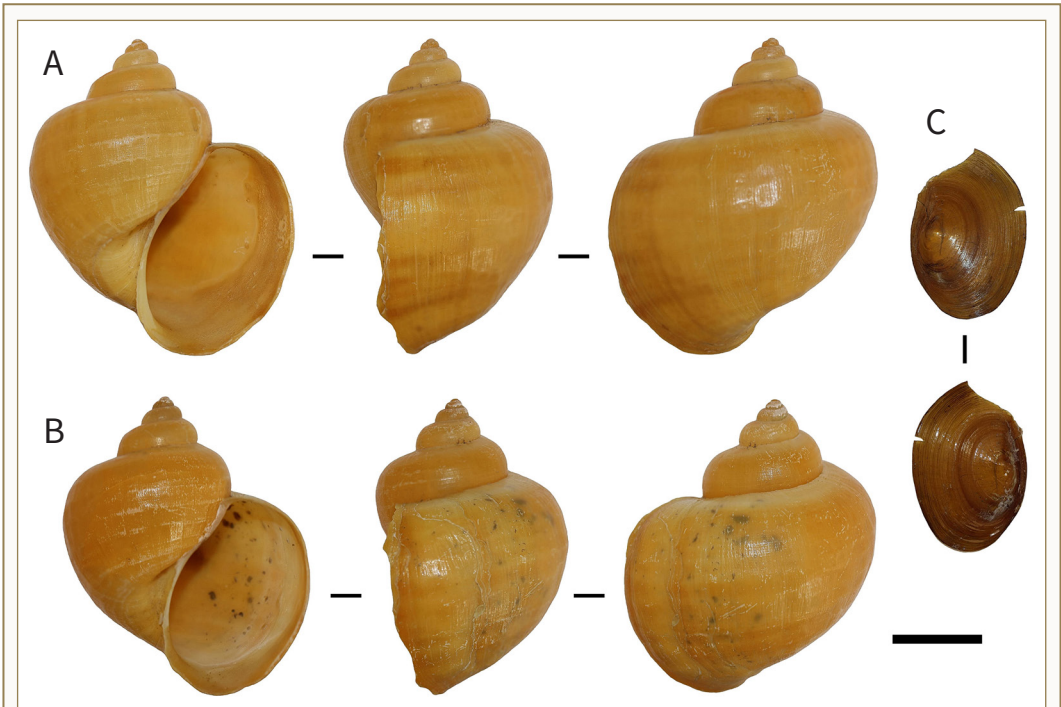
La presència de caragols aquàtics invasors s'està incrementant notablement als sistemes ibèrics. Cal ressenyar, per exemple, les recent troballes de *Cipangopaludina chinensis* (Gray, 1833) al riu Algar (la Marina Baixa), o de *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) al riu Nora (Astúries) (Hernández et al., 2020; Arias et al., 2020). Totes aquestes introduccions semblen estar relacionades amb l'aquicultura recreativa (aquaris domèstics), un sector econòmic en expansió i amb molt poc control legal.

Precisament, la nova troballa de *P. diffusa* sembla que es correspon plenament amb aquesta activitat. Es tracta de l'espècie sovint catalogada com *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856), un dels invertebrats més àmpliament emprats en aquest sector, tot i que treballs moleculars han evidenciat que l'espècie comercialitzada seria sempre la primera (Cowie et al., 2006; Cowie, 2017). Tot i la prohibició legal de posseir i comercialitzar qualsevol espècie del gènere *Pomacea*, no sembla que hi hagi un acompliment estricte de la norma, i per tant la possibilitat d'escapaments accidentals o alliberaments intencionats continuen vigents a la nostra geografia.



**FIGURA 1.** Hàbitat on es van trobar els exemplars de *Pomacea diffusa* Blume, 1957, a prop de Gandia.

Habitat where *Pomacea diffusa* Blume, 1957 was found, near Gandia.



**FIGURA 2.** Exemplars de *Pomacea diffusa* Blume. 1957 de l'Ullal del Bou (Gandia). **A-B:** Diferents vistes de dos exemplars; **C:** Opercle. Escala: 1 cm

Specimens of *Pomacea diffusa* Blume. 1957 from l'Ullal del Bou (Gandia). **A-B:** Different views of two specimens; **C:** Operculum. Scale: 1 cm.

Per tant, cal intensificar les activitats de cerca i erradicació primerenca d'aquestes espècies al voltant de les zones humides, abans que assoleixin poblacions estables als nostres sistemes naturals d'aigua dolça. La troballa quasi simultània de *S. quadrata* a una localitat veïna (Quiñonero-Salgado et al., 2022) posa de manifest la gravetat d'aquesta problemàtica.

### Agraïments

El nostre agraïment als integrants de la "Brigada Xarxa Natura 2000" adscrita al Servei de Vida Silvestre i Xarxa Natura 2000 (Generalitat Valenciana) per la seva implicació en les tasques de seguiment i control d'espècies invasores i també als revisors Albert Orozco i Jordi Cadevall, per les correccions i els suggeriments que han contribuït a millorar el manuscrit.

### Bibliografia

**Arias, A., Fernández-Rodríguez, I., Sánchez, O. & Borrell, Y. J. 2020.** Integrative taxonomy reveals the occurrence of the Asian freshwater snail *Sinotaia* cf. *quadrata* in inland waters of SW Europe. *Aquatic Invasions*, 15(4): 616-632.

**Benson, A. J. 2022.** *Pomacea bridgesii* (Reeve, 1856). U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=982>, Revision Date: 1/23/2020, Access Date: 2/28/2022.

**Coelho, A. R. A., Calado, G. J. P. & Dinis, M. T. 2012.** Freshwater snail *Pomacea bridgesii* (Gastropoda: Ampullariidae), life history traits and aquaculture potential. *AACL BIOFLUX*, 5: 168-181.

**Cowie, R. H. 2017.** Non-native apple snails: systematics, distribution, invasion history and reasons for introduction. *Biology and management of invasive apple snails*: 3-32. Philippine Rice Research Institute. Muñoz (Philippines).

**Cowie, R. H., Hayes K. A. & Tiengo, S. C. 2006.** What are apple snails? Confused taxonomy and some preliminary resolution. In: *Global advances in ecology and management of golden apple snails*. Ed. Joshi RC & Sebastian LS: 3-24 Philippine Rice Research Institute. Nueva Écija (Filipinas).

**EFSA (European Food Safety Authority), Schrader G., Delbianco A. & Vos S. 2020.** Pest survey card on *Pomacea* spp. EFSA supporting publication 2020. 37 p. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2020.EN-1877>.

**Hernández, J., Úbeda, C., Ferrero, L., Deltoro, V., Quiñonero-Salgado, S. & López-Soriano, J. 2020.** Primera población



de *Cipangopaludina chinensis* (Gray in Griffith & Pidgeon, 1833) (Gastropoda: Viviparidae) en la península Ibèrica. *Spira*, 7: 187-190

- López, M. A., López, V., Alàs, J. & Martínez, D. 2009.** Anàlisi de la presència i distribució del caragol poma (*Pomacea* sp.) al Delta de l'Ebre. Forestal Catalana & Direcció General del Medi Natural. Barcelona.
- López, M. A., Altaba, C. R., Andree, K. B. & López, V. 2010.** First invasion of the apple snail *Pomacea insularum* in Europe. *Tentacle*, 18: 26–28.
- López-Soriano, J., Tarruella-Ruestes, A., & Quiñero-Salgado, S. 2009.** Presencia masiva de *Pomacea* cf. *canaliculata* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: Ampullariidae) en el Delta del Ebro (Cataluña, España). *Spira*, 3(1-2): 117-121.
- Quiñero-Salgado, S., Hernández Núñez de Arenas, J. & López-Soriano, J. 2022.** Primer registre de *Sinotaia quadrata* (Benson, 1842) (Gastropoda: Viviparidae) al País Valencià. *Nemus*, 12: 283-285.
- Real Decreto 630/2013**, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. BOE núm. 185, 03/08/2013, <https://www.boe.es/eli/es/rd/2013/08/02/630/con>

# Primer registre de *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda) a Vinaròs (el Baix Maestrat)

Enric Forner i Valls<sup>1\*</sup>  & Emma Forner-Vallès i Forner<sup>2</sup>

1. Ateneu de Natura. Sant Roc, 125, 3r. 5a. 12005 Castelló de la Plana. Correu-e: fornervalls@gmail.com

2. Ateneu de Natura. Fika, 5 exterior, 5<sup>a</sup> D. 48006 Bilbo (Bizcaia). Correu-e: emmaforner-valles@tibolieskola.eus

\* Autor de correspondència.

La nota documenta el primer registre de *Cerithium scabridum* Philippi, 1848, una espècie lessepsiana, a la platja del Fortí a Vinaròs (el Baix Maestrat).

El material s'ha trobat fent recerca a la tanatocenosi de platja. S'han recollit deu conquilles en dues visites durant el mes de gener de 2022.

Es confirma l'existència d'un cinquè registre a la costa mediterrània de la península Ibèrica, cosa que apunta que l'espècie està en expansió.

Atesa la relativa proximitat de la població de Benicarló i els registres a la Ràpita i a les Cases d'Alcanar, i la similitud dels hàbitats, la nova troballa podria haver-se produït per la dispersió natural de les larves. En els últims anys s'ha constatat que unes poques espècies que tenen l'origen a la mar Roja, i que havien emigrat, mitjançant el canal de Suez, a la part oriental i central de la Mediterrània, traspassen ara els estrets de Messina i Sicília per arribar a la part occidental, més freda.

Mots clau: *Cerithiidae*, espècies lessepsianes, invasores, Mediterrània occidental.

## First record of *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda) in Vinaròs (el Baix Maestrat)

The paper documents the first record of *Cerithium scabridum* Philippi, 1848, a lessepsian species, on the Fortí beach in Vinaròs (el Baix Maestrat).

The material was found during searches of the beach thanatocoenosis. Ten shells were collected in two visits in January 2022.

The existence of a fifth record on the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula is confirmed, indicating that the species is expanding.

Given the relative proximity of the population of Benicarló, the records in La Ràpita and Casas d'Alcanar, and the similarity of the habitats, the new finding could have been caused by the natural dispersal of larvae. In recent years, it has been reported that a few species that originated in the Red Sea, and that had migrated through the Suez Canal to the eastern and central Mediterranean, have now crossed the Straits of Messina around Sicily to reach the colder, western Mediterranean.

Keywords: *Cerithiidae*, lessepsian species, invasive species, western Mediterranean.

Des de l'obertura del canal de Suez, el 1869, es van anar introduint a la Mediterrània una sèrie d'espècies de la mar Roja i l'oceà Índic. Aquestes espècies, que s'anomenen lessepsianes per Ferdinand Lesseps, l'impulsor del canal de Suez, es queden arraconades a la part oriental i central de la Mediterrània, que és d'aigües lleugerament més càlides, i no travessen els estrets de Messina i Sicília. Segons Öztürk & Can (2006)

unes 300 espècies marines han colonitzat aquesta part oriental i central de la Mediterrània. Entre elles s'estimen en unes 120 les espècies de mol·luscs lessepsians (Sabelli & Tabiani 2014) però només quatre, i en temps recents, han arribat a la part de ponent de la Mediterrània (López Soriano et al. 2020). Dos d'elles, la que motiva aquesta nota i el bivalve *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775) s'han trobat a la costa del

Baix Maestrat (López-Soriano et al., 2018, 2020; Forner, 2018; Forner & Pastor, 2018; Forner & Forner-Vallès, 2022).

Els caragols marins autòctons del gènere *Cerithium* més freqüents a la costa del Baix Maestrat són el *C. vulgatum* Bruguière, 1792 i *C. alucastrum* (Brocchi, 1814), com es pot comprovar en els pocs treballs de catalogar la fauna marina de mol·luscs del litoral maestratenc publicats (Gonzalez de la Lastra et al., 2012; Forner & Pastor, 2018).

L'espècie *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 es va constatar per primera vegada a la costa de la península Ibèrica per López-Soriano et al. (2018) en dos punts: al Mar Menor i a Benicarló (el Baix Maestrat) i en un treball posterior es donava notícia de la consolidació de les poblacions (López-Soriano et al., 2020a) i noves troballes al port de les Cases d'Alcanar (terme municipal d'Alcanar, el Montsià) i al port de la Ràpita, el Montsià (López-Soriano et al., 2020b).

La platja del Fortí (Fig. 1B) és una platja urbana sotmesa a treballs de neteja freqüents, al municipi de Vinaròs (el Baix Maestrat, País Valencià). Les troballes s'han fet en la part de tramuntana, junt a un espigó artificial que la tanca contra la desembocadura del riu Servol, d'aigües de poca fondària i presència de roques, molt semblant a l'hàbitat que ocupa a Benicarló. Vinaròs es troba a uns 20 km, a migjorn del delta de l'Ebre (Fig. 1A).

Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital arrodonides a dècimes de mm. Les fotos de la figura 2 s'han pres amb un microscopi digital, Edge, Dino-Lite.

El dia 08.01.2022 a la tanatocenosi de la platja del Fortí (Vinaròs), es van trobar quatre exemplars de *C. scabridum*.

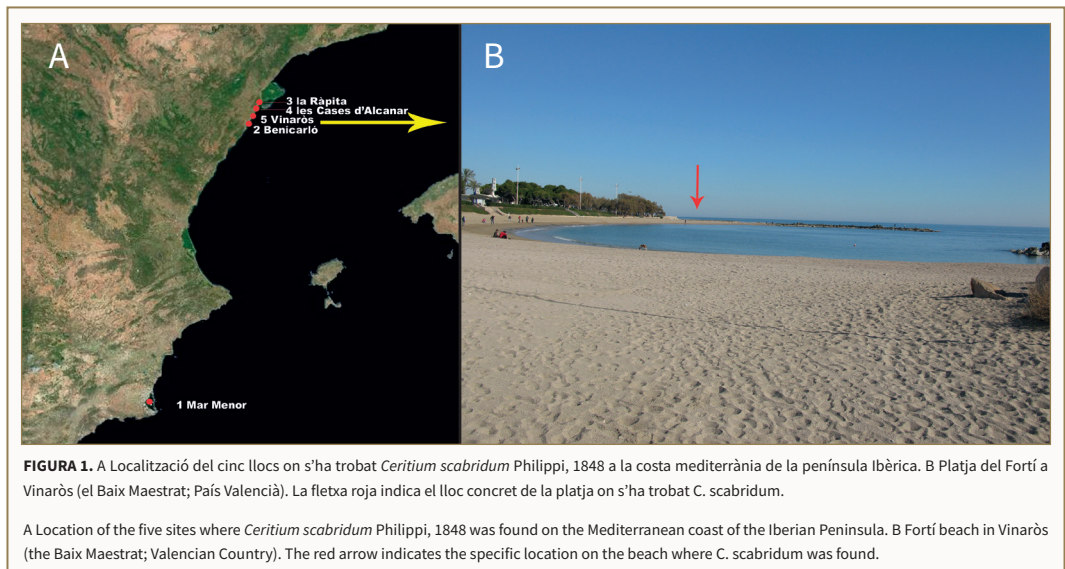
En nova visita, el 30.01.2022, se'n van recollir sis exemplars més a la mateixa platja.

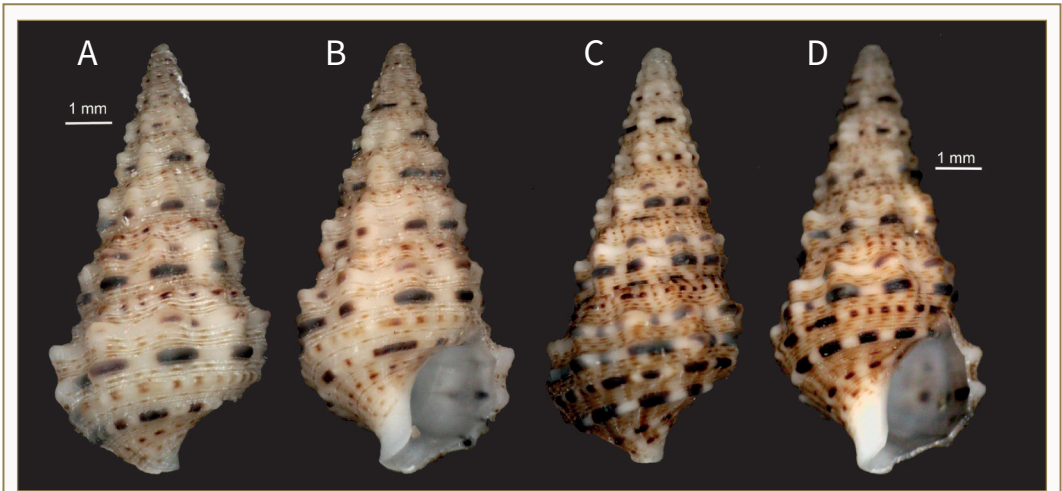
Els exemplars (Fig. 2) semblen juvenils perquè encara no tenen completament format l'engrossiment del llavi extern del peristoma.

Els exemplars mesuren entre 8,8 i 14,0 mm d'alçada.

A la mateixa tanatocenosi hi havia conquilles de *C. vulgatum*.

La nova troballa confirma la consolidació de *C. scabridum* a la costa del Baix Maestrat i el Montsià i que està en procés d'expansió. Aquesta fase de colonització de nous indrets es pot veure afavorida perquè l'espècie presenta larves planctotròfiques de llarga supervivència (fins a 60 dies) amb una capacitat de dispersió notable (López-Soriano et al., 2018). De fet podríem considerar que a la costa de la península Ibèrica hi han només dos nuclis d'introducció de l'espècie: el del Mar Menor i el del sud del delta de l'Ebre (comarques del Baix Maestrat i del Montsià). Els quatre termes municipals on s'ha registrat fins ara, a migjorn del delta de l'Ebre, guarden una exacta continuïtat a migjorn de la badia dels Alfacs (Fig. 1). Com que la deriva de la mar





**FIGURA 2.** Dos exemplars de *Ceritium scabridum* Philippi, 1848 trobats a la platja del Fortí (Vinaròs, el Baix Maestrat).

Two specimens of *Ceritium scabridum* Philippi, 1848 found on Fortí beach (Vinaròs, el Baix Maestrat).

és de nord a sud, el corrent afavoriria la dispersió de les larves cap a migjorn. Sobta que la primera població detectada, i la primera població consolidada que s'ha registrat siga a Benicarló, el punt més al sud de totes quatre. La imatge d'una expansió a contracorrent de les larves no sembla probable. Potser senzillament no s'ha detectat la població inicial originària a la badia dels Alfacs. Però que no s'hi haja detectat, encara, no vol dir que no hi siga. López-Soriano et al. (2020b) van detectar només dos exemplars al port de la Ràpita. La expansió natural per larves hauria de ser a favor de corrent, de nord cap al sud. Els dos punts hipotètics d'arribada, guardarien semblança. Tant el Mar Menor com les badies del delta de l'Ebre presenten unes aigües somes protegides, més càlides que la mar oberta, que podria funcionar com hivernacles d'adaptació dels invasors. El delta de l'Ebre s'ha citat com un punt calent d'entrada de noves espècies (López-Soriano & Quiñero-Salgado, 2016; Forner & Badenes, 2019) potser per les seues condicions especials indicades, i per l'existència d'un port (el del ciment d'Alcanar) que rep vaixells de llocs llunyans i una important activitat d'aqüicultura. Bon candidat a ser el lloc d'arribada.

El model que sembla seguir la colonització de *C. scabridum* de les costes mediterrànies de la península Ibèrica és consistent amb el general en el qual els grans desplaçaments es produeixen pels humans,

per exemple pel transport per vaixells en l'aigua de last, com indiquen alguns autors (Zenetos et al., 2009; Giacobbe, 2012), i l'expansió a partir dels nuclis consolidats, a distàncies curtes, que es produeixen, de forma natural, mitjançant les larves. En aquest cas s'haurien produït dues introduccions de llarg recorregut, amb els humans com grans sospitosos, que trencarien la frontera dels extrems de Messina i Sicília: al Mar Menor i al sud del delta de l'Ebre.

Podria ser que el pas a la part occidental de la Mediterrània d'espècies lessepsianes, encara que poques de moment, que fins ara estaven restringides a la part oriental, estigués relacionat amb l'escalfament global del planeta i l'augment de la temperatura de l'aigua a la mar Mediterrània. No es disposa, però, d'informació suficient per confirmar aquesta hipòtesi.

#### Agraïments

A Vicent Gual i Ortí per l'ajuda en la confecció de les figures. A Carl Nugent per la correcció dels textos en anglès. A Rosalía Reverter i Perpinyà per les seues correccions. A la Fundació Caixa Castelló per l'ajuda en el finançament del microscopi digital Edge, Dino-Lite. Als revisors que han contribuït a millorar, notablement, el text.

#### Bibliografia

- Forner, E. 2018.** Primer registre d'una espècie indo-pacífica a Benicarló: *Fulvia fragilis* (Mollusca: Bivalvia). *Nemus*, 8: 142-147.
- Forner, E. & Badenes, N. 2019.** *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Ar-

- thropoda: Crustacea: Decapoda) envaeix les taules dels restaurants a les faldes del delta de l'Ebre. *Nemus*, 9: 164-170.
- Forner, E. & Forner-Vallès, E. 2022.** Depredació per natícid (Gastropoda) d'*Antalis inaequicostata* (Dautzemberg, 1891) (Scaphopoda) a la costa del Maestrat. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, 106: 100-115.
- Forner, E. & Pastó, Q. 2018.** *Fulvia fragilis* (Mollusca: Bivalvia) una immigrant lessepsiana a la costa del Maestrat. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, 99: 82-95.
- Giacobbe S. 2012.** Biodiversity loss in Sicilian transitional waters: the molluscs of Faro Lake. *Biodiversity Journal*, 3(4): 501-510.
- González de la Lastra, M. A., Forner, E.; González de la Lastra, P. 2012.** Estudi de la depredació de Naticidae (Gasteropoda) sobre *Spisula subtruncata* (Bivalvia) al litoral de la Serra d'Irta (Peníscola, Mediterrània occidental). *Nemus*, 2: 83-92.
- López-Soriano, J. & Quiñonero-Salgado, S. 2016.** Malacofauna alóctona associada a la acuicultura marina. *Spira*, 6: 67-77.
- López-Soriano, J., Quiñonero-Salgado, S., Forner, E., Verdejo-Guirao, J. F. & Murcia-Requena, J. 2020a.** Consolidación de las poblaciones ibéricas del invasor lessepsiano *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda: Cerithiidae). *Elona Revista de Malacología Ibérica*, 2: 98-101.
- López-Soriano, J., Quiñonero-Salgado, S. & Pla-Ventura, M. 2020b.** Primeras citas para Cataluña del invasor lessepsiano *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Mollusca: Cerithiidae). *Spira*, 7: 191-192.
- López-Soriano, J., Quiñonero-Salgado, S., Verdejo-Guirao, J. F. & Pla-Ventura, Marco. 2018.** Primeras citas de *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 (Gastropoda: Cerithiidae) para la península ibérica. *Nemus*, 8: 133-136.
- Öztürk, B. & A. Can. 2006.** Indo-Pacific gastropod species in the Levantine and Aegean Seas. *Aquatic Invasions*, 1: 124-129.
- Sabelli B. & Taviani M. 2014.** The making of the Mediterranean Molluscan Biodiversity. In S. Goffredo and Z. Dubinsky (eds.) *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges*: 285-306. Springer Science+Business Media. Dordrecht.
- Zenetos A., Ovalis P. & Kalogirou S. 2009.** Closing the gap: *Cerithium scabridum* Philippi, 1848 found in the South Aegean (Greece, Mediterranean Sea). *Journal of Biological Research-Thessaloniki*, 11: 107-110.

## ***Maestratina royo* (Echinoidea) en el Aptiense inferior de la cuenca Vasco-Cantábrica**

**Carlos García González**

Calle Ramón y Cajal, 22, 5 - 48980 Santurtzi (Biskaia); E-mail: chindasvinto73@yahoo.es

El equínido *Maestratina royo* (Lambert, 1928), de la familia Arbaciidae Gray, 1855, se había venido citando siempre, durante más de 90 años, en una zona muy limitada geográficamente, en los yacimientos de la Mola de la Garumba, (antiguamente conocido como Mola de Miró) y de la Mola d'en Camaràs, cercanos entre sí, dentro de la subcuenca de Morella, de la cuenca sedimentaria del Maestrat. Se consideraba un endemismo estricto de la cuenca.

La prospección durante varios años del pequeño yacimiento del Cabo Prieto (Asturias; cuenca Vasco-Cantábrica), de la misma edad, Aptiense inferior, ha permitido la recolección de diversos ejemplares de *M. royo* que motivan esta nota.

Se dispone de cuatro ejemplares, algo deformados, pero que muestran los caracteres diagnósticos de la especie.

Este hallazgo es concordante con la existencia de conexión entre las cuencas Vasco-Cantábrica y del Maestrat durante el Aptiense-Albiense, confirma la edad Aptiense inferior de la especie y anula la consideración de la especie *M. royo* como endémica de la cuenca del Maestrat.

Palabras clave: *Echinoidea*, *Maestratina royo*, *Aptiense*, *Asturias*, *cuenca Vasco-Cantábrica*.

### ***Maestratina royo* (Echinoidea) in the Lower Aptian of the Basque-Cantabrian basin**

The echinoid *Maestratina royo* (Lambert, 1928), of the family Arbaciidae Gray, 1855, has been cited for more than 90 years and always in a very geographically limited area. Specifically, in the fossil localities of Mola de la Garumba, (formerly known as Mola de Miró) and Mola d'en Camaràs, both close to each other, within the Morella sub-basin, of the Maestrat sedimentary basin. It was considered a strict endemism of the basin.

Prospecting for several years in the small deposit of Cabo Prieto (Asturias; Basque-Cantabrian basin), of the same age, Lower Aptian, has allowed the collection of various specimens of *M. royo* that motivate this note.

There are four specimens that are somewhat deformed but showing the diagnostic characteristics of the species.

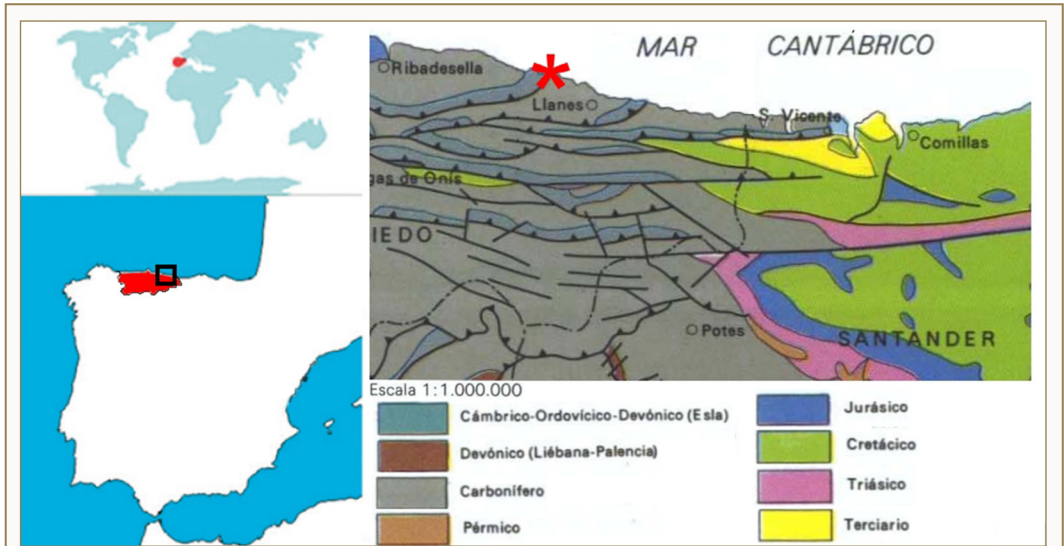
This finding is consistent with the existence of a connection between the Basque-Cantabrian and Maestrat basins during the Aptian-Albian, confirms the lower Aptian age of the species and cancels the consideration of the *M. royo* species as endemic to the Maestrat basin.

Keywords: *Echinoidea*, *Maestratina royo*, *Aptian*, *Asturias*, *Basque-Cantabrian Basin*.

Con el material que le remitió el geólogo Royo Gómez, Lambert (1928) describió un raro equínido de cuenca del Maestrat: *Cotteaudia royo*, dedicándole la nueva especie al geólogo que se lo suministró. No se había citado en ningún otro yacimiento que en su localidad original de Morella (els Ports). Recientemente Forner & Saura (2020), completaron la descripción con material en mejores condiciones que el que dispuso Lambert (1928), en el que se pudo estudiar el sistema apical y el peristoma; designaron un neotipo, puesto

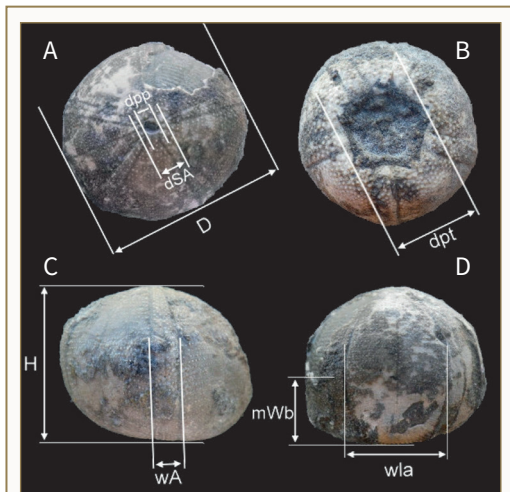
que se había perdido el holotipo, y describieron un nuevo género *Maestratina* Forner & Saura, 2020, dado que la especie no encajaba en ninguna de las existentes. En un trabajo de Vadet & Nicolleau (2021) se ha mencionado la presencia en el Albiense de Cabo Prieto (Asturias) de *M. royo*, sin figurar ningún ejemplar, ni citar bibliografía o señalar material disponible en institución accesible por investigadores.

El yacimiento de Cabo Prieto, Asturias (península Ibérica) (Fig. 1), es conocido, ampliamente descrito y



**FIGURA 1.** Localización del yacimiento donde se ha encontrado *Maestratina royi* (Lambert, 1928) en el Aptiense de la cuenca Vasco-Cantábrica (Cabo Prieto, Asturias). Fuente IGME (1976), modificado.

Location of the outcrop where *Maestratina royi* (Lambert, 1928) has been found from the Aptiense of the Basque-Cantabrian basin (Cabo Prieto, Asturias). Taken from IGME (1976), modified.



**FIGURA 2.** Medidas utilizadas en este estudio. D: diámetro; H: altura; dSA: diámetro del sistema apical; dpp: diámetro máximo del periprocto; dpt: diámetro del peristoma; wA: ancho del ambulacro en el ambitus; wla: ancho del interambulacro en el ambitus; mWb: distancia del ambitus a la base. **A, D:** ejemplar MRASTCG4; **B:** ejemplar MRASTCG3; **C:** ejemplar MRASTCG2.

Dimensions used in this work. D: diameter; H: height; dSA: diameter of the apical system; dpp: maximum diameter of the periproct; dpt: diameter of the peristome; wA: width of the ambulacrum in the ambitus; wla: width of the interambulacrum at the ambitus; mWb: distance from ambitus to base. **A, D:** specimen MRASTCG4; **B:** specimen MRASTCG3; **C:** specimen MRASTCG2.

estudiado desde antiguo. La zona está incluida dentro de la cuenca sedimentaria Vasco-Cantábrica (CVC), descrita por Rat (1959, 1988). El afloramiento se sitúa cerca del accidente geográfico del que toma nombre el pequeño corte. Estratigráficamente corresponde al Aptiense inferior (Bedouliense). Recopilando las observaciones de Barrois (1880), Mallada (1904), Karremberg (1946) y Schroeder & Wienands (1966), es Claverol (1973) quien proporciona la siguiente columna estratigráfica del lugar:

Muro: materiales paleozoicos.

Bedouliense: 3,00 m. (Potencia mínima). Areniscas calcáreas, con algunos cantos de rocas paleozoicas. Contiene *Exogyra*, corales, restos de equinodermos, *Neomeris cretacea* Steinmann, 1899 y fragmentos del *Paleorbitolina* y *Praeorbitolina*.

3,00 m. Margas y alguna intercalación de calizas arenosas. *Paleorbitolina lenticularis* Blum (1805).

2,00 m. Margas arenosas. Contiene *Ancyloceras pulcherrimus*, *Ammonites fissicostatus* Phillips, equinidos y *P. lenticularis*.

15,00 m. Areniscas calcáreas y calizas arenosas. *Rhynchonella*, *Terebratula*, *Exogyra* y escasos ejemplares de *Paleorbitolina*.

Esta edad es concordante con la de la cuenca del

Maestrat, donde se halló por primera vez el equínido objeto de esta nota: Aptiense inferior; formación Margas del Forcall, miembro Margas de Morella la Vella, hacia techo cerca del contacto con la formación Calcarías de Villarroya de los Pinares (Forner & Saura, 2020).

Hasta la fecha, en sucesivas prospecciones, se han recuperado entre otras especies de equínidos, cuatro ejemplares de *Maestratina royoi* (Lambert, 1928) en diferentes grados de conservación, pero que dejan poco lugar a dudas en cuanto a su identificación, mostrando todos los ejemplares las características de la especie. Tres de ellos, a pesar de estar deformados en mayor o menor medida están prácticamente completos y un cuarto ha perdido la zona apical por encima del ambitus. En la última visita al lugar, un gran corrimiento del terreno ha sepultado gran parte de la zona de exposición de los estratos, con lo que la posibilidad de recuperar nuevos ejemplares en el futuro es muy escasa.

Los cuatro ejemplares recogidos pertenecen actualmente a colección particular, situada en Santurtzi (Bizkaia), y se les asigna la nomenclatura MR: *Maestratina royoi*, AST: Asturias, CG: Carlos García, seguidos de un número de orden según su hallazgo.

En la sistemática se sigue a Kroh & Smith (2010). Las medidas que figuran en la Tabla 1 se han tomado según se indica en la Fig.2.

### Sistemática paleontológica

Clase ECHINOIDEA Leske, 1778

Subclase EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Infraclase CARINACEA Kroh & Smith, 2010

Superorden ECHINACEA Claus, 1876

Orden ARBACIOIDA Gregory, 1900

Familia ARBACIIDAE Gray, 1855

Género *Maestratina*. Forner & Saura, 2020

Especie tipo: *Cotteaudia royoi*

Lambert, 1928, por monotipo.

***Maestratina royoi* (Lambert, 1928)**

Fig. 3

### Sinonimia:

1928 *Cotteaudia royoi* Lambert: 149-153, lám. III, fig. 1-5.

1947 *Cotteaudia royoi* Lambert, Bataller: 420, núm. 173, amb fig.

1978 *Cotteaudia royoi* Lambert, Kier & Lawson: 36.

1993 *Cottaldia royoi* (Lambert), Villalba: 510.

2011 *Cottaldia royoi* (Lambert), Forner: 8.

2011 *Cottaldia royoi* (Lambert), Saura & Castany: 31-34, fig. 3(2).

2013 *Cottaldia royoi* (Lambert), Saura & García: 164-165, lám. 33-1a-c.

2013 *Cottaldia royoi* (Lambert), Forner & Gual: 44, lám. VI-64.

2020 *Maestratina royoi* (Lambert), Forner & Saura: 53, figs. 3-5.

2021 *Maestratina royoi* (Lambert), Vadet & Nicolleau: 20, figs. 9-16.

**Neotipo:** MNCNI-43221, en el museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid) por designación de Forner & Saura (2020).

Para la descripción del género se remite al artículo de Forner & Saura (2020).

Los ejemplares recogidos en el pequeño yacimiento muestran la morfología general y resto de caracteres distintivos del género *Maestratina*. Siendo la única especie incluida hasta la fecha en este peculiar y bello género, *M. royoi* sería la especie con la que comparar estos equínidos asturianos.

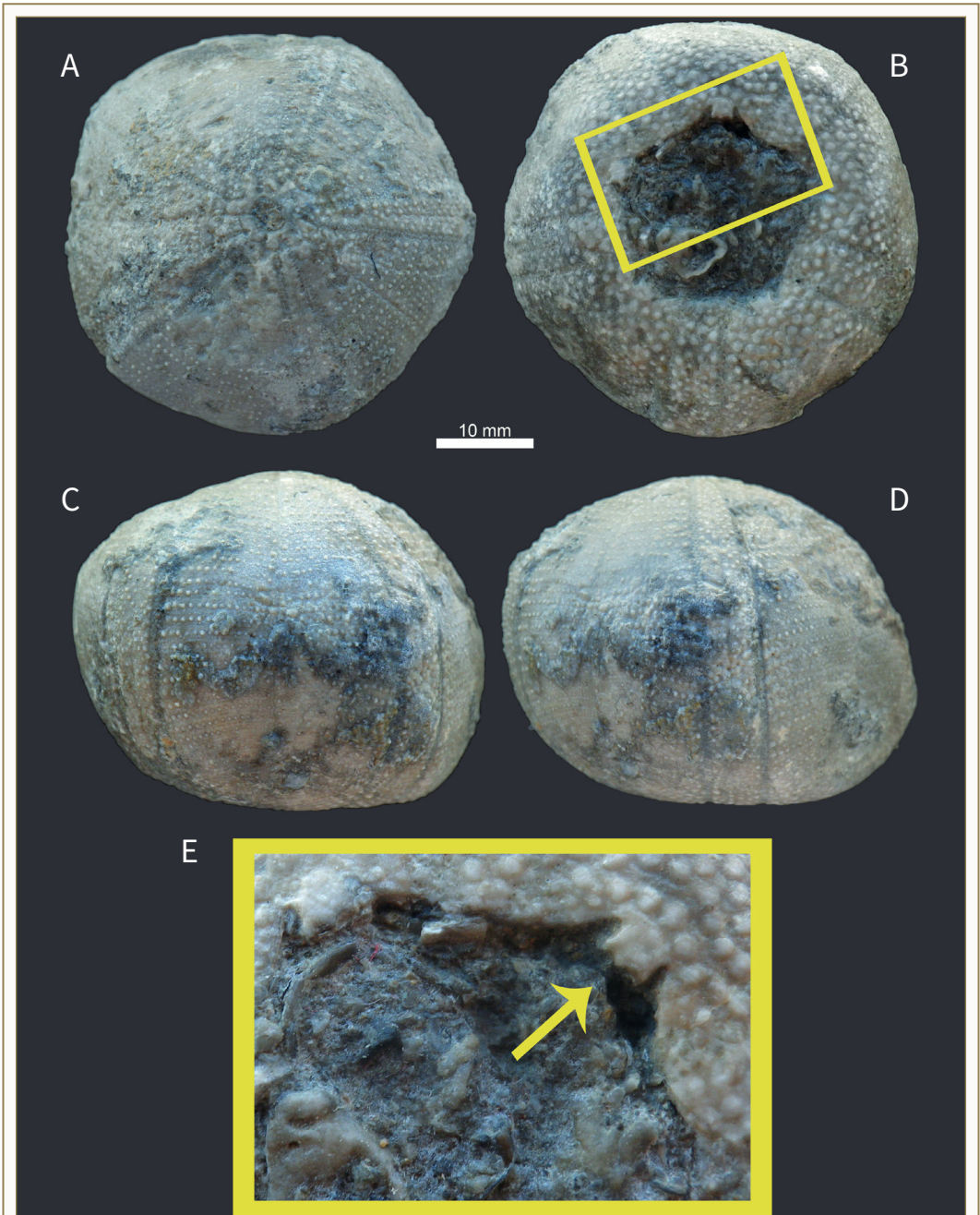
Los caracteres a tener en cuenta son varios, tales como la típica forma pentagonal del peristoma (Fig.

|          | D   | H  | dSA | dpp | dpt | wA | wla | mWb |
|----------|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| MRASTCG1 | 32* | 27 | 4*  | -   | -   | 4  | 17* | 14* |
| MRASTCG2 | 40  | 32 | 5   | 3   | 18  | 5  | 20  | 17  |
| MRASTCG3 | 38  | -  | -   | -   | 18  | 5  | 20  | 16  |
| MRASTCG4 | 42  | 36 | 5   | 3   | -.  | 6  | 22  | 17  |

**TABLA 1.** Medidas (mm) de *Maestratina royoi* (Lambert, 1928) del Aptiense de la cuenca Vasco-Cantábrica. \* Ejemplar con deformación; la medida es una media de dos tomadas. Ver Fig. 2 para la comprensión de las medidas.

Dimensions (mm) of *Maestratina royoi* (Lambert, 1928) from the Aptian of the Basque-Cantabrian basin. \* Specimen with deformation; the measurement is an average of two taken. See Fig. 2 for the understanding of the measurements.





**FIGURA 3.** *Maestratina royo* (Lambert, 1928) del Aptiense de la cuenca Vasco-Cantábrica (Cabo Prieto, Asturias). MRASTCG2 **A:** vista apical. **B:** vista oral. **C:** vista lateral interambulacral. **D:** vista lateral ambulacral. **E:** detalle de los surcos branquiales y la placa basicoronal. La flecha indica la peculiar placa adoral interambulacral.

*Maestratina royo* (Lambert, 1928) from the Aptian of the Basque-Cantabrian basin (Cabo Prieto, Asturias). MRASTCG2 **A:** apical view. **B:** oral view. **C:** interambulacral lateral view. **D:** lateral ambulacral view. **E:** detail of the buccal notches and the basicoronal plate. The arrow indicates the peculiar interambulacral adoral plate.

3 B). Mucho más esclarecedora es la presencia de los surcos branquiales en forma de “U” ligeramente inclinada en diagonal y presentando entre ellos el lóbulo de forma tan peculiar del género *Maestratina*, que se proyecta hacia el hueco del peristoma, con dos pequeñas muescas, y con presencia de un tubérculo principal en él (Fig. 3 E).

Igualmente se puede observar que la disposición de los tubérculos en los espacios interambulacrales es exactamente la misma, formando hileras horizontales con una leve disposición en “V” muy abierta. El número de tubérculos principales en la zona ambital es de entre 16 y 18, según el tamaño de los especímenes.

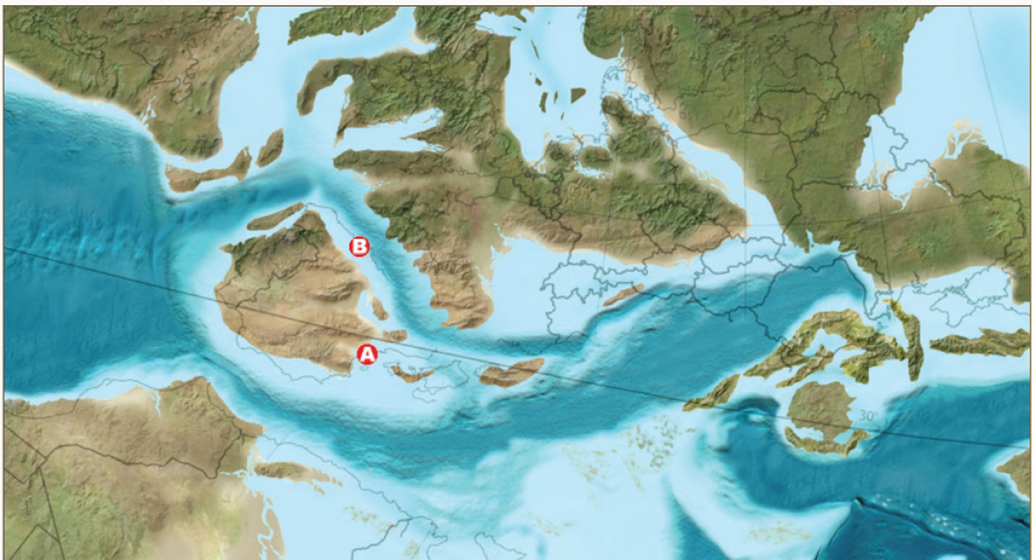
En los ambulacros los tubérculos principales tienden a agruparse, en las proximidades de la zona ambital, en dos pequeñas hileras transversales alternas de normalmente tres, cuatro como máximo en el ejemplar de mayor tamaño, que convergen con vértice en la línea central de la zona ambulacral.

El tamaño de los tubérculos de las áreas ambulacrales e interambulacrales no presenta diferencia significativa en diámetro y forma, a excepción de las proximidades del peristoma, donde se aprecia un ligero aumento.

El aparato apical únicamente se aprecia en dos de los ejemplares hallados, y aunque, como se ha mencionado anteriormente la preservación no es buena, tampoco hay lugar a dudas de que es igual a los ejemplares del Maestrat. Es pequeño, dícliclo, con los gonoporos situados en pequeñas placas que forman lóbulos salientes.

Los poros de los ambulacros, uniseriados, la forma globosa del caparazón, el perfil pentagonal del mismo en vista aboral, la base aplanada, en fin, todos los caracteres observados conducen inequívocamente al género *Maestratina*.

Por último hay que hacer notar una curiosa particularidad respecto a la especie *M. royoí*, ya que aunque ésta presenta un contorno pentagonal lobulado, incipiente en ejemplares juveniles y mucho más marcado en los adultos, los ejemplares asturianos son siempre globosos, de contorno no lobulado sino más bien uniformemente circular. Esto es más significativo aún teniendo en cuenta que el tamaño de los ejemplares hallados indica su etapa adulta, con lo que deberían mostrar esta característica de los ejemplares de la cuenca del Maestrat. Pudiese tratarse de una ligera



**FIGURA 4.** Paleomapa de la parte central del Tethys en el Aptiense-Albiense. Los puntos indican las cuencas donde ha aparecido *Maestratina royoí* (Lambert, 1928). **A:** cuenca del Maestrat. **B:** cuenca Vasco-Cantábrica; Marrón: tierras emergidas, Blanco: mar, plataforma continental; Azul: mar profundo. Fuente: Blakey, NAU Geology, 2014, modificado.

Paleomap showing the central part of the Tethys towards the Aptian-Albian. Lettered dots indicate the marine basins where *Maestratina royoí* (Lambert, 1928) was found. **A:** Maestrat Basin; **B:** Basque-Cantabrian Basin; Brown: emerged land; White: continental shelf; Blue: deep sea. Source: Blakey, NAU Geology, 2014, modified.

variación intraespecífica o quizás incluso de una subespecie, tema este pendiente de estudio.

Fauna asociada. Procedentes del yacimiento de Cabo Prieto, Cotteau (1880) clasificó los siguientes equinoides recogidos por el Sr. Barrois: *Cidaris malum* A. Gras; *C. mac-phersoni* Cott.; *C. baculina* Gauthier; *C. barroisi* Cott.; *Rhabdocidaris cortazari* Cott.; *Codiopsis major* Cott.; *Discoidea decorata* Desor; *Pseudodiadema malbosii* Cott.; *P. dubium* Cott.; *Goniopygus hispaniae* Cott.; *Pyrina pigaea* Desor; *Heteraster oblongus* D'Orb.

*Goniopygus hispaniae* lo describe Cotteau a partir de sólo dos ejemplares en mal estado, como así lo indica en su nota de 1880. Los ejemplares recogidos a posteriori parecen presentar caracteres paralelos a *G. delphinensis* o *G. peltatus*, también habituales en otros puntos de la cuenca Vasco-Cantábrica así como del Maestrat.

Alguna de estas especies, sin duda por el habitual estado de deformación o mala conservación, la clasifica Cotteau, no sin ciertas dudas.

Tras visitar el lugar y recoger nuevas muestras de equínidos resulta llamativo, aparte del inesperado hallazgo de los inconfundibles *M. royo*, el de otras especies bien características y poco habituales fuera de la mencionada cuenca castellanense, como por ejemplo *Codiopsis major* Cotteau, 1879.

Aparte de las mencionadas especies de equínidos identificadas por Cotteau (a excepción de *Heteraster oblongus* del que no se ha hallado ningún nuevo ejemplar), se han recogido:

*Leptosalenia* aff. *prestensis* (1 ejemplar); *Leptosalenia* aff. *grasi* ? (1 ej. deformado, pero que muestra el mismo peculiar aparato apical que esta especie); *Codechinus* aff. *rotundus* ? (1 ej. incompleto cuya zona ambulacral se aproxima a la especie); *Orthopsis* aff. *repellini* (1 ej.) y *Conulus* sp. (1 ej.)

Hay que hacer notar que el hallazgo de ejemplares de *M. royo*, junto con el ya documentado de *Leptosalenia barredai* Forner 2014 (ver Aranguren et al., 2015) en el Albiense de Ajo (Cantabria), refuerza aún más el hecho de la existencia de una conexión entre las cuencas Vasco-Cantábrica y del Maestrat durante al menos el Aptiense-Albiense (Fig. 4),

La nueva cita confirma la edad Aptiense inferior de la especie *M. royo*. La alusión al Albiense de Cabo Prieto del trabajo de Vadet & Nicollet (2021: 23), quizás se trata de un error, por desconocimiento del yacimiento o descuido al redactar el texto; se indica el nombre

de Marignac, pero no aparece en la bibliografía ni se indica, en su caso, si es una comunicación personal ni, si es una colección particular, las elementales indicaciones de situación y accesibilidad para la comunidad científica.

El registro de *M. royo* en la cuenca Vasco-Cantábrica deroga la consideración de especie endémica de la cuenca del Maestrat (Saura & Castany, 2011: 34), pero continúa siendo un endemismo de la península Ibérica.

## Bibliografía

- Aranguren, C., Moreno, T. & Forner, E. 2015.** Nuevo registro de *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 (Echinoidea), procedente del Albiense de la cuenca Vasco-Cantábrica. *Munibe*, 63: 145-153.
- Barrois, Ch. 1880.** Formación cretácea de la provincia de Oviedo. *Bol. Comp. Mapa Geol. Esp.*, t. 7, p. 115-149, Madrid. (Traducción del trabajo original de 1879).
- Bataller, J. R. 1947.** Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 3a época, núm. 586, Vol. XXVIII, 12: 208 pp. Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Barcelona.
- Blakey, R. 2014** Colorado Plateau Geosystems, Inc. *Paleography Library- Regional Paleography- European Paleography - Paleographic and Tectonic History of Europe- European Paleographics Maps - Mesozoic-Early Cretaceous (125 Ma)*. Disponible en: <http://www.cpageosystems.com>
- Claverol, M. G. 1973.** Sinopsis estratigráfica del Cretácico de Asturias. *Supl. Cien. Bol. Idea*, nº 18, Monográfico. Dip. Prov. Oviedo.
- Cotteau, G. H. 1880.** Nota acerca de los equinodermos urgonianos recogidos por M. Barrois en la provincia de Oviedo. *Bol. Comp. Mapa Geol. Esp.*, t. 7, p. 151-157, Lám. C, Madrid. (Traducción del trabajo original de 1879).
- Forner, E. 2011.** Espècies fòssils castellanques. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, T. LXXXVII: 5-26.
- Forner, E. & Gual, V. 2013.** Primera addenda al catàleg de fòssils castellanencs. *Nemus*, 3: 13-57.
- Forner, E. & Saura, M. 2020.** Revisió de l'espècie *Cottaldia royo* Lambert, 1928 (Echinoidea) de l'Aptià de la conca del Maestrat. *Nemus*, 10: 47-58.
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España) 1976.** Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja Llanes (32). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.
- Karremberg, H. 1946.** La evolución postvariscita de la Cordillera Cántabro-Astúrica. *Pub. Extr. sobre Geol. Esp.*, vol. III, p. 105-225, C.S.I.C. (Traducción del trabajo original de 1934 por Gómez de Llerena, J.). Madrid.
- Kier, P. M. & Lawson, M. H. 1978.** Index of Living and Fossil Echinoids

1924-1970. Smithsonian Contributions to Paleobiology, 34. 182 pp. Smithsonian Institution Press. Washington.

**Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147-122.

**Lambert, J. M. 1928.** Notes sur quelques échinides du Crétacé d'Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28(3): 147-157, pl. 3.

**Mallada, L. 1904.** Explicación del mapa geológico de España. Sistemas infracretáceo y cretáceo. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, V. 30-46.

**Rat, P. 1959.** Les Pays crétacés basco-cantabriques. *Publ. Univ. Dijon*. Dijon.

**Rat, P. 1988.** The Basque-Cantabrian Basin Between the Iberian and European plates some facts but still many problems. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 1 (3-4): 327-348.

**Saura, M. & Castany, J. 2011.** Fauna equínida (Echinodermata: Echinoidea) en el Cretácico del Maestrazgo. *Actes del 1r congrés sobre fauna castellenca: 31-36*. Grup Au d'Ornitologia, Castelló de la Plana.

**Schroeder, R. & Wienands, A. K. 1966.** Über die marine Unterkreide der asturischen Küste (Nord-Spanien). (Beiträge zur Biostratigraphie des spanischen Urgons III). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.* 7. p. 425-433, Stuttgart.

**Vadet, A. & Nicolleau, P. 2021.** Place des genres *Cottaldia*, *Maestratina*, et *Magnosia* dans la classification. *Annales de la Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais*, XX 83): 1-24.

**Villalba, M.P. 1993 (1991).** Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Facsímil autoritzat i reproduït pel Servei de Reprografia de la Editorial de la Universitat Complutense de Madrid en 1993. 568 pp. 33 làm. Universitat Complutense de Madrid. Madrid.

# *Washitaster delgadoi* (Echinoidea) a l'Albià de Cabanes de l'Arc (subconca de la Salzedella)

Dori Navarro<sup>1</sup>, Javier Segura<sup>1</sup>, Ximo Segura<sup>1</sup>  & Enric Forner<sup>1</sup> 

1. Ateneu de Natura. Sant Roc, 125 3<sup>a</sup> 5a 12005 Castelló de la Plana. Correu-e: ateneudenatura@gmail.com

Aquest nota dona a conèixer la troballa de la primera autora del poc freqüent equínid, l'*Spatangoida* (Equinoidea) *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) a l'Albià de la comarca de la Plana Alta, on fins ara no s'havia trobat mai. Es publica per si és d'utilitat al debat obert, tant de la mateixa validesa del gènere *Washitaster* Lambert, 1927 (o considerar-lo sinònim d'*Heteraster* d'Orbigny, 1855); com de l'assignació genèrica de l'espècie trobada i aclarir la seua distribució estratigràfica i geogràfica. També està pendent de confirmar si aquesta espècie, situada, en termes globals, al marge oriental de la mar de Tetis està força relacionada amb totes les espècies, clàssicament considerades com pertanyents al gènere *Washitaster* Lambert, 1927, al marge occidental, a la zona mexicano-texana.

S'han trobat quatre exemplars, de conservació deficient, però en els quals s'ha pogut reconèixer els caràcters diagnòstics de l'espècie. Un exemplar s'ha sotmès a processos de neteja físics i químics i s'ha pogut figurar i dipositar a museu.

Es registra per primera vegada *W. delgadoi* a la subconca sedimentària de la Salzedella i se li assigna, de forma inequívoca, una edat albiana.

Es discuteix la informació de treballs que registraven l'espècie a l'Aptià de la subconca de Morella. S'opta, vista la presència d'ortofascioles laterals i l'existència de tubercles especialitzats en els interambulacres adapicals, que són dos caràcters derivats, d'admetre la validesa del gènere *Washitaster* i d'incloure en ell *delgadoi*.

Mots clau: *Spatangoida*, *Washitaster delgadoi*, sistemàtica, Albià, conca del Maestrat, subconca de la Salzedella, Cabanes de l'Arc.

## ***Washitaster delgadoi* (Echinoidea) from the Alban of Cabanes de l'Arc (la Salzedella sub-basin)**

This note announces the discovery by the first author of the rare echinoid *Spatangoida* (Equinoidea) *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884), from the Alban of the Plana Alta region, where it has never been found before. It is published with the aim of being useful in the open debate over both the validity of the genre *Washitaster* Lambert, 1927 (or to be considered synonymous with *Heteraster* d'Orbigny, 1855) and of the generic assignment of the found species, and also to clarify its stratigraphic and geographic distribution. Also pending confirmation is whether this species, located, in global terms, on the eastern shore of the Tethys Sea, is closely related to all the other species classically considered to belong to the genus *Washitaster* Lambert, 1927, on the western shore, in the Mexican-Texan area.

Although only four poorly preserved specimens have been found, the diagnostic features of the species have been recognised. One specimen has undergone both physical and chemical cleaning processes and has been listed and deposited in a museum.

*W. delgadoi* is recorded for the first time in the Salzedella sedimentary sub-basin and is unequivocally assigned an Alban age.

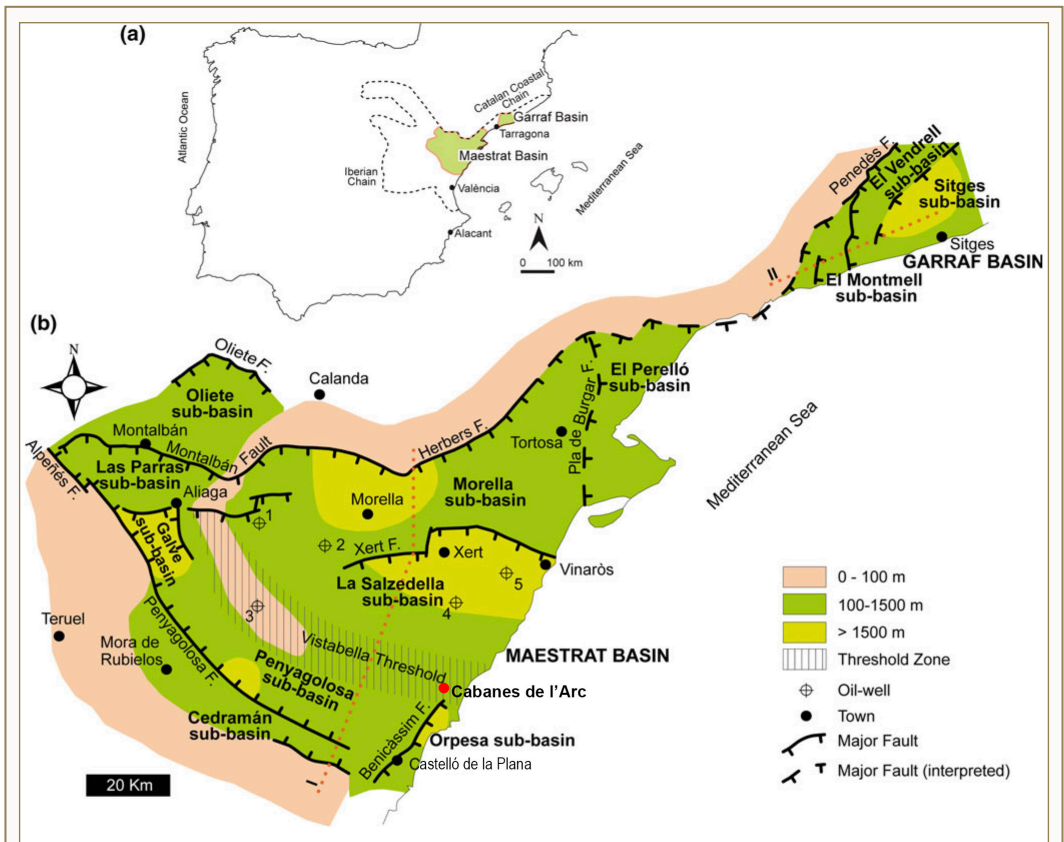
Information gathered from work that registered the species as being from the Aptian of the Morella sub-basin is discussed. It is decided, given the presence of lateral orthofascioles and the existence of enlarged tubercles in the adapical interambulacra, which are two derived characters, to recognise the validity of the genus *Washitaster* and to include *delgadoi* in it.

Keywords: *Spatangoida*, *Washitaster delgadoi*, systematic, Alban, Maestrat basin, Salzedella sub-basin, Cabanes de l'Arc.

Al voltant de l'equínid *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) s'han publicat, de forma recent, una sèrie de treballs (Saura & García-Vives, 2012; Forner & Segura, 2017; Forner et al., 2021) que han revifat la vella controvèrsia de la validesa del gènere *Washitaster* Lambert, 1927 (segons Fischer, 1966; Markov & Solovjev, 2002; Smith & Kroh, 2021; Kroh & Mooi, 2021) o si caldria considerar-lo sinònim d'*Heteraster* D'Orbigny, 1855 (en opinió de Cooke, 1955; Devriès, 1960; Villier, 2001; Villier et al., 2004). També s'ha iniciat, de bell nou aquesta, la discussió (Saura & García-Vives, 2012; Forner & Segura, 2017; Forner et al., 2021), una vegada acceptat com a vàlid *Washitaster*, d'on s'ha d'incloure l'espècie descrita per de Loriol (1884; 1887; 1888): si a aquest gènere o a *Heteraster*.

L'espècie va ser descrita a Portugal (de Loriol, 1884). Després s'ha citat a Comillas, Cantàbria, dins la conca Basco-cantàbrica (Villier et al., 2004) i a Tarragona a la conca del Garraf, ben datada com Albià inferior (Moreno-Bedmar et al., 2017). Fora de la península Ibèrica s'ha citat a Àsia Menor i Egipte (Villier, 2001; Forner et al., 2021).

A la conca del Maestrat s'ha registrada amb certesa a Castelló de la Plana, la Plana Alta (Forner & Segura, 2017) dins de la subconca d'Orpesa, segons l'última revisió de la conca del Maestrat (Salas et al., 2019) i a Culla, l'Alt Maestrat (Forner et al., 2021), en nivells albiàns. Hi ha, però, algunes publicacions més antigues (Villalba, 1993; 2003; Villier, 2001: 137; *tableau*, 3.16) que citen l'espècie a l'Aptià de Morella i altres indrets de la conca, que



**FIGURA 1.** Localització del jaciment del Pou Ferrera de l'Albià de Cabanes de l'Arc, dins la conca del Maestrat, on s'ha trobat *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884). Pres de Salas et al. 2019, modificat.

Location of the Pou Ferrera de l'Albià outcrop in Cabanes de l'Arc, in the Maestrat basin, where *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) has been found. Modified from Salas et al. 2019.

ofereixen molts de dubtes, com ja s'ha indicat en alguns treballs (Forner & Segura, 2017; Forner et al., 2021); els jaciments citats per aquesta autora, com per exemple el del Barranc de la Pinella, el de Cap de Vinyet o el de la Fontanella, que pertanyent al final del Barremià, inici de l'Aptià, formacions Xert i el Forcall (membre Cap de Vinyet), segons les noves assignacions estratigràfiques (García et al., 2014; Villanueva et al., 2014) i l'edat absoluta obtinguda per estronci  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Bover-Arnal et al., 2016), són jaciments clàssics intensament cercats pels autors i pels equinòlegs aficionats de mitja Europa i mai s'hi ha trobat cap *W. delgadoi*.

Villier (2001) considera en la seua tesi doctoral, inèdita, que el gènere *Washitaster* és sinònim posterior de *Heteraster*. Villier (2001: 66) utilitza com argument per sustentar la invalidesa de *Washitaster* i la feblesa

del seu caràcter diagnòstic principal, entre altres qüestions, que “certes espècies clàssicament atribuïdes a *Heteraster*, mostren feixes discontinües d'ortofascioles passant lateralment a parafascioles (*H. texanus*, *H. delgadoi*)”. Encara que després en la descripció de *H. delgadoi* (Villier, 2001: 137) només parla de parafascioles i no anomena les ortofascioles que havia acceptat abans. Potser, el que caldria, si se segueix els autors (Fischer, 1966; Markov & Solovjev, 2002; Smith & Kroh, 2021; Kroh & Mooi, 2021) que sostenen la validesa del gènere *Washitaster*, es estudiar la opció d'incloure-hi també *H. texanus*. Com s'ha fet ja per alguns autors amb *W. delgadoi* (Saura & García-Vives, 2012; Forner & Segura, 2017; Forner et al., 2021).

S'han publicat dos treballs que fan menció de fòssils de l'Albià del terme de Cabanes de l'Arc. En un, Forner

| Mesures    | Cabanes de l'Arc |      |         | Culla |    |      |      |
|------------|------------------|------|---------|-------|----|------|------|
|            | ExD1             | ExD2 | Mitjana | DE    | n  | Màx  | Mín  |
| L          | 36,9             | 28,3 | 26,23   | 5,350 | 17 | 39,3 | 13,7 |
| A          | 34,8             | 26,9 | 23,86   | 4,034 | 14 | 29,7 | 13,3 |
| H          | 19,6             | 15,1 | 15,08   | 2,780 | 14 | 18,5 | 7,7  |
| Psa        | 13,7             |      | 11,57   | 1,941 | 11 | 15,0 | 8,0  |
| H/L        | 0,53             | 0,53 | 0,59    | 0,035 | 12 | 0,65 | 0,54 |
| A/L        | 0,94             | 0,95 | 0,94    | 0,033 | 11 | 1,01 | 0,90 |
| Psa/L      | 0,37             |      | 0,41    | 0,043 | 11 | 0,47 | 0,34 |
| A° pI-pV   | 97,5             |      | 98,76   | 4,087 | 11 | 103  | 89,1 |
| A° pII-pIV | 81,2             |      | 74,50   | 6,061 | 11 | 84,5 | 64,9 |
| LpI        | 8,6              |      | 7,23    | 1,379 | 13 | 10,2 | 5,0  |
| LpII       | 15,4             |      | 13,35   | 2,932 | 13 | 20,4 | 8,7  |
| DrAI       | 14,2             |      | 12,96   | 2,564 | 13 | 18,0 | 8,2  |
| DrAII      | 20,8             |      | 16,62   | 3,467 | 13 | 23,8 | 10,4 |
| LpI/DrAI   | 0,61             |      | 0,56    | 0,089 | 13 | 0,76 | 0,45 |
| LpII/DrAII | 0,74             |      | 0,80    | 0,061 | 13 | 0,92 | 0,72 |
| aPI        | 4,3              |      | 3,79    | 0,484 | 13 | 4,6  | 3,0  |
| aPII       | 3,8              |      | 3,23    | 0,511 | 13 | 3,7  | 1,9  |
| LpI/LpII   | 0,56             |      | 0,56    | 0,081 | 12 | 0,71 | 0,45 |

**TAULA 1.** Mesures de *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884). Les dues primeres columnes dels exemplar de Cabanes de l'Arc. La resta recull el valor de la mitjana; la desviació estàndard (SD); el nombre d'exemplar de la mostra (n); el valors màxim trobat (Màx) i el mínim (Mín) de la població de l'Albià de Culla estudiada per Forner et al. (2021). L: longitud; A: amplada; H: alçada; Psa: distància entre el sistema apical i el marge posterior; A°pI-pV: angle entre els eixos dels pètals I i V; LpI: longitud del pètal I; DrAI: distància radial de l'ambulacre I fina a l'àmbit; aPI: màxima amplada del pètal I. Mesures en mm; l'angle en graus sexagesimals.

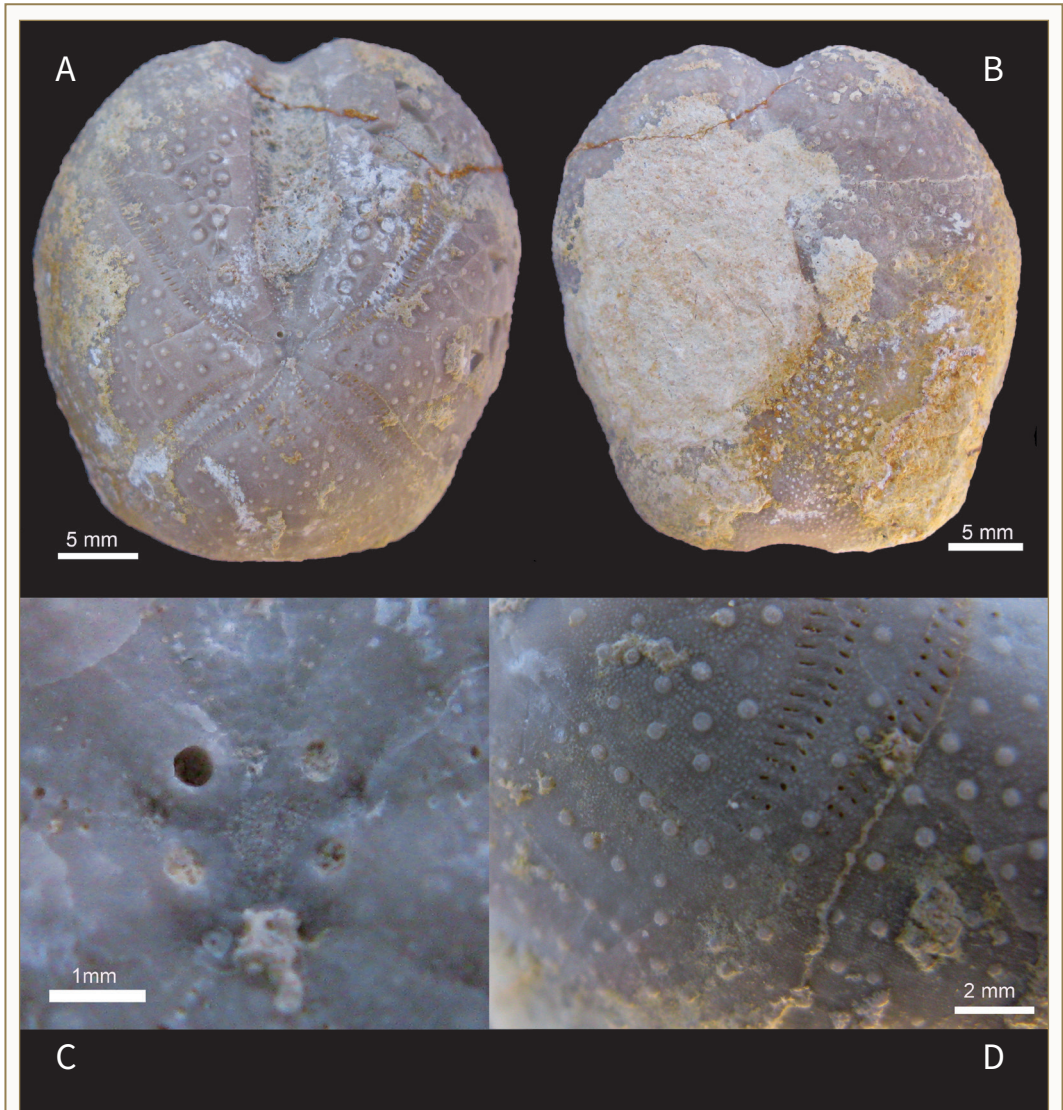
Dimensions of *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884). The first two columns of the Cabanes de l'Arc specimens. The rest picks up the value of the average; standard deviation (SD); the sample number (n); the maximum values found (Max) and the minimum (Min) of the population from Alban of Culla studied by Forner et al. (2021). L: length; A: width; H: height; Psa: distance between the apical system and the posterior margin; A°pI-pV: angle between the axes of the petals I and V; LpI: length of petal I; DrAI: radial length of petal I from apical system to ambitus; aPI: maximum width of petal I. Measurements in mm; the angle in sexagesimal degrees.

(2014) descriu un gènere nou i una espècie nova de gasteròpode de l'Albià, *Calzadina segura* Forner, 2014. En l'altre, Segura et al. (2018) fan una revisió de tot allò que s'ha publicat, en geologia i paleontologia, a la Plana de l'Arc i es descriu, de forma inicial, la fauna albiana del jaciment dels Llorenços a Cabanes de l'Arc. En cap del dos es va mencionar *W. delgadoi* ni cap equinoideu

de l'ordre Spatangoida L. Agassiz, 1840, que s'hi puga confondre.

### Material i mètodes

El jaciment del Pou Ferrera (Fig.1), dins del terme municipal de Cabanes de l'Arc (la Plana Alta) està situat en una vall, la Plana de l'Arc, allargada, d'orientació



**FIGURA 2.** *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) de l'Albià de Cabanes de l'Arc (conca del Maestrat). Exemplar MGUV - 39158. **A:** vista apical; **B:** vista oral; **C:** sistema apical; **D:** detall final pètal I i bandes de fascioles.

*Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) from the Albià of Cabanes de l'Arc (Maestrat basin). Specimen MGUV - 39158. **A:** apical view; **B:** oral view. **C:** apical system; **D:** ambulacrum I end and fasciole band detail.



catalànide, NE-SO, com les serres que l'encaixen per llevant i per ponent. Per ella circulava la via Augusta, testimoni de la qual és l'arc que dona nom a la vall i la plana i, així mateix, serveix de determinatiu del municipi de Cabanes. Des del punt de vista geològic està enclavada dins de la subconca de la Salzedella, de la conca sedimentària del Maestrat, descrita per (Salas & Guimerà, 1996, 1997; Salas et al., 2019).

Segons l'IGME (1973) l'aflorament del Pou Ferrera correspon a l'Albià inferior i part baixa del superior, C<sup>1-3</sup><sub>16-16'</sub>.

Material. Només s'ha trobat quatre exemplars en mal estat. Dos totalment inservibles, pràcticament motlles intern, un d'ells no complet, que només donen informació del contorn. Però en els altres dos es poden constatar els caràcters diagnòstics de l'espècie i prendre les mesures bàsiques. El millor i més gran, que estava absolutament cobert de matriu, una marga de color esgrogueït, s'ha sotmès a un procés de neteja física (percussor: Dremel Engraver model 290-65) i química (aplicació de potassa en escates, reducció de la base amb un àcid feble durant 50" i neteja amb aigua), com la conquilla presentava signes de feblesa i trencament se li ha fet un procés de consolidació amb una dissolució al 3 % de paraloid B72 en acetona. Aquest exemplar, més ben conservat, es diposita al Museu de la Universitat de València d'Història Natural (MUVHN) amb el número de registre MGUV – 39158.

En la sistemàtica, s'ha seguit a Kroh & Smith (2010) i també s'ha consultat Markov & Solovjev, 2002; Smith & Kroh, 2021 i Forner et al., 2021.

## Resultats

### Sistemàtica paleontològica

Família TOXASTERIDAE Lambert, 1920

Gènere *Washiaster* Lambert, 1927

Espècie tipus *Hemiaster riovstae* (Adkins, 1920), per designació original

Espècie *Washiaster delgadoi* (de Loriol, 1884)

Fig. 2.

1884 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 619, Pl. 34, fig. 1-4.

1887 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 377-378, Pl. 16, fig. 4-5.

1888 *Enallaster delgadoi* de Loriol: 87, Pl. 16, fig. 1-4.

2001 *Heteraster delgadoi* (de Loriol); Villier: 136, fig.

3.26 (amb extensa sinonímia).

2021 *Washiaster delgadoi* (de Loriol); Forner et al.: 133, figs. 4-8 i 9F. (amb extensa sinonímia).

**Holotip:** segons Villier (2001) el lectotip designat per Rey (1972) com l'exemplar figurat per de Loriol (1888: pl. 16-1) es conserva a la col·lecció del Servei Geològic de Portugal, a Lisboa.

**Etimologia:** dedicat a M. Delgado.

**Localitat tipus:** Varzea, Sintra (Portugal).

**Distribució estratigràfica:** Albià. Hi ha altres publicacions que indiquen Aptià i Cenomanià, però no es consideren confirmades.

**Distribució geogràfica:** península Ibèrica, Egipte i Àsia Menor. Marge oriental Tetis.

**Descripció:** es remet als treballs originals de de Loriol (1884; 1887; 1888) i a la revisió recent de Forner et al. (2021).

Les mesures que s'han pogut prendre dels exemplars de Cabanes de l'Arc, són homogènies amb les dades de la mostra de *W. delgadoi* de Culla (Forner et al., 2021). Els índex amplada/longitud són idèntics; el d'alçada/longitud, lleugerament més plans els estudiats, la mostra, però, és exigua. La relació entre la longitud dels pètals posteriors i els anteriors és idèntica: els posteriors són poc més de la meitat (56 %).

## Discussió

La presència dels tubercles dispersos clarament més grans i amb areola enfonsada a les zones interambulacralcs adapicals (Fig. 2A) i les bandes de fascioles laterals (Fig. 2D) en la part posterior més enllà dels pètals, que són els dos caràcters diagnòstics principals de l'espècie, permeten la classificació, amb certesa, com *W. delgadoi*. També és molt característic de l'espècie que els isoporus de la branca anterior dels pètals anteriors són de dimensions molt reduïdes, en alguns exemplars fins i tot es fa difícil apreciar-los a ull nu. Caràcter que també s'ha pogut observar en l'exemplar millor conservat. Així com que el sistema apical és semietmolític, la placa madreporica separa les plaques genitals posteriors (Fig. 2C), encara que no les oculars.

## Agraïments

A Vicent Gual per l'ajuda en la confecció de les figures. A Carl Nugent per les correccions dels textos en anglès. Als revisors anònims perquè amb les seues correccions i suggeriments han contribuït a millorar el text final.

## Bibliografia

- Adkins, W.S. 1920.** The Weno and Paw Paw Formation of the Texas Comanchean: University of Texas Bulletin, 1856: 101-117.
- Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J. A., Frijia, G., Pasqual-Cebrian, E. & Salas, R. 2016.** Chronostratigraphy of the Barremian-Early Albian of the Maestrat Basin (Iberian Peninsula): integrated strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 49/1: 41-68.
- Cooke, C. W. 1955.** Some Cretaceous echinoids from the Americas. United States Geological Survey, Professional Paper, 264-E: 87-112.
- Devriès, A. 1955.** Description d'une faune échinitique recueillie par M. Mattauer dans la région de Teniet el Haad (Algérie). *Bulletin de la Société Histoire Naturelle Algérie*, 461: 1-33.
- de Loriol, P. 1884.** Notes pour servir à l'étude des échinodermes I: Recueil Zoologique Suisse, 1: 605-643.
- de Loriol, P. 1887.** Notes pour servir à l'étude des échinodermes II: Recueil Zoologique Suisse, 4(3): 365-407.
- de Loriol, P., 1888.** Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Volume 2. Description des échinodermes. 122 pp. Commission des Travaux géologiques du Portugal. Lisboa.
- Fischer, A. G. 1966.** Spatangoids, in Moore, R.C. (ed.), Treatise on invertebrate paleontology, Part U, Echinodermata 3: Lawrence (USA), The Geological Society of America and University of Kansas: U543-U628.
- Forner, E. 2014.** *Calzadina segurai* gen. nov., sp. nov. (Mollusca: Gastropoda) de l'Albià de Cabanes de l'Arc (la Plana Alta, conca del Maestrat). *Nemos*, 4: 17-26.
- Forner, E. & Segura, J. 2017.** Presència de *Washitaster delgadoi* (Echinoidea) al Cenomanià de Castelló de la Plana. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, 93: 5-24.
- Forner-Valls, E., Moreno-Bedmar, J. A. & Segura-Collado, J. 2021.** *Washitaster delgadoi* (de Loriol, 1884) equínido de las cuencas sedimentarias del Maestrat y Salou-Garraff (península Ibérica). *Paleontología Mexicana*, 10 (2): 129-143.
- García, R., Moreno-Bedmar, J.A., Bover-Arnal, T., Company, M., Salas, R., Latil, J.-L., Martín-Marín, J.D., Gomez-Rivas, E., Bulot, L.G., Delanoy, G., Martínez, R & Grauges, A. 2014.** Lower Cretaceous (Hauterivian-Albian) ammonitebiostratigraphy in the Maestrat Basin (E Spain). *Journal of Iberian Geology* 40 (1): 99-112.
- IGME. 1973.** Mapa Geológico de España E 1:50.000 Vilafamés, hoja 616. 21 pp. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria. Madrid.
- Kroh, A. & Mooi, R. 2021.** World Echinoidea Database. Disponible en <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=512792> (consultada el 31/12/2021).
- Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids: *Journal of Systematic Palaeontology*, 8(2): 147-122.
- Lambert, J. 1920.** Sur quelques genres nouveaux d'échinides. *Mémoires de la Société Académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-lettres du Département de l'Aube*, 3(55): 145-174.
- Lambert, J. 1927.** Considerations sur les Échinides de la Comanche Serie du Texas: *Bulletin de la Société géologique du France*, serie 4, v. 26: 263-278.
- Markov, A. V. & Solovjev, A. N. 2002.** Echinoids of the genus *Washitaster* (Spatangoida): morphology and taxonomic position: *Paleontological Journal*, 16(4): 368-379.
- Moreno-Bedmar, J. A., Robert, E., Matamales-Andreu, R., Bover-Arnal, T. 2017.** Review of the early Albian ammonites of the Montmell Formation near Marmellar (Salou-Garraff Basin, Tarragona, Catalonia, Spain). *Carnets de Géologie*, 17 (1), 1-10.
- Rey, J. 1972.** Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Extremadura (Portugal). 477 pp. *Mémoires du Service géologique su Portugal*, vol. 21. Lisboa.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior - Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4 y 5): 393-402.
- Salas, R., Guimerà, J., Bover-Arnal, T. Nebot, M., 2019.** The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins in Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M. E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J. M., Coruña, F., de Gea, G. A., Fornós, J. J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C.L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J. M., Muñoz, J. A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L. M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I.E., Quijano, M.L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J. P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A.R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019. The Late Jurassic-Early Cretaceous Rifting. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Volume 3: The Alpine Cycle. Springer, Heidelberg: 60-63. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>
- Saura, M. & García-Vives, J. A. 2012.** *Atelostomata II Spatangoida Nomochirus*, 3. 340 pp. *Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda*. Onda.
- Segura, J., Forner, E. & Gual, V. 2018.** La Plana de l'Arc: geologia i paleontologia. *Actes de les XXIII Jornades Culturals a la Plana de l'Arc*: 107-120.
- Smith, A. B. & Kroh, A. 2021.** *The Echinoid Directory*: London, Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el

31/12/2021).

**Villalba, M. P. 1993.** Revisión de los equínidos del Cretácico Inferior y Medio Español. Tesis doctoral 1991. 568 pp. 33 lám. Facsímil autorizado y reproducido por el Servicio de Reprografía de la Editorial de la Universidad Complutense de Madrid en 1993. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

**Villalba, M. P. 2003.** Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón: *Nemus*, 1: 93-156.

**Villanueva-Amadoz, U., Santisteban, C. & Santos-Cubedo, A. 2014.** Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo

Basin, Spain). Versió impresa, 2015. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, 27 (3-4): 389-397. <http://dx.doi.org/10.1080/08912963.2013.874422>

**Villier, L. 2001.** Evolution du genre *Heteraster* dans le contexte de la radiation de l'Ordre des Spatangoida (Echinoidea, Echinodermata) au Crétacé inférieur. 389 pp. Thèse de doctorat. Université de Bourgogne, Dijon (França).

**Villier, L., Néraudeau, D., Clavel, B., Neumann, C. & David, B., 2004,** Phylogeny of early cretaceous spatangoids (Echinodermata: Echinoidea) and taxonomic implications: *Palaeontology*, 47(2), 265-292.

## Nuevo registro de *Leptosalenia barredai* (Echinoidea), del Albiense de Comillas (cuenca Vasco-Cantábrica)

Carlos Hoyal Pedrajo

C/ 3 de Noviembre, 1 E.5º, CP 39010 Santander. E-mail: crls.hoyal@gmail.com

Se reporta un nuevo registro del raro equínido *Leptosalenia barredai* Forner, 2014, que sólo había sido citado previamente en tres localidades y una única en la cuenca sedimentaria Vasco-Cantábrica.

Se dispone y figuran dos ejemplares del yacimiento de Venta de la Vega de Comillas (Cantabria).

Los nuevos datos confirman, de una parte, la existencia de *L. barredai* en la cuenca Vasco-Cantábrica y, de otra, la conexión entre esta y la cuenca del Maestrat durante el Albiense, a través de un amplio canal en lo que hoy es, aproximadamente, el valle del Ebro.

Palabras clave: *Saleniiidae*, *Leptosalenia barredai*, conexión entre cuencas, cuenca del Maestrat, Albiense.

### New record of *Leptosalenia barredai* (Echinoidea) from the Albian of Comillas (Basque-Cantabrian basin)

A new record of the rare echinoid *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 is reported, which had only been previously cited in three locations and a single one in the Basque-Cantabrian sedimentary basin.

Two specimens from the Venta de la Vega of Comillas (Cantabria) outcrop are available and figured.

The new data confirm, on the one hand, the existence of *L. barredai* in the Basque-Cantabrian basin and, on the other, the connection between it and the Maestrat basin during the Albian through a wide channel in what today, approximately, it is the Ebro valley.

Keywords: *Saleniiidae*, *Leptosalenia barredai*, inter-basin connection, Maestrat basin, Albian.

Los diversos trabajos que se han ocupado de la paleontología de la zona (Mallada, 1904; Mengaud, 1920; Lambert, 1920, 1922) no han citado la especie estudiada en esta nota.

Villier et al. (2004) citan *Heteraster delgadoi* (de Loriol, 1884) en el Albiense de Comillas.

El género *Leptosalenia* fue descrito por Smith & Wright (1990) distinguiéndole de *Salenia* Gray, 1865, por disponer de ambulacros estrechos ocupados totalmente por los tubérculos primarios, sin tuberculación perradial (Smith & Kroh, 2021). La especie tipo *L. prestensis* (Desor, 1856) está ampliamente distribuida, entre otras zonas, en el Aptiense inferior de la cuenca del Maestrat (CM). Quizás es la antecesora de *L. barredai* descrita en el Albiense de esta misma cuenca (Forner, 2014; Forner et al., 2016). Con posterioridad *L. barredai* fue descubierta en un pequeño yacimiento del Cabo de Ajo (Aranguren et al., 2015) en la cuenca Vasco-Cantábrica

(CVC). Recientemente se ha citado en el Albiense de la Punta de l'Àliga (l'Ametlla de Mar; el Baix Ebre) en la subcuenca del Perelló, dentro de la misma cuenca del Maestrat (Forner et al., 2021). Siempre en pequeños yacimientos, con escasos ejemplares, en ambientes de arrecife con abundantes corales y de edad Albiense (Baron-Szabo & Fernández-Mendiola, 1997; Forner, 2014; Aranguren et al., 2015; Forner & Segura, 2021). El nuevo hallazgo amplía su distribución geográfica.

El yacimiento se encuentra en los acantilados entre la Venta de la Vega y el oeste del Seminario en el municipio de Comillas (Cantabria; Fig. 1) dentro de la cuenca sedimentaria Vasco-Cantábrica (CVC), descrita por Rat (1959, 1988). Edad Albiense (IGME, 1976). La cuenca del Maestrat (CM) donde se describió *L. barredai* fue definida por Salas & Guimerà (1996; 1997) y la localidad tipo Traiguera (el Baix Maestrat; CM) se asigna a un Albiense inferior, formación Escucha (Moreno-Bedmar et al., 2008).

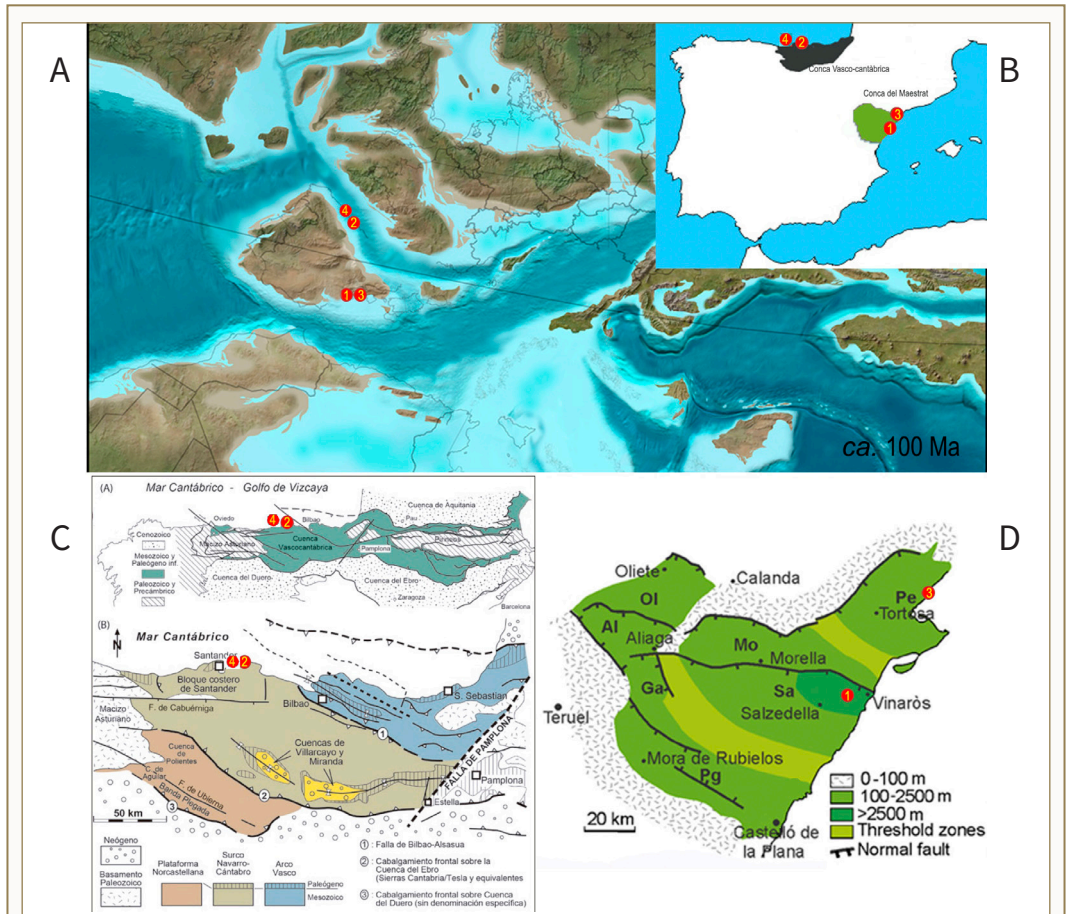
Se dispone de dos ejemplares de Comillas (CVC), de la colección del autor, que se conserva en Santander. En la sistemática se sigue a Kroh & Smith (2010).

1856 por designación original.  
*Leptosalenia barredai* Forner, 2014  
Fig. 2.

**Sistemática Paleontológica**

Familia SALENIIDAE L. Agassiz, 1838  
Subfamilia SALENIINAE L. Agassiz, 1838  
Género *Leptosalenia* Smith & Wright, 1990  
Especie tipo *Salenia prestensis* Desor,

2014 *Leptosalenia barredai* Forner: 8, fig. 3 A-F, fig. 4 i fig. 5 A.  
2015 *Leptosalenia barredai* Forner: Saura & García: 278; lám. 90, figs. 1a-c.  
2015 *Leptosalenia barredai* Forner; Aranguren et al.:



**FIGURA 1.** Localización de los yacimientos del Albiense donde se ha encontrado *Leptosalenia barredai* Forner, 2014. **A:** Paleomapa del final del Albiense, 100 Ma, de Colorado Plateau Geosystems, 2016; modificado. **B:** Localización de las cuencas Vasco-Cantábrica (CVC) y del Maestrat dentro de la península Ibérica (de Forner & Segura, 2021; modificado). **C:** Cuenca Vasco-Cantábrica de Robles et al., 2014, modificado. **D:** Cuenca del Maestrat, de Salas et al., 2001, modificado; las abreviaturas de las subcuencas significan, Pe: el Perelló y Sa: la Salzedella. 1: Traiguera (el Baix Maestrat; subcuenca de la Salzedella). 2: Cabo de Ajo (Cantàbria; CVC). 3: Punta de l'Àliga (el Baix Ebre; subcuenca del Perelló). 4: Comillas (Cantabria; CVC).

Location of the Albian outcrops where *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 has been found. **A:** Palaeomap of the Upper Albian, 100 My, from Colorado Plateau Geosystems, 2016; modified. **B:** Location of the Basque-Cantabrian (CVC) and Maestrat basins within the Iberian Peninsula (from Forner & Segura, 2021; modified). **C:** Basque-Cantabrian Basin from Robles et al., 2014, modified. **D:** Maestrat basin, from Salas et al., 2001, modified; The abbreviations of the sub-basins mean, Pe: el Perelló and Sa: la Salzedella. 1: Traiguera (the Baix Maestrat; sub-basin of the Salzedella). 2: Cape of Ajo (Cantàbria; CVC). 3: Punta de l'Àliga (Baix Ebre; Perelló sub-basin). 4: Comillas (Cantabria; CVC).

147, fig. 1 A-F.

2016 *Leptosalenia barredai* Forner; Forner, Barreda & Segura:138, fig. 1-3.

2019 *Holosalenia barredai* Forner, Nicolleau & Vadet: 64.

2021 *Leptosalenia barredai* Forner; Forner & Segura: 144; fig. 2.

Para la diagnosis y descripción, consultar Forner (2014).

**Holotipo:** está depositado en el Museu de Geologia-Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB), número de registro MGB 74044.

**Localidad tipo:** Traiguera (el Baix Maestrat; CM).

**Estrato tipo:** Albiense.

**Etimología:** se dedicó al magnífico paleontólogo de campo Florencio Barreda Adrián, descubridor de la especie.

**Distribución estratigráfica:** solo se ha citado en el Albiense.

**Distribución geográfica:** Traiguera (localidad tipo) y l’Ametlla de Mar (Forner & Segura, 2021) dentro de la CM; y en el cabo de Ajo, Cantabria (Aranguren et al., 2015) en la CVC, que ahora se ve ampliada con esta nueva cita.

La apretada disposición de los tubérculos primarios en los ambulacros, en la zona perradial, que impiden la presencia de tuberculación secundaria, de los ejemplares de Comillas, remiten, inequívocamente, al genero *Leptosalenia* Smith & Wright, 1990. El contorno pentagonal del sistema apical; las dimensiones

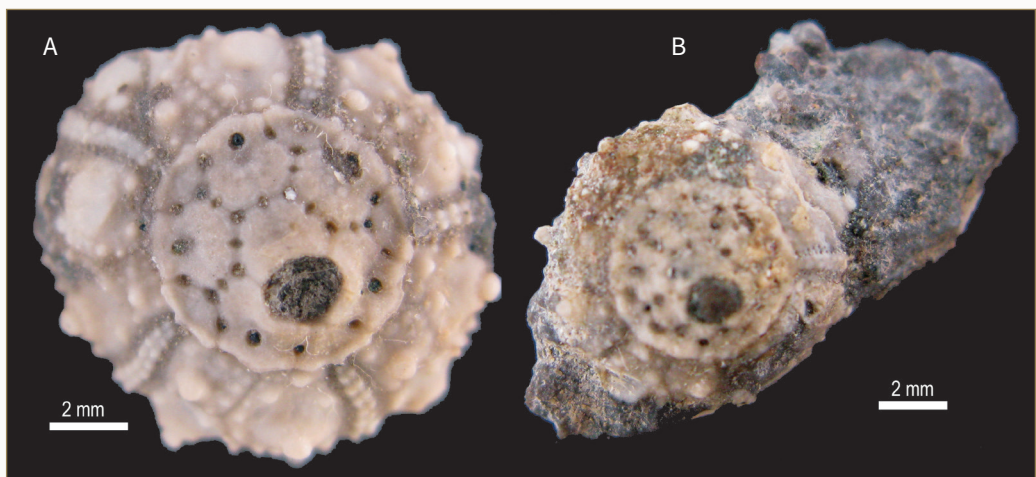
reducidas; el número reducido de placas interambulacrales (4); ambulacros ligeramente sinuosos, gonoporos excéntricos hacia el exterior y la edad confluyen hacia la especie *L. barredai*. Sería ideal disponer de ejemplares más completos para comprobar otros caracteres, como las hendiduras branquiales.

El hallazgo viene a confirmar, desde el punto de vista

| Medidas                            | Ex. 1 | Ex. 2 |
|------------------------------------|-------|-------|
| Diámetro corona (DC)               | 12,0  | 8,7   |
| Diámetro sistema apical (DSA)      | 7,0   | 5,5   |
| Diámetro periprocto (Dpp)          | 2,5   | 1,9   |
| Ancho interambulacro ámbito (Aia)  | 7,3   | 5,0   |
| Ancho ambulacro ámbito (Aa)        | 2,0   | 1,4   |
| DSA/DC                             | 0,59  | 0,63  |
| Dpp/DC                             | 0,21  | 0,22  |
| Dpp/DSA                            | 0,36  | 0,35  |
| Aia/Aa                             | 0,27  | 0,28  |
| Número placas interambulacro (nia) | 4     |       |
| Número placas ambulacro (na)       | 16    |       |

**TABLA 1.** Medidas de *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 del Albiense de Venta de la Vega (Comillas, Cantabria; cuenca Vasco.Cantábrica).

Dimensions of *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 from Albian of the Venta de la Vega (Comillas, Cantabria; Basque-Cantabrian basin). DC: test diameter; DSA: apical system diameter; Dpp: periproct diameter; Aia: ambital interambulacrum width; Aa: ambital ambulacrum width; nia: interambulacrum plates number; na: ambulacrum plates number.



**FIGURA 2.** *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 del Albiense de la Venta de la Vega (Comillas, Cantabria; cuenca Vasco.Cantábrica). Vista apical de los dos ejemplares.

*Leptosalenia barredai* Forner, 2014 from Albian of the Venta de la Vega (Comillas, Cantabria; Basque-Cantabrian basin). Apical view of the two specimens.

paleontológico, lo ya apuntado en otros trabajos (Araguren et al., 2015; Forner & Segura, 2021), la existencia de una conexión en el mar de Tetis (Tethys), durante el Albiense, entre las cuencas sedimentarias del Maestrat, donde originariamente fue descrita la especie, y la cuenca Vasco-Cantábrica.

## Bibliografía

- Araguren, C., Moreno, T. & Forner, E. 2015.** Nuevo registro de *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 (Echinoidea), procedente del Albiense de la cuenca Vasco-Cantábrica. *Munibe*, 63: 145-153.
- Baron-Szabo, R. C. & Fernández-Mendiola, P. A. 1997.** Cretaceous scleractinian corals from the Albian of Cabo de Ajo (Cantabria Province, N-Spain). *Paläontologische Zeitschrift* 71 (1/2): 35-50.
- Colorado Plateau Geosystems, 2016.** Deep Time Maps. <https://deeptimemaps.com> (consultada el 26/12/2021).
- Forner, E. 2014.** Una nova espècie del gènere *Leptosalenia* Smith & Wright, 1990 (Echinoidea: Saleniidae) de l'Albià de Traiguera (Conca del Maestrat, NE de la península Ibèrica). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 20: 5-13.
- Forner, E., Barreda, F. & Segura, J. 2016.** Sobre alguns exemplars anormals de *Leptosalenia barredai* (Echinoidea) de l'Albià de Traiguera. *Nemus*, 6: 137-142.
- Forner, E. & Segura, X. 2021.** L'Albià de la Punta de l'Àliga de l'Ametlla de Mar (subconca del Perelló). *Butlletí del Centre d'Estudis del Barcelonès Nord*, 32: 137-159.
- IGME Instituto Geológico y Minero de España. 1976** Mapa geológico de España E. 1: 50.000. Comillas hoja 33. 46 pp. + mapa. Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria. Madrid.
- Kroh, A. & Smith, A.B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147-122.
- Lambert, J. 1920.** Echinides fossiles des environs de Santander recueillis par M. L. Mengaud. *Annales de la Société linnéenne de Lyon*, 66: 1-32.
- Lambert, J. 1922.** Echinides fossiles des environs de Santander (Fin) recueillis par M. L. Mengaud. *Annales de la Société linnéenne de Lyon*, 68: 15-24.
- Mallada, L. 1904.** Explicación del Mapa Geológico de España. Tomo V. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, 23: 1-519.
- Mengaud, L. 1920.** Recherches géologiques dans la région cantabrique. Thèse Sciences Paris, 370 pp, 87 fig., 14 pl., 2 cartes et Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse , 1920, 48 : 73-272 (1ère partie) et 1921, 49 : 9-143 (2ème partie).
- Moreno-Bedmar, J. A.; Bulot, L.; Latil, J. L.; Martínez, R.; Ferrer, O.; Bover-Arnal, T. & Salas, R. 2008.** Precisiones sobre la edad de la base de la Fm. Escucha, mediante ammonioideos, en la subcuenca de la Salzedella, Cuenca del Maestrat (E Cordillera Ibética). *Geo-Temas*, 10: 1269-1272.
- Nicolleau, p. & Vadet, A. 2019.** Révision des Saleniinae. *Annales de la Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais*, XVII (2): 1-100.
- Rat, P. 1959.** Les Pays crétacés basco-cantabriques. 525 pp. Tesis doctoral. Universidad de Dijon.
- Rat, P. 1988.** The Basque-Cantabrian Basin Between the Iberian and European plates: Some facts but still many problems. *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (3-4): 327-348.
- Robles, S.; Aranburu, A. & Apraiz, A. 2014.** La Cuenca Vasco-Cantábrica: génesis y evolución tectonosedimentaria. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 22,2: 99-114.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706.
- Salas, R. & Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior-Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, 108 (4-5): 393-402.
- Salas, R., Guimerà, J., Mas, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. Alonso, A. 2001.** Evolution of the Mesozoic Central Iberian Rift System and its Cainozoic inversion (Iberian Chain). In: Ziegler, P.A., CavaZZa, W., Robertson, A.H.F., Crasquin-Soleau, S. (Eds.), *Peri-Tethys Memoir*, 6: Pery-Tethyan Rift/Wrench Basins and passive Margins, 186. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*: 145-186.
- Smith A.B. & Kroh, A. 2021.** The Echinoid Directory. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el 31/12/2021).
- Smith, A. B. & Wright, C. W. 1990.** British Cretaceous Echinoids. Part 2. Echinothurioida and Stirodonta (1, Calycina). *Monograph of the Palaeontographical Society*, 583 (v. 143): 101-198.
- Villier, L., Néraudeau, D., Clavel, B., Neumann, C. & David, B., 2004.** Phylogeny of early cretaceous spatangoids (Echinodermata: Echinoidea) and taxonomic implications: *Palaeontology*, 47(2), 265-292.

# Paleontologia de proximitat: *Leptosalenia barredai* (Echinoidea: Saleniidae) a l'Albià de la ciutat de Tarragona

Àlex Ossó<sup>1</sup> , David Albalat<sup>2</sup> & Enric Forner<sup>3</sup> 

1. Llorenç de Villalonga, 17B, 1er 1a 43007 Tarragona. e-mail: aosso@tinet.cat

2. Carrer Mossèn Antoni Paradís, 43, 43710 Santa Oliva. E-mail: dalbalat@colgeocat.org

3. Ateneu de Natura. C. Sant Roc, 125 3r 5a 12004 Castelló de la Plana. e-mail: ateneudenatura@gmail.com

El present treball és una aproximació a la paleontologia de la ciutat de Tarragona i a la col·lecció dipositada al museu d'Història de Tarragona. Es reporta un conjunt faunístic de l'Albià (Cretaci Inferior), de la Formació Montmell, recuperat en els anys setanta a l'antiga pedrera del Sanatori de la Salut, anomenada la Casablanca. Al mateix temps, es registra un equinid, *Leptosalenia barredai* Forner, 2014, originalment descrit en nivells coetanis de la conca del Maestrat i es discuteixen les seves implicacions paleobiogeogràfiques.

Mots clau: Fòssils, *Leptosalenia barredai*, *Salenioida*, Tarragona, Cretaci, Albià.

## Palaeontology close to home: the presence of *Leptosalenia barredai* (Echinoidea: Saleniidae) in the Albian of the city of Tarragona

In the present work, the paleontology of the city of Tarragona and the collection housed in the Museu d'Història de Tarragona is addressed. A faunal collection from the Albian (Lower Cretaceous), from the so-called Montmell Formation, recovered in the late 70's in the old Sanatori de la Salut quarry, 'la Casablanca', is reported. Further, an echinoid, *Leptosalenia barredai* Forner, 2014, originally described in coeval levels of the Maestrat basin, is described herein and its paleobiogeographic implications are discussed.

Keywords: Fossils, *Leptosalenia barredai*, *Salenioida*, Tarragona, Cretaceous, Albian.

En el present treball es fa una aproximació a la paleontologia de la mateixa ciutat de Tarragona, basada en l'estudi de material procedent de la col·lecció dipositada al museu d'Història de Tarragona (MHT) per un dels autors (AO).

El contingut paleontològic de les roques que formen el turó on està edificada Tarragona i que podem observar en diferents punts de la ciutat, com a la platja del Miracle, camí de la Cuixa, així com les pedreres que van subministrar el material dels diferents monuments tarragonins, com la pedrera del Mèdol, ens podrien dur a pensar que el conjunt de la ciutat està edificat exclusivament sobre roques del Miocè marí. En realitat no és així.

Tarragona està situada sobre materials que van des del Triàsic (l'Estació), fins el Plistocè, passant pel Juràssic, Cretaci, Paleogen i Neogen. Ara bé, no totes les roques i sediments d'aquestes edats contenen fòssils. Tot i que es poden observar, per exemple, fòssils del

Juràssic Inferior a la platja dels Cossis; del Juràssic Mitjà al Portal de Sant Antoni; del Cretaci Inferior a la pedrera de la Casablanca; del Miocè a la platja del Miracle, a la piscina Tàrraco i a d'altres punts; o del Plistocè inferior a la pedrera de la Cadira de l'Arquebisbe (Álvarez et al., 2010; Albalat & Ossó, 2012).

Els fòssils que aquí es reporten i descriuen es van recollir als enderrocs de l'antiga pedrera de sota del Sanatori de la Nostra Senyora de la Salut, anomenada per la gent Casablanca, d'on s'extreien materials per a la construcció del port de Tarragona (ex. Benages & Fontanet, 2013: 26, 27) i on els últims treballs d'extracció de pedra, al final de la primera meitat del segle XX, deixaren al descobert, sota mateix de l'angle nord del baluard, un magnífic plec sinclinal format per materials cretacs (Fig. 1), actualment visible de forma parcial, ocult pels edificis i l'arbrat del barri dels Músics i que dona fe de la complexa estructura geològica de la ciutat de Tarragona.



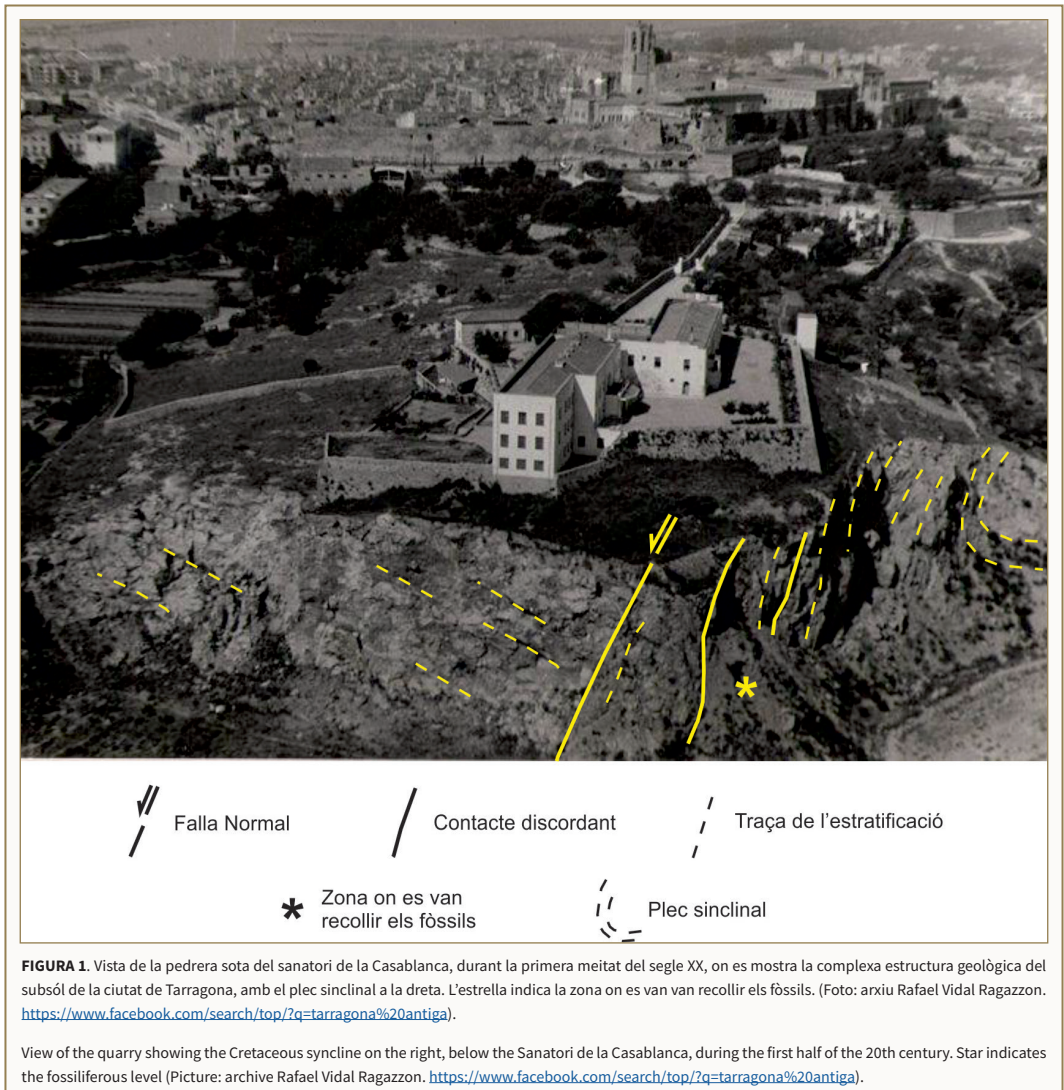
Entre el fòssils recollits en aquest aflorament, s'identifiquen petits invertebrats com braquiòpodes, ostreïds, bivalves, equínids, així com alguna dent de peix aïllada. El conjunt de fauna és típica de l'anomenada formació Montmell (Albià, Cretaci Inferior) i que també aflora en diversos punts dels relleus de la serralada litoral cap el NE de la ciutat, la Budellera, el Gurugú, Vespella de Gaià, Salomó, fins arribar al Montmell.

Entre aquest material, crida l'atenció un petit i curiós equínid, *Leptosalenia barredai* Forner, 2014, descrit originalment en materials de l'Albià de Traiguera (el Baix Maestrat) i que és l'objecte del present estudi.

### Marc geogràfic i geològic (D. Albalat)

Tarragona se situa al litoral català mediterrani, en el sector intermedi del domini meridional dels Catalànids (Anadón et al., 1979), a la zona de contacte entre els relleus mesozoics de Salou-Tarragona, que és la continuació cap el SO de l'Alt de Bonastre, i l'extrem SE de la fossa neògena del Camp (Fig. 2).

En l'àmbit del municipi de Tarragona es poden diferenciar dos grans grups de materials: els materials afectats per la deformació alpina, compresos entre el Triàsic Superior i el Paleocè, i el materials neògens, especialment del Languià-Serraval·lià al Tortonià,



**FIGURA 1.** Vista de la pedrera sota del sanatori de la Casablanca, durant la primera meitat del segle XX, on es mostra la complexa estructura geològica del subsòl de la ciutat de Tarragona, amb el plec sinclinal a la dreta. L'estrella indica la zona on es van recollir els fòssils. (Foto: arxiu Rafael Vidal Ragazzon. <https://www.facebook.com/search/top/?q=tarragona%20antiga>).

View of the quarry showing the Cretaceous syncline on the right, below the Sanatori de la Casablanca, during the first half of the 20th century. Star indicates the fossiliferous level (Picture: archive Rafael Vidal Ragazzon. <https://www.facebook.com/search/top/?q=tarragona%20antiga>).

dipositats durant l'etapa extensiva del Neogen en el context d'obertura de la Mediterrània Occidental (Cabrera et al., 2004).

Des d'un punt de vista estructural, els materials afectats per l'Orogènia Alpina que travessen el subsòl de la ciutat de Tarragona i s'estenen fins el Gurugú formen un conjunt de turons de direcció NE-SO, que a grans trets presenten una estructura encavalcant cap al NO, que defineix en el seu bloc inferior un sinclinal comprimit i tombat amb el flac sud invertit, i que enllaça cap al NO amb un anticlinal obert. L'estructura alpina de Tarragona queda fossilitzada pels dipòsits neògens de la fossa del Camp i afectada per falles normals associades a la distensió neògena (Fig. 2 i 3; Álvarez et al., 2010; Fig. 5 i 6).

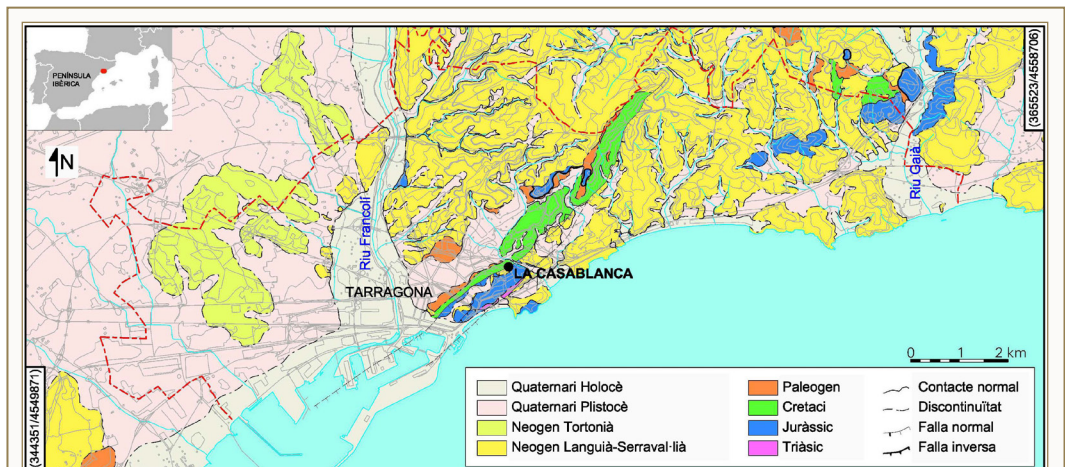
L'estructura plegada de la zona de Tarragona fou descrita en detall en els treballs de Esteban (1971, 1973) prenent com exemple el tall del Sanatori de la Casablanca on afloren el conjunt de materials que conté la fauna objecte de la present nota.

En aquesta secció (Fig. 3) s'observen els dipòsits de la part baixa del Miocè lleugerament inclinats cap al NO, que es posen en contacte a través d'una falla normal amb els dipòsits del Cretaci, amb els estrats subverticals definint el flanc SE invertit del sinclinal que travessa la ciutat de Tarragona.

Els materials cretacs que afloren al tall de la secció de la Casablanca defineixen una sèrie estratigràfica aproximada d'uns 50 metres de potència, que des d'un punt de vista cronoestratigràfic comprenen l'interval Barremià-Turonià, i que de base a sostre s'organitzen en: un tram inferior calcari, un tram intermedi format per calcarenites, margues i lutites, i un tram superior majoritàriament carbonàtic.

El tram inferior de la Casablanca, esta compost per calcàries bioclàstiques amb rudistes, equinoderms, algues i foraminífers bentònics. Sobre la base de l'associació d'orbitolínids presents al tall de la Casablanca, els materials d'aquest tram són d'edat que va del Barremià fins l'Aptià superior (Esteban, 1973).

El tram intermedi de la secció de la Casablanca, on s'ha trobat l'equinoderm i la fauna associada que es presenta en aquest treball, esta constituït per calcarenites bioclàstiques ocre amb ferruginitzacions i intercalacions de margues, que culmina amb un paquet mètric de lutites versicolors. Les calcarenites contenen restes fòssils de peixos (dents), bivalves, gasteròpodes, equinoderms, foraminífers bentònics (orbitolínids i miliòlids) i restes vegetals carbonitzades (Fig. 4). Des d'un punt de vista sedimentològic, s'interpreten com a dipòsits marins somers i de plana litoral que culminarien amb un episodi continental. D'acord amb la



**FIGURA 2.** Mapa geològic general de Tarragona modificat de ICGC (2013) i ICGC (2017) en què es localitza l'antiga pedrera la Casablanca. El mapa mostra de manera simplificada les diferents unitats geològiques que afloren a la zona de contacte entre els relleus mesozoics i paleògens de Salou-Tarragona i l'extrem SE de la fossa neògena del Camp.

General geological map of Tarragona modified from ICGC (2013) and ICGC (2017) showing the location of the old Casablanca quarry. The map shows in a simplified way the different geological units cropping out in the contact zone between the Mesozoic and Paleogene reliefs of Salou-Tarragona and the SE end of the Neogene Camp basin.

bioestratigrafia dels ammonítids trobats a la serralada del Montmell, l'edat d'aquest tram calcarenític és Albià (Moreno-Bedmar et al., 2017).

En el marc dels Catalànids, els materials calcarenítics corresponen a la Formació Montmell, correlacionable regionalment amb la Formació Escucha de les conques Ibèriques, mentre que el paquet lutític continental de la part superior d'aquest tram és correlacionable amb les Fàcies Utrillas.

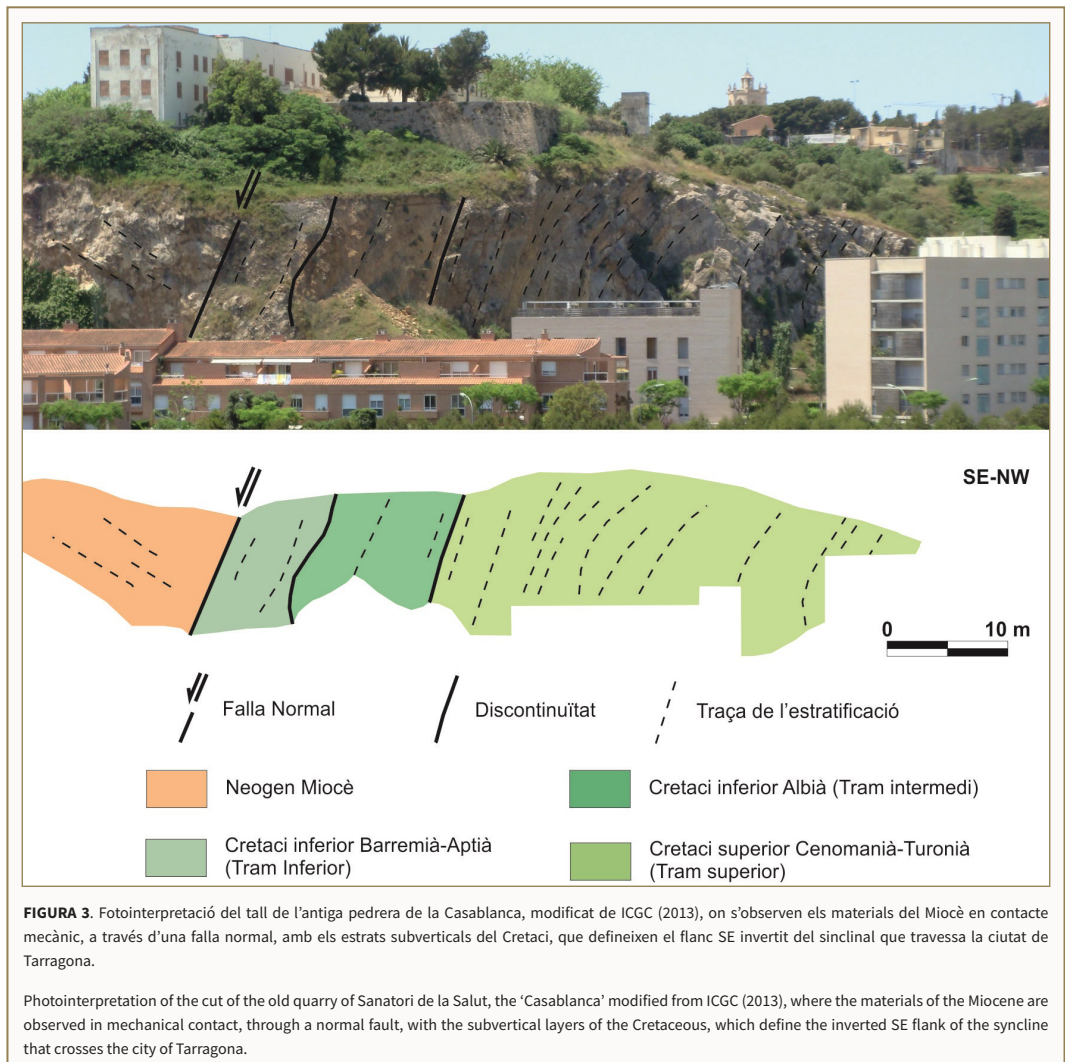
El tram superior que es pot diferenciar en el tall de la 'Casablanca' està format per un conjunt de roques essencialment carbonàtiques, formades per dolomies i calcàries amb restes de mol·luscs i foraminífers. Segons

Esteban (1973), en l'àmbit de Tarragona, en els materials que componen aquests tram superior, s'han identificat foraminífers bentònics i planctònics que daten el Cenomanià i Turonià, respectivament.

### Material i Mètodes

Un exemplar AO 05742 (MHT núm. inv. pendent) procedent de la Formació Montmell (Albià, Cretaci Inferior) de la pedrera Casablanca, Tarragona (el Tarragonès): diàmetre = 12,5 mm., alçada = 7,5 mm.

L'exemplar estudiat va ser recollit en superfície i no s'ha sotmès a cap preparació addicional ni mecànica ni química. Tots els exemplars del present treball s'han



fotografiat amb càmera Canon G-11 Power Shot en funció macro i sota llum halògena.

En la sistemàtica paleontològica de l'equínid s'ha seguit a Kroh & Smith, 2010.

## Sistemàtica

Ordre SALENIOIDA Delage & Hérouard, 1903

Família SALENIIDAE L. Agassiz, 1838

Subfamília SALENIINAE L. Agassiz, 1838

*Leptosalenia* Smith & Wright, 1990

Espècie tipus: *Salenia prestensis* Desor,

1856 per designació original.

*Leptosalenia barredai* Forner, 2014

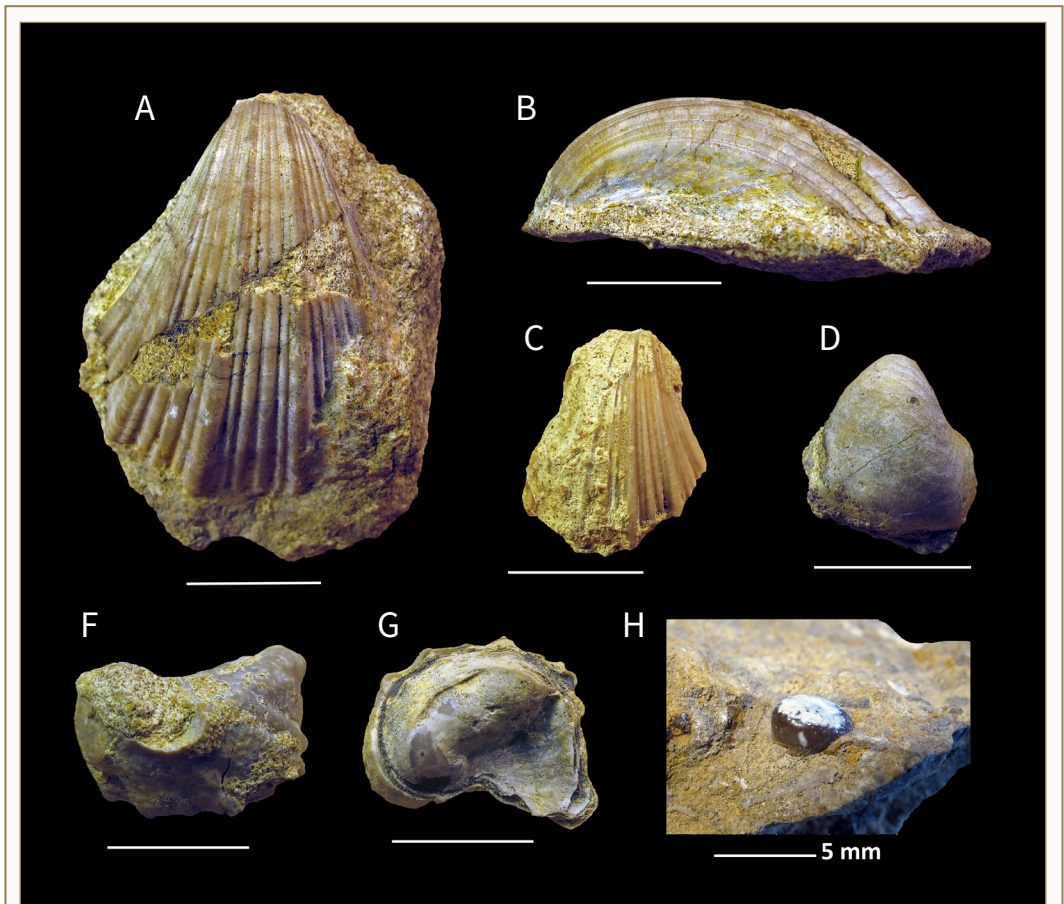
Fig. 5A-D

2014 *Leptosalenia barredai* Forner: 8, Fig. 3A-F, Fig. 4 i 5A.

2015 *Leptosalenia barredai* Forner: Saura & García: 278; lám. 90, fig. 1a-c.

2015 *Leptosalenia barredai* Forner; Aranguren et al.: 147, fig. 1A-F.

2016 *Leptosalenia barredai* Forner; Forner, Barreda & Segura: 138, fig. 1-3.



**FIGURA 4.** Fauna associada procedent de la Formació Montmell (Albià, Cretaci Inferior) de la pedrera Casablanca, Tarragona (el Tarragonès). **A-G:** bivalves. **A-C:** *Neithea quinquecostata* (Sowerby, 1814); **A-B:** AO 05736 (MHT núm. inv. pendent); **C:** AO 05737 (MHT núm. inv. pendent). **D-G:** ostreïds indeterminats. **D:** AO 05739 (MHT núm. inv. pendent); **F-G:** AO 05743 (MHT núm. inv. pendent). **H:** dent de picnodont (peix) AO 06496 (MHT núm. inv. pendent). Barra d'escala 10 mm. Foto: À. Ossó.

Associated fauna from the Montmell Fm. (Albian, Lower Cretaceous) of the "Casablanca" quarry, Tarragona (el Tarragonès). **A-G:** bivalves. **A-C:** *Neithea quinquecostata* (Sowerby, 1814); **A-B:** AO 05736 (MHT pending inv. num.); **C:** AO 05737 (MHT pending inv. num.). **D-G:** indeterminate oysters. **D:** AO 05739 (MHT pending inv. num.); **F-G:** AO 05743 (MHT pending inv. num.). **H:** picnodont tooth (fish) AO 06496 (MHT pending inv. num.). Scale bar equal to 10 mm. Photo: À. Ossó.

2019 *Holosalenia barredai* Forner, Nicolleau & Vadet: 64.

2021 *Leptosalenia barredai* Forner; Forner & Segura: 144; fig. 2.

2022 *Leptosalenia barredai* Forner; Hoyal: fig. 2.

**Descripció:** Veure Forner, 2014 i Aranguren et al., 2015.

**Holotip:** està dipositat en el Museu de Geologia-Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB), núm. de registre MGB 74044.

**Localitat tipus:** Traiguera (el Baix Maestrat; CM).

**Estrat tipus:** Albià. Formació Escucha (Moreno-Bedmar et al., 2008).

**Raó del nom:** dedicat a Florencio Barreda Adrián.

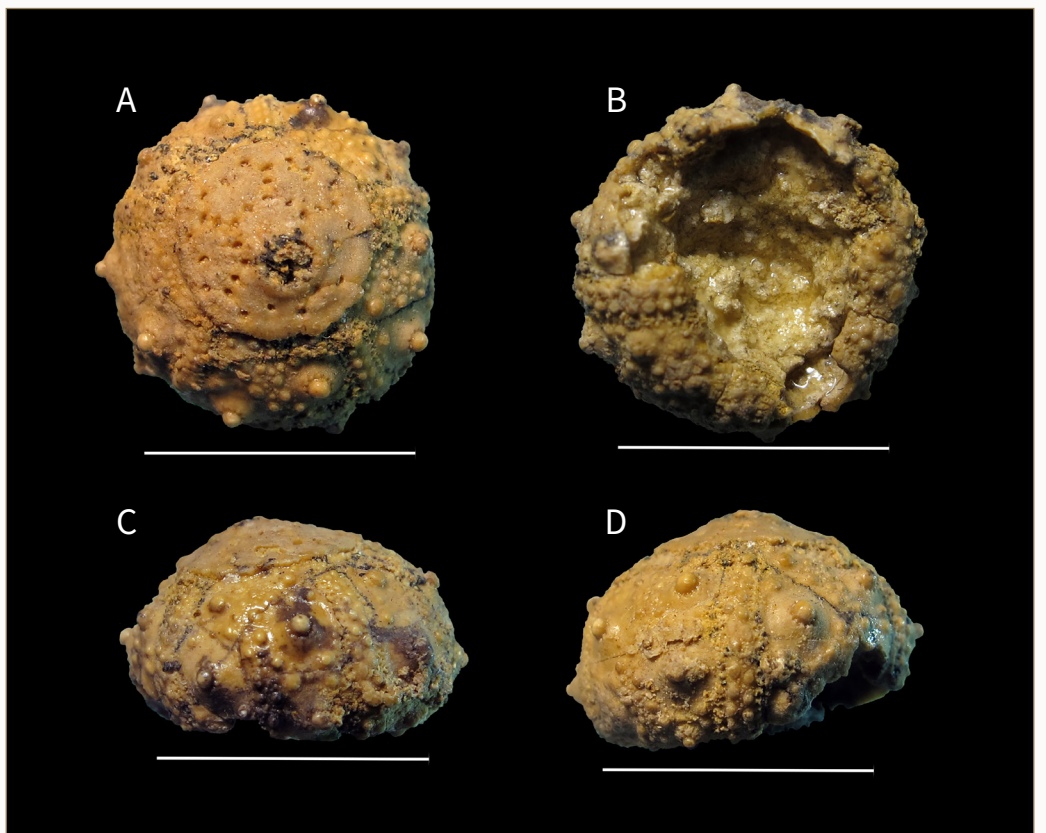
**Distribució geogràfica:** conca del Maestrat a Traiguera, el Baix Maestrat (Forner, 2014; Forner et al.,

2016) i l'Ametlla de Mar, el Baix Ebre (Forner & Segura, 2021)); conca Basco-cantàbrica a Ajo, Cantàbria (Aranguren et al., 2015) i Comillas, Cantàbria (Hoyal, 2022); que es veu ampliada ara per aquest treball a la conca del Garraf amb la localitat de la ciutat de Tarragona, el Tarragonès.

**Distribució estratigràfica:** només s'ha registrat a l'Albià.

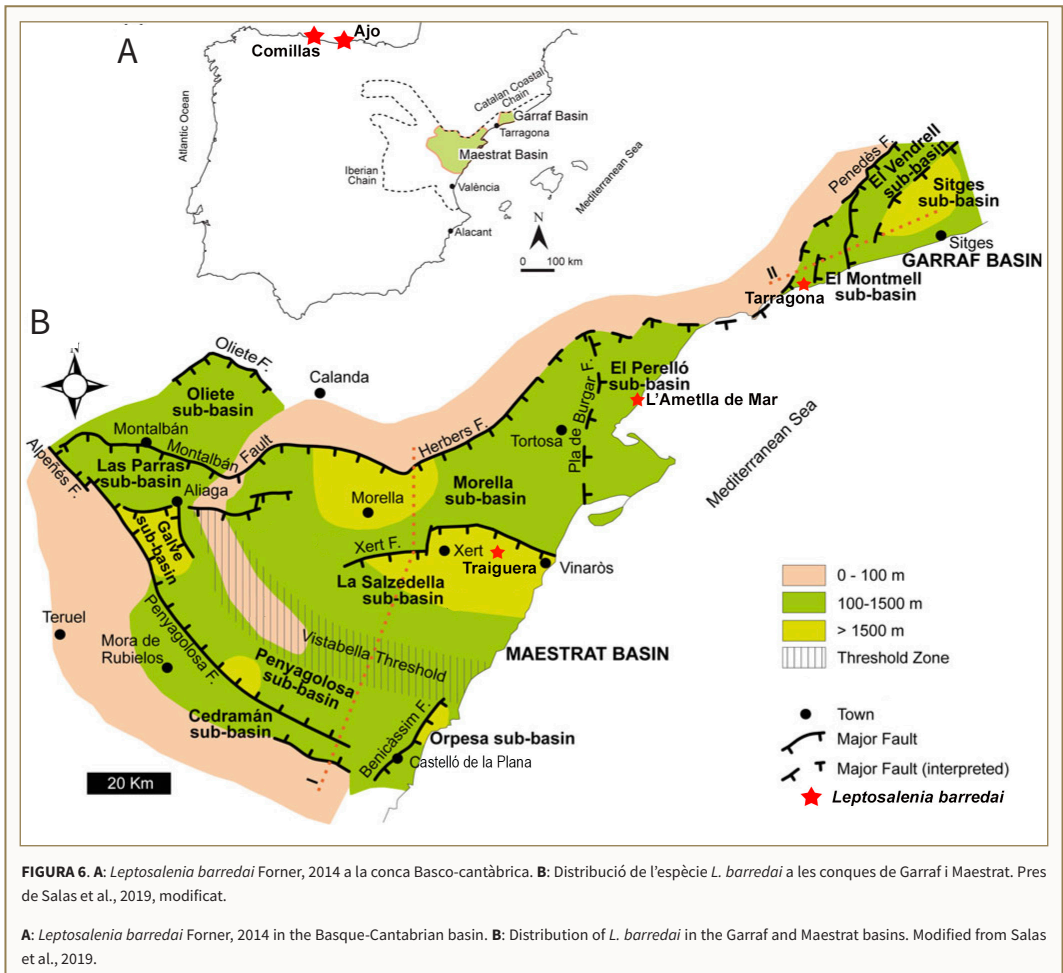
## Discussió

L'espècimen que aquí es presenta, de Tarragona ciutat, tot i el seu estat, concorda perfectament amb la diagnosi de Forner (2014) pel sistema apical pentagonal i en forma de capell cònic. Es constata que les conques pròximes del Garraf i del Maestrat, comparteixen fauna (Fig. 6).



**FIGURA 5.** *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 AO 05742 (MHT núm. inv. pendent) de la formació Montmell (Albià) de la pedrera Casablanca de Tarragona (el Tarragonès); **A:** vista apical; **B:** vista oral; **C:** vista lateral interambulacral; **D:** vista lateral ambulacral. Barra d'escala 10 mm. Fotos: À. Ossó.

*Leptosalenia barredai* Forner, 2014 AO 05742 (MHT pending inv. num.) from the Montmell Formation (Albian) of the Casablanca quarry, Tarragona (el Tarragonès); **A:** apical view; **B:** oral view; **C:** interambulacral lateral view; **D:** ambulacral lateral view. Scale bar equal to 10 mm. Photos: À. Ossó.



## Conclusions

Els nivells albians pertanyents a la formació Montmell que afloren a la pedrera Casablanca són relativament pobres en fauna, però cal considerar la poca extensió de l'aflorament, uns pocs metres de gruix, i la disposició vertical dels estrats, actualment inaccessibles. Tot i així, tant la litologia com el conjunt faunístic reconegut, amb bivalves com *Neithea quinquocostata*, *Trigonia* sp, petits ostreïds, orbitolínids i el rar equínid de mida menuda *L. barredai*, ens permet correlacionar-lo amb els dels afloraments del NE de Tarragona, com Vespella de Gaià, Salomó o el Montmell, molt més extensos i rics en fauna.

Segons Moreno-Bedmar et al. (2017: 3, 4, fig. 2, i referències que hi figuren) i d'acord amb la bioestratigrafia d'ammonits, la Formació Montmell es

correlaciona lateralment cap el SW amb la Formació Escucha de la conca del Maestrat, en nivells de la qual es va descriure *L. barredai*, objecte del present estudi (veure Forner, 2014: 5, 6). Així doncs, la presència de *L. barredai* a la formació Montmell a Tarragona afegeix nova informació sobre la distribució paleobiogeogràfica de l'espècie i sobre la connexió de les conques de Garraf, Maestrat i àdhuc amb la conca Basco-cantàbrica durant l'Albià, on també ha estat reportada *L. barredai* (veure Aranguren et al., 2015; Hoyal, 2022).

**Agraïments:** A Àngels Fernández i Jordi Parral del museu d'Història de Tarragona per les facilitats d'accés a les col·leccions. A Rafael Vidal Ragazon per facilitar material gràfic. Als revisors anònims per les correccions i suggeriment que han millorat el treball final.

## Bibliografia

- Albalat, D. & Ossó, À. 2012.** Geolodía 12: Itinerari geològic per la ciutat de Tarragona: Geologia i la Tàrraco romana (6 de maig 2012). <https://www.researchgate.net/publication/262923913>
- Álvarez, A., Carulla, N., Ossó, À. & Albalat, D. 2010.** Geolodía: Itinerari geològic per la ciutat de Tarragona. Patrimoni geològic: Geologia i la Tàrraco Romana (5 de juny de 2010). <https://www.researchgate.net/publication/262924031>. DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.2880.3529>
- Aranguren, C., Moreno, T. & Forner, E. 2015.** Nuevo registro de *Leptosalenia barredai* Forner, 2014 (Echinoidea), procedente del Albiense de la cuenca Vasco-Cantábrica. *Munibe, Cienc. nat.*, 63: 145-153.
- Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M., Marzo, M., Robles, S., Santanach, P. & Solé Sugrañés, Ll. 1979.** Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geológica Hipánica* 14: 242-270.
- Benages, J. & Fontanet, J. 2013.** Tarragona panoràmica. 187 pp. Editorial Efadós. El Papiol.
- Brabra, L., Roca, E., Garcés, M., & Porta, J. de 2004.** Estratigrafía y evolución tectono-sedimentaria oligocena superior-neógena del sector central del margen catalán (Cadena Costero-Catalana. In J. A. Vera (Ed.), *Geología de España* (pp. 569-573). Madrid: SGE-IGME.
- Esteban, M. 1971.** La tectónica de los alrededores de la ciudad de Tarragona. Vol. extr. Ier. Cent. (1871-1971) *R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. 1, pp. 129-133, C.S.I.C., Madrid,
- Esteban, M. 1973.** Petrología de las calizas cretácicas del sector central de los Catalánides (prov. de Tarragona y Barcelona). 425 pp. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Forner, E. 2014.** Una nova espècie del gènere *Leptosalenia* Smith & Wright, 1990 (Echinoidea: Saleniidae) de l'Albià de Traiguera (Conca del Maestrat, NE de la península Ibèrica). *Treballs del Museu Geologia*, 20: 5-13.
- Forner, E., Barreda, F. & Segura, J. 2016.** Sobre alguns exemplars anormals de *Leptosalenia barredai* (Echinoidea) de l'Albià de Traiguera. *Nemus*, 6: 137-142.
- Forner, E. & Segura, X. 2021.** L'Albià de la Punta de l'Àliga de l'Ametlla de Mar (subconca del Perelló). *Butlletí del Centre d'Estudis del Barcelonès Nord*, 32: 137-159.
- Hoyal, C. 2022.** Nuevo registro de *Leptosalenia barredai* (Echinoidea), del Albiense de Comillas (cuenca Vasco-Cantábrica). *Nemus*, 12: 309-312.
- ICGC, 2013.** Mapa geològic de Catalunya. Geotrebball III. Mapa geològic de les zones urbanes. 1:5000: Full 267-139 (473-3-3), 267-140 (473-3-4) Tarragona, Port de Tarragona. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- ICGC, 2017.** Mapa geològic de Catalunya. Geotrebball III. Mapa geològic de les zones urbanes. 1:5000: Full 268-138 (473-4-2), 268-139 (473-4-3) Monnars, La Savinosa. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.
- Kroh, A. & Smith, A. B. 2010.** The phylogeny and classification of post-Paleozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, Vol. 8 (2): 147-122.
- Moreno-Bedmar, J. A.; Bulot, L.; Latil, J. L.; Martínez, R.; Ferrer, O.; Bover-Arnal, T. & Salas, R. 2008.** Precisiones sobre la edad de la base de la Fm. Escucha, mediante ammonoideos, en la subcuenca de la Salzedella, Cuenca del Maestrat (E Cordillera Ibética). *Geo-Temas*, 10: 1269-1272.
- Moreno-Bedmar J.A., Robert E., Matamales-Andreu R. & Bover-Arnal T. 2017.** Review of the early Albian ammonites of the Montmell Formation near Marmellar (Salou-Garraf Basin, Tarragona, Catalonia, Spain). *Carnets Geol.*, 17: 1-10.
- Nicolleau, P. & Vadet, A. 2019.** Révision des Saleniinae. *Annales de la Société d'Histoire Naturelle du Boulonnais*, XVII (2): 1-100.
- Salas, R., Guimerà, J., Bover-Arnal, T. & Nebot, M., 2019.** The Iberian-Catalan Linkage: The Maestrat and Garraf Basins in Martín-Chivelet, J., López-Gómez, J., Aguado, R., Arias, C., Arribas, J., Arribas, M.E., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Bover-Arnal, T., Casas-Sainz, A., Castro, J.M., Coruña, F., de Gea, G.A., Fornós, J.J., Fregenal-Martínez, M., García-Senz, J., Garófano, D., Gelabert, B., Giménez, J., González-Acebrón, J., Guimerà, J., Liesa, C.L., Mas, R., Meléndez, N., Molina, J.M., Muñoz, J.A., Navarrete, R., Nebot, M., Nieto, L.M., Omodeo-Salé, S., Pedrera, A., Peropadre, C., Quijada, I.E., Quijano, M.L., Reolid, M., Robador, A., Rodríguez-López, J.P., Rodríguez-Perea, A., Rosales, I., Ruiz-Ortiz, P.A., Sàbat, F., Salas, R., Soria, A.R., Suarez-Gonzalez, P., Vilas, L., 2019. The Late Jurassic-Early Cretaceous Rifting. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds.), *The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach. Volume 3: The Alpine Cycle*. Springer, Heidelberg: 60-63. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11295-0>
- Saura, M. & García, J. A. 2015.** Carinacea II Echinacea II Calycina. *Nomochirus*, 6. 330 pp. Associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda. Onda.

# Documentació d'un peix del Miocè inferior d'Esporles (Mallorca, illes Balears, Mediterrània occidental)

Rafel Matamales-Andreu<sup>1,2</sup>

1. Museu Balear de Ciències Naturals, carretera Palma-Port de Sóller km 30, 07100 Sóller, Mallorca, illes Balears. rafel.matamales@icp.cat

2. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici ICTA-ICP, c/ Columnes s/n, Campus de la UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Catalunya.

Els fòssils de peixos són molt abundants a certs jaciments de les illes Balears. Generalment, però, aquests compaixen en forma de dents aïllades o otòlits; els fòssils d'espècimens complets són molt escassos. En aquesta nota es documenta un exemplar històric d'un peix fòssil complet i molt ben conservat trobat a Esporles (Mallorca), actualment perdut. Es determina que prové d'un aflorament del Miocè inferior, i concretament d'una fàcies litoral que pertany a la Formació Sant Elm. Les fotografies permeten afirmar que es tracta d'un teleosti. Baldament sia de manera preliminar, aquesta nota presenta el testimoni d'un fòssil significatiu per al registre de Balears. Aquest es podrà esmentar per completar futures reconstruccions dels paleoecosistemes d'aquesta edat a Mallorca.

Mots clau: *Mallorca, Miocè, Formació Sant Elm, peix, teleosti.*

## Report of a fish from the lower Miocene of Esporles (Mallorca, Balearic Islands, western Mediterranean)

Fish fossils are very abundant in some deposits of the Balearic Islands. However, they generally appear as isolated teeth or otoliths; complete fossils are very scarce. This note reports a historical fossil fish specimen from Esporles (Mallorca), whose location is currently unknown. It is here determined that the fossil was found in a lower Miocene deposit, specifically from a littoral facies belonging to the Sant Elm Formation. Based on the available pictures, the fish can be broadly classified in the infraclass Teleostei. Even though only in a preliminary way, this note presents the testimony of a significative specimen for the fossil record of the Balearic Islands. In the future, it can be cited to complete palaeo-ecosystem reconstructions of the lower Miocene of Mallorca.

Keywords: *Mallorca, Miocene, Sant Elm Formation, fish, teleost.*

Aquesta nota il·lustra i descriu breument un fòssil històric trobat a Esporles (serra de Tramuntana, Mallorca, illes Balears, Mediterrània occidental), del qual sols es conserven fotografies, per tal de documentar aquesta troballa a la literatura. En base a les fotografies que una persona anònima va entregar a Lluç Garcia (Museu Balear de Ciències Naturals) als anys 80, i entrevistes realitzades a diferents esporlerins que coneixien la història de la troballa d'aquest exemplar, s'ha reunit la informació que es presenta aquí. Actualment es desconeix on es troba el fòssil, i fins i tot hi ha informadors que han comentat que es va espenyar i es va intentar tornar a compondre. No obstant això, no s'ha pogut trobar ningú que sàpiga on és, i fins i tot és possible que s'hagués romput fins al punt que fos irrecuperable. Per això, s'ha considerat d'interès fer

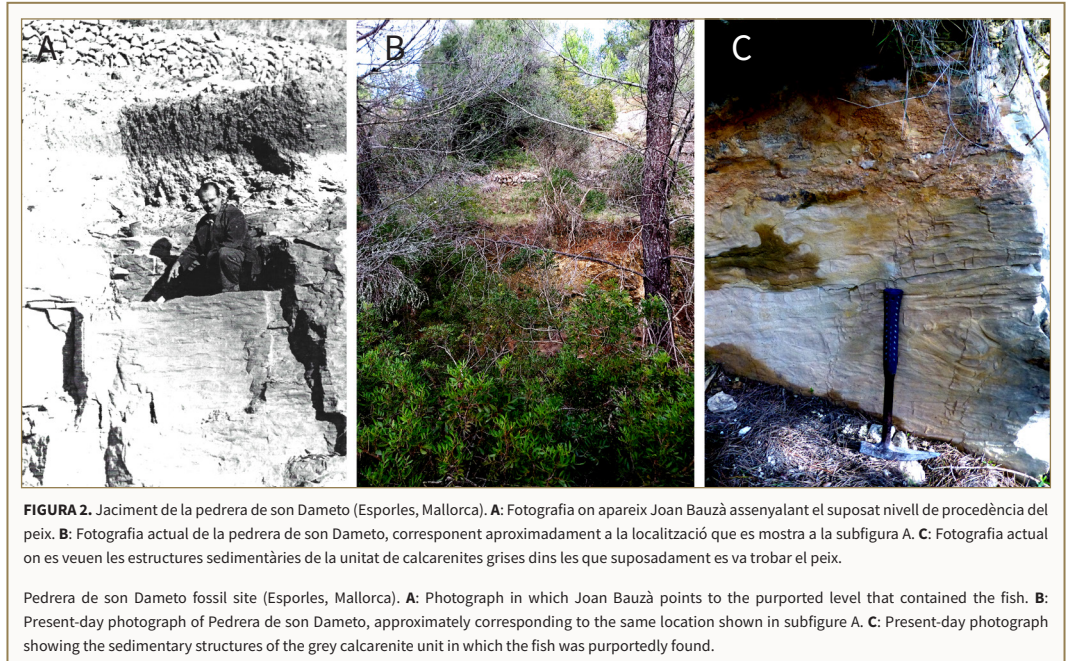
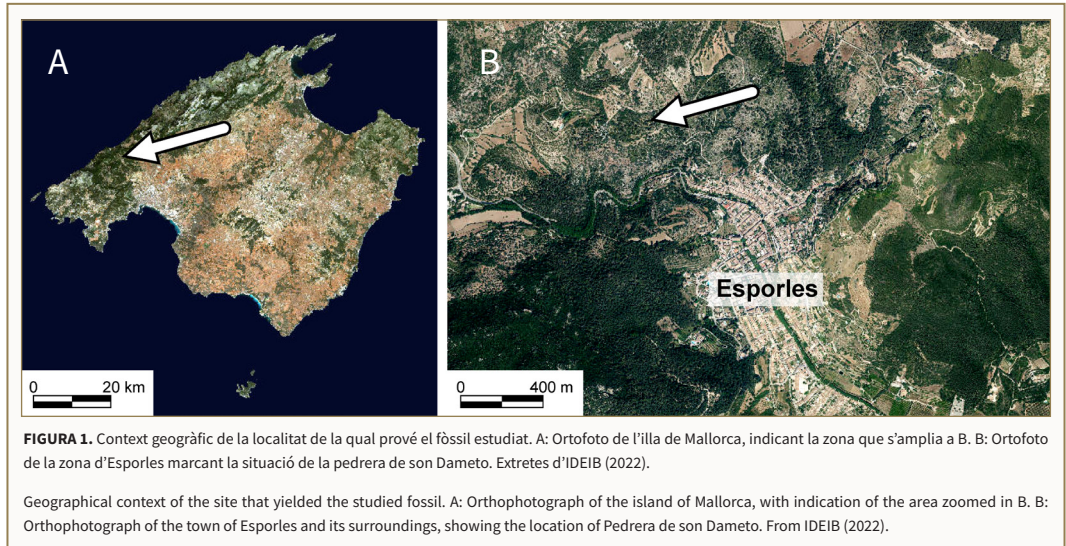
aquesta nota per a donar a conèixer un fòssil possible-ment únic, tant per la bona conservació, com per l'edat, com per l'ambient sedimentari que el contenia.

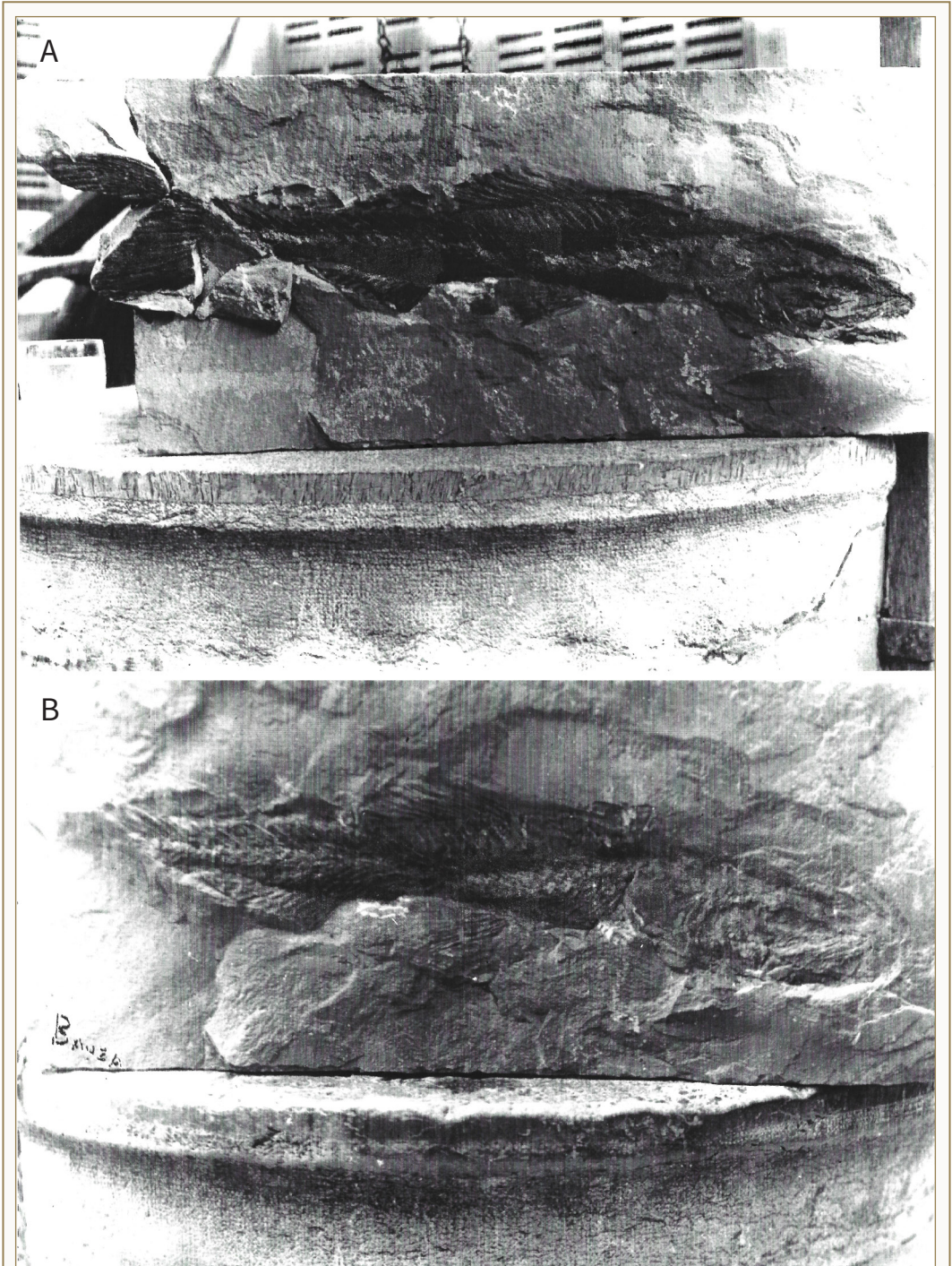
El fòssil es va trobar a una pedrera de calcarenita, situada a la finca de son Dameto (Esporles) (Fig. 1A-B), l'any 1961. El peix feia uns 60 cm de llarg, tenia un color negrós amb zones lluentes de color de cendra, i es trobava dins una matriu de color blavós (J. Vich, com. pers., 2022). La Fig. 2A mostra Joan Bauzà assenyalant l'indret a on va comparèixer el peix. Aquest paleontòleg va intentar obtenir-lo o trobar-ne més a la mateixa localitat, però no va tenir sort (Antoni Bauzà, com. pers., 2021). Actualment, el tall de la pedrera encara existeix i es pot visitar, tot i que hi ha ja molta de vegetació (Fig. 2B). En el tall s'observa una seqüència que conté una unitat inferior de calcarenites grises amb



estratificació creuada *swaley*, fins i tot *convolute*, i una unitat superior de margues grises (Fig. 2C). Per davall el tall, ja defora la pedrera, es poden veure estrats grisos de conglomerats amb còdols arrodonits de calcàries de color fosc i qualque fòssil de bivalve. En general, pareix que la secció representa una seqüència litoral retrogradacional, amb una disminució progressiva de l'energia i un augment de la profunditat relativa del medi. Els

conglomerats correspondrien a la part de la platja on rebatien les ones (*foreshore*), les calcarenites a la part submergida amb influència de les ones (*shoreface*) i les margues a zones més tranquil·les davall el nivell de base de les ones (*offshore*) (Nichols, 2009). Segons la fotografia on J. Bauzà assenyala el nivell de procedència del peix (Fig. 2A), aquest prové de la part alta de la unitat de calcarenites, és a dir, del *shoreface*. Aquest





**FIGURA 3. A-B:** Dues fotografies del teleosti fòssil del Miocè inferior de la pedrera de son Dameto (Esporles, Mallorca).

**A-B:** Two photographs of the lower Miocene fossil teleost from Pedrera de son Dameto (Esporles, Mallorca).

ambient és normalment bastant energètic, cosa que no hauria de permetre una bona preservació de les restes d'un organisme tan delicat com un peix. Probablement, la presència d'estratificació creuada *swaley* indica que aquest sediment es va dipositar durant tempestes (Nichols, 2009), que excepcionalment podrien haver enterrat ràpidament el cos d'un peix mort, afavorint la seva conservació en unes condicions en què això normalment no seria possible.

El conjunt de fàcies presents a l'aflorament reuneix les característiques típiques de la Formació Calcarenites de Sant Elm del Miocè inferior de Mallorca (vegeu Rodríguez-Perea, 1984). Aquesta formació s'ha datat entre el Catià superior i el Burdigalià inferior, i representa un amplí ventall d'ambients, de plenament marins (esculls de corall i plataformes carbonatades) a transicionals (platges, estuaris i llacunes), distribuïts segons l'antic paleorelleu de les serres de Tramuntana i de Llevant (Rodríguez-Perea, 1984; Fornós et al., 1991).

Les fotografies permeten fer una descripció general del peix (Fig. 3A-B). Les dues imatges mostren el mateix espècimen fotografiat en dues condicions de llum diferents, probablement en dos moments separats en el temps. Es desconeix el significat de la inscripció "BAUZA" del cornaló inferior esquerre de la roca a la Fig. 3B, i si aquesta es va fer damunt la roca o al negatiu de la fotografia. Es tracta d'un peix d'uns 60 cm de longitud, de morfologia fusiforme molt allargada, amb una proporció de (longitud anteroposterior)/(amplada dorsoventral) de 8,26. Presenta un crani allargat amb una boca terminal que, en base a les fotografies, sembla ésser proveïda de petites dents primes. No és possible veure clarament ni els ulls, ni les sutures entre els ossos del crani, ni els opercles. Tampoc no es poden distingir bé les aletes pectorals. L'aleta ventral es troba més o manco a la meitat del tòrax. Posteriorment a aquesta s'hi troba l'aleta anal, més allargada posteriorment. S'identifica també, de manera molt clara, al manco una aleta dorsal que és una mica més llarga posteriorment que la ventral i hi està situada just damunt. Totes les aletes visibles tenen uns radis molt ben marcats. No es pot veure bé la forma de l'aleta caudal, per mor que li'n

manca una part que es va perdre, segurament quan es va extreure el peix de la roca que el contenia. És clarament més ampla posteriorment i té radis ben marcats. Les aletes radiades i la morfologia general permet classificar-lo dins la infraclasse dels peixos teleostis.

Com a conclusió, la present nota ha donat a conèixer un fòssil històric de Mallorca que mai no s'havia figurat abans. És el fòssil de peix més complet que es coneix de Balears, i per això es considera important que en quedi constància a la literatura perquè es pugui esmentar i tenir en compte en futurs estudis del paleoecosistema del Miocè inferior en aquesta zona, o també que un especialista el pugui identificar més precisament en base a totes les fotografies disponibles, incloses en aquest estudi preliminar.

### Agraïments

A Lluç Garcia (Museu Balear de Ciències Naturals, Sóller) per posar a disposició d'aquesta nota les fotografies originals cedides per una persona desconeguda, així com per demanar-ne informació. A Agustín Abia (Esporles) per haver cercat més dades sobre el peix demanant-ho a diferents veïnats del poble, especialment a Juan Vich (Esporles), que va veure el peix el dia que es va trobar, i ha proporcionat informació sobre la mida i color del fòssil. A Antoni Bauzà (Esporles) per haver proporcionat més informació de quan el seu pare (Joan Bauzà) va intentar obtenir l'exemplar. A Sebastià Matamalas (Manacor) per l'ajut en la feina de camp.

### Bibliografia

- Fornós J., Marzo M., Pomar L., Ramos-Guerrero E. & Rodríguez-Perea A. 1991.** Evolución tectono-sedimentaria y análisis estratigráfico del Terciario de la isla de Mallorca. 145 pp. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- IDEIB. 2022.** Infraestructura de dades espacials de les Illes Balears. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori. Govern de les Illes Balears. <http://www.ideib.cat> (consultat per darrera vegada el 22/03/2022).
- Nichols G. 2009.** Sedimentology and stratigraphy. Second Edition. 419 pp. Wiley-Blackwell. Oxford, West Sussex i Hoboken.
- Rodríguez-Perea A. 1984.** El Mioceno de la Serra Nord de Mallorca (estratigrafia, sedimentologia e implicaciones estructurales). 532 pp. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona.

# Primera cita de *Latibulus orientalis* Horstmann 1987 en Europa continental (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Jorge Herrero Hernán<sup>1\*</sup> , Joan Díaz-Calafat<sup>2</sup> , Leopoldo Castro<sup>3</sup>  & Carlos del Pico Pons<sup>4</sup> 

1. C/ Frailes nº 20 Manzanares el Real, 28410 Madrid, España. e-mail: gorkaupa@gmail.com

2. Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, 230 53 Alnarp, Sweden. e-mail: joandiazcalafat@gmail.com

3. Av. Sagunto, 44 (6°-5°), 44002 Teruel, España. e-mail: rhynchium@gmail.com

4. C/ Explorador Andrés 25-26, 46022 València.

\* Autor para correspondencia.

El género *Latibulus* Gistel, 1848 agrupa a diversas especies de avispa que parasitan véspidos sociales, sobre todo del género *Polistes* Latreille, 1802. En el presente trabajo se documenta por primera vez en Europa continental la presencia de *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 a partir de un individuo fotografiado en el parque regional el Valle y Carrascoy (Murcia, sur de Iberia). Dicho individuo se encontró en un campo de cultivo, inspeccionando nidos de *Polistes dominula* (Christ, 1791), especie potencialmente hospedadora. En este trabajo comparamos las formas estivales y primaverales de las tres especies de *Latibulus* presentes en Europa, apuntamos la posibilidad de que en Iberia *L. orientalis* sea una especie introducida, y dentro de esa hipótesis discutimos las posibles vías de entrada.

Mots clau: : Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae, *Latibulus*, primera cita, posible introducción.

## First record of *Latibulus orientalis* Horstmann 1987 (Hymenoptera: Ichneumonidae) in continental Europe

The species belonging to the genus *Latibulus* Gistel, 1848 parasitise social vespids, especially those belonging to the genus *Polistes* Latreille, 1802. *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 is here recorded for the first time in continental Europe based on a specimen photographed in El Valle y Carrascoy Regional Park (Murcia, southern Iberia). The specimen was observed investigating nests of *Polistes dominula* (Christ, 1791), a potential host species. We compare the summer and overwintering forms of the *Latibulus* species present in Europe, suggest the possibility that in Iberia *L. orientalis* may be an introduced species and within that scenario discuss its possible introduction pathways.

Keywords: Hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae, *Latibulus*, first record, possible introduction.

El género *Latibulus* Gistel, 1848 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae: Cryptini) está integrado por especies parasíticas que generalmente usan como hospedadores a avispa del género *Polistes* Latreille, 1802 (Vespidae: Polistinae), aunque también se han descrito casos exitosos de parasitismo en otro género de véspidos eusociales polistinos, *Ropalidia* Guérin-Méneville 1831 (Oh et al., 2012). Para reproducirse, las hembras de *Latibulus* spp. se infiltran, en parte ayudadas por coloraciones similares a las del huésped, en los nidos de dichos véspidos sociales, donde ovipositan en el interior de las celdas en las que idealmente se encuentra un estadio inmaduro de la avispa

hospedadora. *Latibulus* es un género de avispa ectoparasitoides, por lo que el huevo no es inyectado directamente dentro de su huésped, sino que se deposita sobre la superficie de la larva o pupa (Makino, 1983; Oh et al., 2012). A partir de aquí, la larva del parasitoide se alimenta de los tejidos de su huésped hasta desarrollarse por completo y generar una avispa adulta que repetirá todo el ciclo tras aparearse.

El género consta de un total de nueve especies en todo el mundo (Oh et al., 2012), de las cuales dos residen en Europa: *Latibulus argiolus* (Rossi, 1790) y *Latibulus lautus* (Tosquinet, 1896). En esta nota, se registra por primera vez, mediante documentación fotográfica

geolocalizada (Fig. 1A-B), la presencia de *L. orientalis* en Europa continental. La distribución conocida previamente de esta especie corresponde a la parte más oriental del paleártico occidental, con citas en Chipre e Israel (Horstmann, 1987) y más recientemente en Irán (Zardouei Heydari et al., 2020).



**FIGURA 1.** Hembra estival de *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 en Murcia (España), fotografiada mientras inspeccionaba unos nidos de *Polistes dominula* en unas oquedades de roca. Fotos de J. Herrero.

Summer female of *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 photographed in Murcia (Spain) while it was inspecting *Polistes dominula* nests in rock cavities. Picture by J. Herrero.

En nuestro caso, documentamos un ejemplar detectado en el sur de la península Ibérica, aproximadamente a unos 3.000 km de su área de distribución conocida (Fig. 2):

*Latibulus orientalis* Horstmann 1987, 37.960069 N, -1.100361 E, 7.VIII.2021, parque regional el Valle y Carrascoy, en los Garres, Murcia (España), 42 m s.n.m., 1 ♀, en un campo de cultivo, inspeccionando nidos de *Polistes dominula* en unas oquedades.

Cinco de las especies de *Latibulus* descritas hasta la fecha, incluidas las especies europeas y *L. orientalis*, tienen dos generaciones anuales con dos formas morfológicas y cromáticas diferentes. Es decir, existe una morfología y coloración diferente para el verano y otra para la primavera. El ejemplar encontrado en Iberia y documentado en este trabajo correspondía a la forma estival de *L. orientalis*. Las formas estivales se diferencian de las formas primaverales por la mayor extensión de las manchas de color claro del tegumento, menos flagelómeros que en las formas primaverales, genas en vista dorsal más rectas o sólo ligeramente redondeadas en comparación con las genas claramente redondeadas de las formas primaverales, carena occipital mucho más marcada y protuberancias frontales más cortas y débiles (Oh et al., 2012).

La principal diferencia entre la forma estival de *Latibulus orientalis* y la de las otras especies europeas radica en las protuberancias frontales. Éstas son más cortas longitudinalmente que su propia base en *L. lautus*, de una longitud similar a su anchura en *L. argiolus* y más largas que la anchura de su base en *L. orientalis* (Fig. 3). Además, los patrones de coloración, aunque variables, son mucho más claros en *L. orientalis*, cosa que nos permitió, junto a otros caracteres, identificar nuestro ejemplar por foto. Para las formas primaverales, los patrones de color son similares pero más

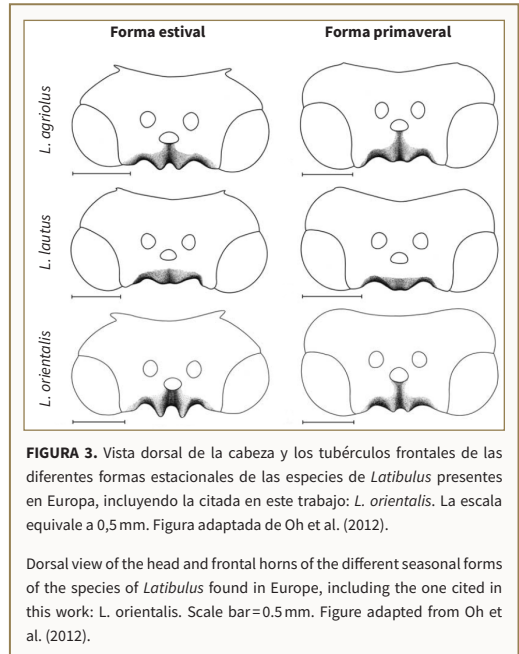
| Especie                               | Hembras       |                  | Machos        |                  |
|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
|                                       | Forma estival | Forma primaveral | Forma estival | Forma primaveral |
| <i>L. argiolus</i> (Rossi 1790)       | 23            | 25               | 25-26         | 27-28            |
| <i>L. lautus</i> (Tosquinet 1896)     | 23            | 25-26            | 26            | Sin datos        |
| <i>L. orientalis</i> (Horstmann 1987) | 22-23         | Sin datos        | 26            | 28               |

**TABLA 1.** Número de flagelómeros de los diferentes sexos y formas de las especies del género *Latibulus* Gistel 1848 presentes en Europa. Datos recopilados por Oh et al. (2012), que los basó en Horstmann (1987).

Number of flagellomeres, per sex and form, of the species of *Latibulus* Gistel 1848 occurring in Europe. Data compiled by Oh et al. (2012) based on Horstmann (1987).

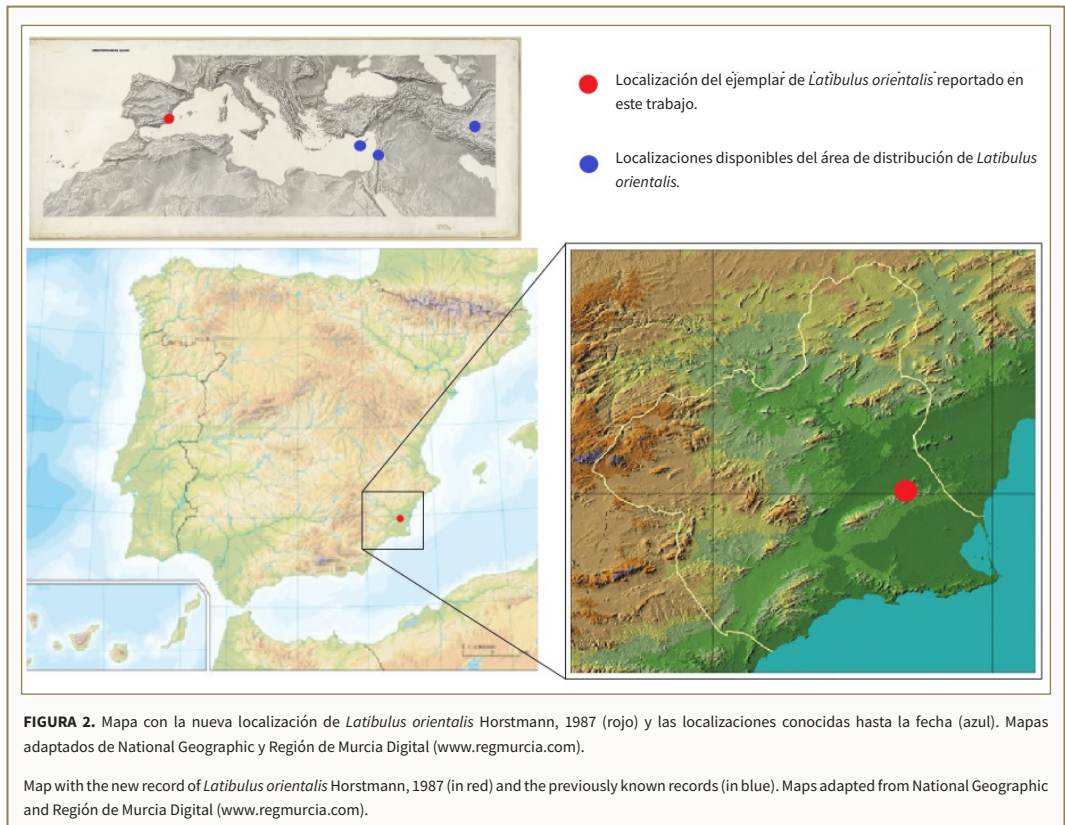
melánicos. En este caso, *L. lautus* se diferencia del resto por tener una mancha oscura en los profémures, y las protuberancias frontales muy poco desarrolladas, *L. argiolus* tiene dichas protuberancias más cortas que la anchura de su base, y *L. orientalis* tan largas como la anchura de éstas. Aparte de todo esto, en la Tabla 1 resumimos el número de flagelómeros para cada uno de los sexos y formas de las especies europeas. Para ver fotografías y dibujos de cada una de las formas de cada especie, así como una clave completa de todas las especies del género descritas hasta ahora, recomendamos consultar Oh et al. (2012).

El hallazgo de *L. orientalis* tan lejos de su área de distribución conocida hasta la fecha (Fig. 2) incita a plantear la hipótesis de una posible introducción por mediación humana. Sin embargo, debido a los escasos datos disponibles a nivel mundial sobre este género y especie, y a que las zonas de Iberia y del Norte de África se encuentran actualmente bastante infraexploradas en todo el conjunto de los Ichneumonidae, no podemos descartar



**FIGURA 3.** Vista dorsal de la cabeza y los tubérculos frontales de las diferentes formas estacionales de las especies de *Latibulus* presentes en Europa, incluyendo la citada en este trabajo: *L. orientalis*. La escala equivale a 0,5 mm. Figura adaptada de Oh et al. (2012).

Dorsal view of the head and frontal horns of the different seasonal forms of the species of *Latibulus* found in Europe, including the one cited in this work: *L. orientalis*. Scale bar=0.5 mm. Figure adapted from Oh et al. (2012).



- Localización del ejemplar de *Latibulus orientalis* reportado en este trabajo.
- Localizaciones disponibles del área de distribución de *Latibulus orientalis*.



**FIGURA 2.** Mapa con la nueva localización de *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 (rojo) y las localizaciones conocidas hasta la fecha (azul). Mapas adaptados de National Geographic y Región de Murcia Digital ([www.regmurcia.com](http://www.regmurcia.com)).

Map with the new record of *Latibulus orientalis* Horstmann, 1987 (in red) and the previously known records (in blue). Maps adapted from National Geographic and Región de Murcia Digital ([www.regmurcia.com](http://www.regmurcia.com)).

la posibilidad de que sea una especie autóctona. En el caso de ser una introducción, la vía de entrada más plausible para *L. orientalis* en la península Ibérica podría ser a través de una pupa invernante infiltrada en un envío de plantas comerciales de importación, ya que ésta, una vez desarrollada dentro del nido de alguna especie de *Polistes*, se deja caer al suelo y se esconde para pasar el invierno (Frilli, 1966). Si esto pasara en una maceta de alguna planta de interés comercial, la pupa de *L. orientalis* podría colarse con la tierra de dicha maceta, aunque se eliminara el nido de *Polistes* (ya abandonado en invierno) de la planta en sí. Sin embargo, no podemos descartar otras posibles vías de entrada. En base al lugar donde se observó, a varios kilómetros del núcleo urbano principal más cercano, pensamos que la distribución de esta especie en la península Ibérica podría ser más amplia de lo detectado hasta la fecha.

Hasta la fecha los autores no han apuntado ninguna especie concreta de *Polistes* como huésped de *L. orientalis*, y Horstmann (1987) habla simplemente de “*Polistes* spec.”. El huésped más probable de *L. orientalis* en la península Ibérica parecería ser *P. dominula*, ya que hasta tres nidos de esta especie se encontraron en las grietas y oquedades inspeccionadas por el ejemplar de *L. orientalis* reportado. Sin embargo, no se observó ningún evento de oviposición, por lo que el estatus de *P. dominula* como huésped de *L. orientalis* deberá ser confirmado. En el área de distribución conocida de esta especie (Israel, Irán y Chipre), también hay citas de *P. dominula*, pero según la última revisión de las *Polistes* del paleártico occidental (Schmid-Egger et al., 2017), la especie *P. dominula* como tal hasta la fecha del trabajo sería en realidad un par de especies, *P. dominula* (Christ, 1791) y *P. bucharensis* Erichson, 1849, y tanto en Irán como en Israel como en Chipre sólo estaría confirmada por el momento la presencia de *P. bucharensis*, mientras que las citas de *P. dominula* de esos países previas a 2017 requieren verificación. Sin embargo, no todos los autores aceptan la separación de *P. bucharensis* como especie independiente, y en todo caso no se conoce por ahora a cuál de los dos taxones corresponden los casos publicados de parasitación por *L. orientalis*. Por esta razón, creemos que lo más prudente es señalar *P. dominula* s.l. como huésped más probable.

A partir de nuestras observaciones, no queda claro si esta especie, si es en efecto un elemento introducido, podría establecerse en la parte occidental del continente europeo o si el registro que aquí se documenta es tan solo una evidencia de introducción accidental fallida. Sin embargo, a juzgar por la presencia de *L. orientalis* en Israel, no parece que el clima de esta parte de la península ibérica pudiese ser un impedimento para su reproducción y asentamiento; cómo de lejos podría llegar a dispersarse, sólo el tiempo lo dirá. Aún así, como ya se ha mencionado más arriba, tampoco podemos descartar que se trate de una especie autóctona que hasta ahora se haya pasado por alto debido a los escasos trabajos sobre Ichneumonidae realizados en la zona.

### Agradecimientos

Agradecemos muy sinceramente al Dr. Jong-Wook Lee sus comentarios respecto a la identificación del ejemplar de nuestras fotografías. Agradecemos a Juli Pujade Vilar sus comentarios sobre el manuscrito, así como a otro revisor anónimo, los cuales contribuyeron a mejorar el artículo significativamente

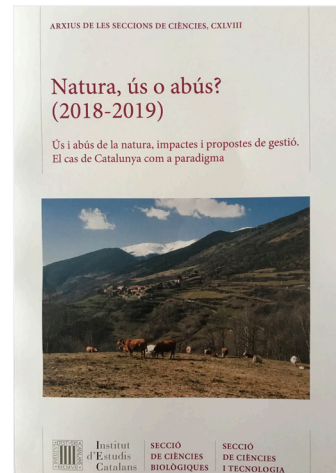
### Bibliografía

- Frilli, F. 1966.** Studi su gli imenotteri icneumonidi III. II *Latibulus argiolus* (Rossi) parassita delle larve di *Polistes* spp. *Entomologica*, 2: 21-53.
- Horstmann, V. K. 1987.** Revision der westpaläarktischen Arten der Gattung *Latibulus* Gistel (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft österreichischer Entomologen*, 38: 110-120.
- Makino, S. 1983.** Biology of *Latibulus argiolus* (Hymenoptera, Ichneumonidae), a parasitoid of the paper wasp *Polistes biglumis* (Hymenoptera, Vespidae). *Kontyû*, 51(3): 426-434.
- Oh, S. H., An, S. L., & Lee, J. W. 2012.** Review of Korean *Latibulus* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Cryptinae) and a key to the world species. *The Canadian Entomologist*, 144(4): 509-525.
- Schmid-Egger, C., van Achterberg, K., Neumeyer, R., Morinière, J. & Schmidt, S. 2017.** Revision of the West Palaearctic *Polistes* Latreille, with the descriptions of two species – an integrative approach using morphology and DNA barcodes (Hymenoptera, Vespidae). *ZooKeys*, 713: 53-112.
- Zardouei Heydari, M., Rakhshani, E., Mokhtari, A., & Schwarz, M. 2020.** New data on the genus *Latibulus* Gistel, 1848 (Hym., Ichneumonidae, Cryptinae, Cryptini) in Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics*, 6(2): 157-165.

**Natura, ús o abús? (2018-2019). Ús i abús de la natura, impactes i propostes de gestió. El cas de Catalunya com a paradigma Institut d'Estudis Catalans. 2021.**

L'any 1976 va aparèixer el primer llibre de "Natura, ús o abús?", que ofería una imatge bastant nítida de l'estat de la natura a Catalunya. Va donar a conèixer els valors, l'estat i els problemes que l'afectaven i es va erigir com un document de solidesa tècnica que donava arguments i marcava directrius per poder redreçar algunes accions que afectaven el medi natural. La segona edició actualitzada va editar-se al 1988, en un nou context polític, i en ella es va demostrar que els temes ambientals tractats al 1976 no avançaven tant com s'esperava: va constatar el deteriorament del territori, tot i alguns avanços puntuals. Aquesta segona edició va mostrar que en alguns aspectes s'aturava o es desaccelerava el retrocés de dècades anteriors però que no es corregien ni pal·liaven les tendències de caire destructiu.

La nova versió de "Natura, ús o abús (2018-2019)", 40 anys després, és una obra col·lectiva i constructiva coordinada per l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), una nova edició del "Llibre blanc de la gestió de la natura a Catalunya" en format digital. L'obra esdevé un referent en el món de la gestió i de la conservació del patrimoni natural i posa, de nou, sobre la taula la problemàtica geoambiental, considerada com una de les tres grans diagnòsics ambientals de Catalunya. Esdevé una guia per la comunitat científica i tècnica vinculada a la planificació i la gestió territorial. La nova edició valora fins on s'ha arribat amb aquests anys en el coneixement i la gestió del territori del medi natural de Catalunya. Passats aquests quaranta anys de la primera edició (1976), es dona una àmplia visió de l'estat de la natura, més enllà de les visions estrictament naturalistes, sinó amb un enfocament transversal i multidisciplinari que abasta el camp geoambiental, el social i el legal. Un punt de vista molt més ampli que les versions prèvies. Aquesta nova edició intenta evitar una anàlisi excessivament sectorial, com ha estat tradicional en el camp del medi natural. El llibre compta amb la col·laboració de la fundació Carulla i l'editorial Barcino; És un recull de l'opinió de 76 autors de l'àmbit acadèmic i de la gestió i planificació, que permet disposar d'un enfocament més global, amb propostes orientades a l'acció



Natura, ús o abús? (2018-2019). Ús i abús de la natura, impactes i propostes de gestió. El cas de Catalunya com a paradigma. Institut d'Estudis Catalans. 2021. Llengua: català. Accés lliure, arxiu de la secció de ciències del IEC. ISBN:978-84-9965-600-7

i a l'execució de projectes per la millora del medi. Els 30 articles, que es poden consultar al llibre digital, tracten diferents matèries sobre les quals s'organitzen debats actualitzats, de cara a disposar de propostes que, recolzades amb arguments tècnics i científics, contribueixin a definir l'agenda ambiental per aplicar-la sobre el territori. Destaca l'aportació de temes de tanta actualitat com els balanços econòmics; la patrimonialització ambiental; les ciutats i el medi natural; el medi geològic com a recurs i els georiscos; o l'economia i la natura. Temes que no havien estat tractats a les edicions prèvies.

La publicació, tot i que és un resum de les aportacions fetes, conclou que les polítiques ambientals són reactives, bàsicament posant "pegats", o tapant forats, que no aconsegueixen aturar els impactes continus i creixents sobre el medi natural.

Les tres publicacions són consultables en format pdf:

Consulta de l'edició actual (2018-2019): <https://natura.llocs.iec.cat/>

Consulta de l'edició de 1976; <https://natura.llocs.iec.cat/sumari-de-la-1a-edicio/>

Consulta de l'edició de 1988; <https://natura.llocs.iec.cat/sumari-de-la-2a-edicio/>

Francesc Xavier Roig i Munar. Dr. en Geografia i Dr. en Geologia. Consultor Ambiental.

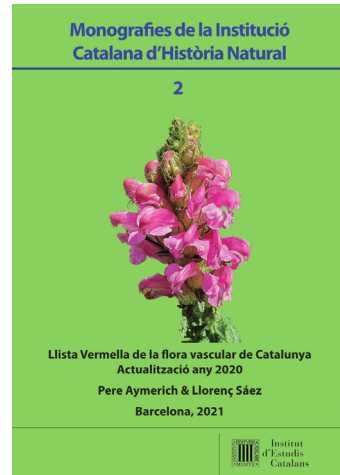


## Llista Vermella de la flora vascular de Catalunya. Actualització any 2020 Pere Aymerich i Llorenç Sáez. 2021.

10 anys després del *Llibre vermell de la flora vascular de Catalunya*, obra col·lectiva coordinada aleshores per Llorenç Sáez, Pere Aymerich i Cèsar Blanchè, dos dels coordinadors d'aquell text -els dos primers citats- han fet en solitari un treball quasi enciclopèdic, com ha estat la revisió de la llista roja que es derivava d'aquell llibre.

Pere Aymerich, sense dubte un dels naturalistes més destacats de parla catalana, treballa fora del món acadèmic i acumula una àmplia llista de treballs sobre la flora i fauna, incloent-hi una merescuda fama en l'art de la fotografia de natura. Fa anys va començar una àmplia col·laboració amb Llorenç Sáez, professor de la Unitat de Botànica de la Universitat Autònoma de Barcelona, i un dels investigadors més experimentats en biologia de la conservació a tota la Mediterrània Occidental, especialment pel que fa als seus treballs a Catalunya i les Illes Balears. Entre d'altres, els devem bona part del notable increment de coneixement obtingut als darrers anys sobre la flora al·lòctona del nord-est peninsular ibèric. Conscients de diverses llacunes de coneixement i de la necessitat d'una actualització de la llista roja de la flora catalana, feta el 2010 al si del *Llibre vermell de les plantes vasculares endèmiques i amenaçades de Catalunya*, Pere Aymerich i Llorenç Sáez van mamprendre la revisió de l'estatus de totes les espècies de pteridòfits i espermatòfits, aprofitant que a la vegada abordaven la revisió de la llista o catàleg -"checklist" en anglès- de les plantes d'eixos grups a les terres catalanes -vegeu ressenya també inclosa en aquest volum de *Nemus* sobre l'esmentat treball, recentment publicat-.

El punt de partida de la revisió ha estat l'esmentada llista de plantes catalanes, però considerant només la flora nativa, i excloent-ne tant les espècies de presència merament accidental, com les que se situen en territoris fronterers, i on la presència local és una extensió menuda i residual de les poblacions veïnes aragoneses, franceses o valencianes. Al mateix, també s'han deixat a banda espècies sobre les que hi ha dubtes significatius a nivell taxonòmic o sobre el seu origen natural a les terres catalanes. Una vegada aplicats els criteris de llista roja de la Unió Internacional per a la Conservació



Llista Vermella de la flora vascular de Catalunya. Actualització 2020. Pere Aymerich i Llorenç Sáez. 2021. 100 pp. Monografies de la Institució Catalana d'Història Natural, núm. 2. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. Llengua: Català. ISSN (online) 2696-4988. DOI: <https://doi.org/10.2436/20.1502.04.02> Descarregable des de: [https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2021/06/Monografies\\_de\\_la\\_ICHN\\_2.pdf](https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2021/06/Monografies_de_la_ICHN_2.pdf)

de la Natura (UICN), conclouen que fins a 245 tàxons han de ser considerats amenaçats, que es distribueixen en: 17 extints a nivell regional -notació internacional RE-, és a dir, desapareguts a Catalunya però presents en altres zones; 2 extints en estat silvestre (EW), que han desaparegut en la natura però es mantenen en poblacions artificials al Principat; 43 en perill crític (CR); 66 en perill (EN); i 115 vulnerables (VU). Addicionalment es llisten 170 tàxons que cauen en el grup de les espècies quasi amenaçades (NT), amb condicions molt properes a les vulnerables. En total, per a les categories tractades d'espècies amenaçades (EW, RE, CR, EN i VU) s'ha passat dels 199 tàxons en 2010, als ja dits 245, tenint a més en compte que a la llista de 2010 es donava per globalment extinta una espècie -la gramínia *Festuca paucispicula*- que, no només va retrobar-se en el temps transcorregut entre ambdues avaluacions, sinó que s'ha inclòs recentment en la variabilitat d'un tàxon de més àmplia distribució.

Per tal d'arribar a aquests resultats, els autors han reunit una acurada i quasi enciclopèdica informació sobre les poblacions de totes les espècies, incloent-hi la relativa a la seua distribució i als censos disponibles, i a

l'evolució del nombre de poblacions, individus i qualitat de l'hàbitat on viuen. Cal ressenyar que abans ha calgut revisar l'estatus de tota la flora vascular nativa catalana, per tal d'excloure'n les plantes que, per la seua freqüència o abundància, haurien de considerar-se fora de perill; recordem que eixa llista, exclosos els híbrids, inclou 3.460 tàxons -entre espècies i subespècies-, i és una de les més riques de tot el territori peninsular ibèric. D'eixe conjunt, eliminades les plantes ja dites, ha estat necessari separar aquelles espècies de les quals hi ha informació suficient per a ser avaluades, deixant a banda les que cauen en la categoria UICN de dades deficientes (DD).

Un aspecte molt destacable de la llista vermella, i ben diferenciable de la majoria d'avaluacions paregudes fetes a Espanya, tant a nivell regional com nacional i internacional, és que els autors han evitat en la majoria de casos l'ús d'inferències o projeccions al futur de l'evolució del nombre de poblacions i individus de les espècies; aquestes inferències només és podrien fer quan es tenen dades numèriques molt acurades sobre l'evolució dels censos, la degradació de paràmetres ambientals concrets i mesurats sobre el medi on viuen les espècies, etc. Cal tindre en compte que la majoria de llistes roges regionals i nacionals, i per suposat la llista mundial de l'UICN, estan àmpliament carregades de tàxons que mereixerien ser incloses en la categoria DD, o almenys en categories inferiors a les que reben, donat que la seua categorització s'ha basat sovint en problemes que potencialment podrien afectar-les, i no tant en la realitat d'una informació detallada de la seua evolució poblacional. Sembla clar que el risc per a moltes espècies ha d'avaluar-se amb informació deficient en molts països o regions del planeta poc desenvolupades econòmicament o sense tradició en el coneixement botànic, però aquest no és el cas de Catalunya, un dels territoris mundials amb coneixement més complet de la seua flora silvestre. En aquesta matèria, els autors han seguit amb detall les successives actualitzacions de les guies d'aplicació dels criteris d'avaluació de llista roja, que periòdicament emet el Comitè de Supervivència d'Espècies de la UICN, on sovint s'avesen les nombroses discussions que hi ha a nivell internacional entre els especialistes dels diferents grups taxonòmics.

El resultat, com podrà apreuar qui llija aquest llibre, són d'una banda fitxes d'informació de les espècies, amb una detallada explicació de l'aplicació feta dels criteris

UICN i la qualificació obtinguda, i d'altra, diversos capítols o apartats que recullen de manera sintètica i amb les corresponents discussions els principals aspectes que poden ser d'interès, com ara la distribució territorial de les espècies amenaçades, la proporció d'hàbitats on es localitzen, el grau de protecció actual que tenen, o l'estat de conservació de la flora endèmica i subendèmica. Pel que fa a les fitxes, cal assenyalar que no s'ha inclòs la informació de totes aquelles que mantenen la categoria i criteris que ja tenien al llibre vermell de 2010, donat que poden consultar-se allí; per a la resta, s'han agrupat en diversos capítols, respectivament dedicats a les espècies ara excloses de la llista vermella, les que han canviat de categoria, i les noves que s'incorporen al llistat. També, entre els apèndix de l'obra, s'inclou un capítol referit als tàxons sobre els que hi ha hagut una millora substancial del coneixement, amb influència sobre els criteris utilitzats per a la seua qualificació UICN.

Ens trobem, aleshores, front a un treball que marcarà diferències substancials sobre el quefer a l'hora d'establir llistes roges de flora amenaçada, que és un model a seguir en altres territoris. Aquest treball no sembla haver gaudit de suport econòmic de les administracions ambientals autonòmica o nacional. Es va desenvolupar pel treball voluntari dels seus autors i per l'acurat esforç de l'equip editor de les monografies des de la Institució Catalana d'Història Natural, als qui cal felicitar per la iniciativa. També, per descomptat, per la seua publicació en obert, ja que és aleshores un obra a l'abast de tothom interessat en el coneixement de la flora catalana i les seues necessitats de conservació.

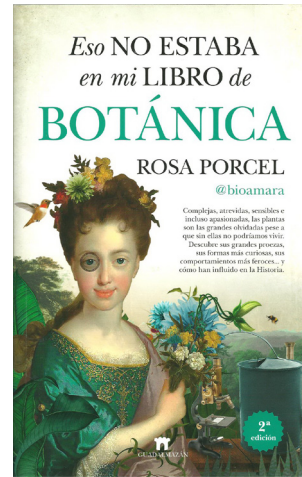
*Emilio Laguna. CIEF. Generalitat Valenciana.*

### **Eso no estaba en mi libro de Botánica Rosa Porcel. 2021.**

Probablement els millors divulgadors de la zoologia o la botànica són persones interessades en aquesta ciència, però que no provenen del genuí món acadèmic. Hi ha exemples més que evidents com els de Richard Attenborough, periodista, o Hugh Synge, format des de l'àmbit de la jardineria. Fidel a aquesta regla, l'autora del llibre que ací es ressenya, Rosa Porcel, tot i ser biòloga, és experta en bioquímica i biologia molecular,

en les quals es va doctorar per la Universitat de Granada, i desenvolupa la seua activitat com a especialista en millora genètica vegetal en les universitats Jaume I i Politècnica de València. No pot dir-se, aleshores, que siga una botànica en el sentit tradicional, i més aviat pertany a un grup d'experts que sovint focalitzen el seu treball en només un grup molt reduït d'espècies. Sens dubte pot resultar cridaner que un llibre de primera qualitat de divulgació de la botànica, com el que ací es ressenya, no isca de mans de professors o investigadors en taxonomia vegetal. No obstant això, a qui llija l'obra que ara presentem, no els quedarà dubte que és un dels llibres que, amb millor encert, pot contribuir a la causa de la difusió de la ciència vegetal a Espanya i a la resta de territoris hispanoparlants.

"Eso no estaba en mi libro de Botánica" forma part d'una sèrie de llibres de l'editorial Guadalmazán, referits a diferents ciències i la seua història, on els seus autors intenten acostar-nos al coneixement d'aqueixes disciplines mitjançant un llenguatge on es combinen el saber científic i els aspectes anecdòtics i històrics, fins al punt de captar fàcilment l'atenció del lector en la sendera del binomi entre curiositat i coneixement. La Dra. Rosa Porcel Roldán, amb una àmplia experiència en comunicació a través del seu blog La ciencia de Amara i les seues freqüents entrevistes radiofòniques, sap guiar-nos al llarg de 28 capítols, agrupats en 4 parts o seccions principals del llibre, complementades amb les seues corresponents introducció i epíleg. Les seccions tenen títols ben suggeridors: "Las plantas y nosotros", "Come... las plantas tienen hambre y se alimentan", "Vive... la agitada y estresante vida social de las plantas" i "Y ama... las plantas también crean vida". Al llarg del text, l'autora ens descobreix un amplí ventall de coneixements sobre el regne de les plantes i, sobretot, ho fa amb un llenguatge senzill, i col·loquial, convidant sovint al lector a participar en un diàleg deliberadament desembolicat, infontent un plus de confiança. Parlem d'un llibre apte per a qualsevol persona que manque de coneixements botànics, i que permet aprendre de manera amena aspectes substancials sobre la importància històrica de les plantes, la seua ecologia i fisiologia, reproducció, interaccions amb altres éssers vius, etc. Amb aquesta obra entre les seues mans, els lectors poc documentats en la botànica acabaran sabent, sobretot, per què són importants els vegetals per a la vida del planeta i dels mateixos éssers



Eso no estaba en mi libro de Botánica. Rosa Porcel. 2021. 2ª ed. 382 pp. Colección Divulgativa Científica. Editorial Guadalmazán. Córdoba. Lengua: Castellà. ISBN:978-84-17547-27-1. PVP: 19.95 eur.

humans, i els ajuda a valorar, de pas, el treball dels qui es dediquen a la seua investigació.

Els títols de molts dels seus capítols conviden ja sens dubte a la curiositat per la seua lectura, com per exemple "Protagonistas secretas de las páginas de sucesos", "Las plantas no tienen cerebro, ni falta que les hace", "Las plantas (no) son eternas", "Cariño, vamos a tener un fruto", etc. Rosa Porcel no sols ens revela en termes col·loquials el valor i l'ús de les plantes al llarg dels temps, o qüestions bàsiques de la seua taxonomia i fisiologia, sinó aspectes especialment útils per a saber valorar-les, mitjançant anècdotes i notables curiositats. Paga així la pena aprendre com es va generar el cultiu dels tulipans a Holanda a partir del segle XVI, incloent-hi la bombolla econòmica que es va generar amb la coneguda "tulipomania" del XVII, especialment al voltant de la caríssima varietat *Semper Augustus*. També el paper de moltes de les plantes qualificades com a espècia, la cerca de les quals va motivar el descobriment d'Amèrica o les grans expedicions oceàniques i científiques dels segles XVI al XVIII; de pas, per exemple, aprendrem, de la mà de Rosa Porcel, a distingir els diferents tipus i qualitats de la canyella. O llegir relaxadament capítols com "Fitoquímica: un mundo de moléculas vegetales", on l'autora ens descriu la composició vegetal dels plats que formarien part d'un hipotètic sopar romàntic. Rar serà l'apartat del llibre on

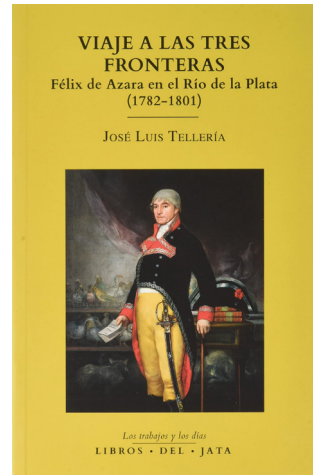
el lector no trobe amenitats i dades que li permetran recordar més fàcilment aspectes del món vegetal i de les seues constants relacions amb els éssers humans.

Fidel a la sèrie de la qual forma part, el llibre s'edita en un format econòmic, on les il·lustracions apareixen en blanc i negre, sense que això li reste en absolut interès, ja que els lectors veuran prompte que el valor de fotografies, dibuixos o esquemes és merament explicatiu, molt subsidiari davant la qualitat literària i tècnica del text. Prova de l'interès de l'obra, la primera edició de la qual va veure la llum a l'octubre de 2020 -no en va apareixen fins i tot referències a la pandèmia Covid-19-, és que va necessitar reeditar-se en 2021, i no és d'estranyar que en el futur se'n vegem noves edicions. Són garanties, sens dubte, de l'excel·lent qualitat del seu contingut, la lectura del qual recomanem des d'ací.

*Emilio Laguna. CIEF. Generalitat Valenciana.*

**Viaje a las 3 fronteras. Félix de Azara en el Río de la Plata (1782-1801)**  
**José Luis Tellería. 2021.**

Libros del Jata, sota la direcció del seu editor Gustavo Renobales, ens torna a oferir l'oportunitat de tindre entre mans un llibre excepcional pel seu contingut, i on el to divulgatiu no desdiu l'interès tècnic i científic. Se centra aquesta vegada en un personatge poc conegut de la història dels naturalistes espanyols, malgrat haver sigut un dels epònims més honorat -noms d'espècies biològiques dedicats al seu cognom-. Ens referim a Félix de Azara (1742-1821), expert cartògraf, militar i gran aficionat al coneixement de la fauna i la flora, que va formar part de l'expedició enviada per ordre de Carles III en 1782 per a desllindar els límits entre els regnes d'Espanya i Portugal, al voltant de l'actual Brasil. Dels diferents grups de cartògrafs enviats a aquella missió, Azara es va encarregar des d'aqueixa data i fins a 1801 -regnant ja a la seua tornada a Espanya Carles IV-, dels territoris que convergeixen en el Riu de la Plata, incloent-hi l'Uruguai, Paraguai, i bona part del nord de l'Argentina. Natural de Burbuñales (Osca), va destacar per la seua inclinació als ideals il·lustrats i el rebuig a l'absolutisme; entre altres exemples del seu caràcter, és conegut que va rebutjar en 1815 que se li atorgara l'Orde d'Isabel la Catòlica, en ple avanç dels ideals de Ferran VII.



Viaje a las 3 fronteras. Félix de Azara en el Río de la Plata (1782-1801). 2021. 252 pp. Libros del Jata. Bilbao. Llengua: Castellà. ISBN 978-84-16443-14-7. PVP: 23.40 eur.

El llibre és obra del professor José Luis Tellería, catedràtic de zoologia de la Universitat Complutense de Madrid, i un dels principals experts espanyols en el coneixement de l'avifauna, la biogeografia i la biologia de la conservació animal. Al llarg d'onze capítols, Tellería reviu els diaris d'Azara, abocats en almenys 7 llibres publicats entre 1790 i 1809, incloent-hi els seus coneguts "Viatges per l'Amèrica Meridional", i realitza un recorregut similar al que va fer el cartògraf d'Osca més de dos segles arrere. Viatjant sovint amb autobús i parant en les principals ciutats visitades per Azara, l'autor analitza cadascun dels seus passos, de què destaquen les especials dificultats que comportava la gesta cartogràfica, ja que havia de travessar rius, camins o i trams de vegetació selvàtica amb uns mitjans notablement inferiors als actuals, i sense tot just disposar de referències sobre les espècies biològiques que allí vivien, en molts casos encara per descriure. Com a màxim, Félix de Azara havia tingut accés a l'obra del comte de Buffon, però no a la de Carl von Linné, i en les diferents ciutats que va visitar, a penes va trobar experts locals que pogueren guiar-lo en el coneixement científic de les abundants espècies que va veure al seu pas, i que es va encarregar de descriure detalladament als seus llibres. Amb encara més encert, per formar part de la pròpia descripció geogràfica que tenia encomanada, Azara va relatar l'estat del medi natural, amb referències als

tipus de vegetació, i sense evitar ressenyes, sovint crítiques, a l'expansió de l'activitat humana sobre l'entorn. De fet, grans extensions del territori que va explorar el naturalista albergaven centenars de milers de vaques assilvestrades, i no poques de les espècies vegetals útils introduïdes pels colonitzadors espanyols des del segle XVI havien donat lloc a importants canvis en el paisatge -fins i tot formant, per exemple, grans boscos de bresquillers-. Félix de Azara es va moure fonamentalment a l'entorn dels grans rius de la zona, que marcarien posteriorment les fronteres polítiques amb el Brasil, i les que van separar les actuals Argentina, Paraguai i l'Uruguai; parlem així del Paraná i els seus grans afluents Paraguai i Pilcomayo o Araguaí; o el riu Uruguai i el seu afluent el Negre, les aigües del qual, unides a les del Paraná i altres tributaris, s'eixamplen formant el Riu de la Plata. També va visitar el riu Salat, estés al sud de Buenos Aires.

El treball d'Azara no es va reduir només a l'estudi geogràfic i biològic, sinó també, en molts casos, a l'etnològic, recollint molts dels costums que tenien els habitants de les zones visitades. Mentre al sud a penes existien ètnies locals, gran part de la població era resultat de la colonització espanyola, cap a l'oest i el nord es donava un progressiu enriquiment ètnic. En particular, l'aragonés va entrar en major contacte amb la cultura guaraní, que en moltes zones era -i continua sent- el component fonamental de la societat. Va poder apreciar i va valorar de pas el notable treball realitzat anys arrere per les missions jesuïtes, a pesar que el seu germà, el diplomàtic José Nicolás de Azara (1730-1804), destinat a Roma, havia sigut un dels principals artífexs de la supressió de l'orde religiós, dictada pel papa Climent XIV en 1773. En el seu recorregut actual per les mateixes zones, Tellería narra amb detall els importants canvis ambientals i paisatgístics ocorreguts, i també, en alguns casos, el bon estat de conservació del medi natural. Abunda en el relat de la desaparició de moltes espècies, la reculada de les quals ja havia sigut clarament pronosticada per Félix de Azara, i en les grans modificacions generades en els dos últims segles per l'avanç de l'agricultura, la intensificació ramadera, o les polítiques hidràuliques.

Les aportacions d'Azara a la zoologia van motivar que fins a deu espècies actualment acceptades d'aquests grups biològics porten en el seu nom científic el cognom d'aquest naturalista, per als rangs d'espècie o subespècie. A pesar que la seua figura siga quasibé

desconeguda, excepte pels especialistes en la zoologia americana, va ser un dels autors més citats per Charles Darwin al llarg de moltes de les seues obres, i recollia abundants observacions de l'il·lustrat aragonés sobre la distribució de les espècies, la seua etologia, i els efectes que l'acció humana havia causat directament o indirectament sobre la reducció i expansió de les poblacions de plantes i animals.

Dins de les publicacions de Libros del Jata, el llibre de José Luis Tellería estrena una nova sèrie amb un títol més que suggeridor, "Los trabajos y los días", i com la resta d'obres de l'editorial, està imprès en paper d'excel·lent qualitat. La coberta, amb solapes que li donen major consistència, està il·lustrada amb el retrat que Francisco de Goya va fer a Félix de Azara l'any 1805. Aquest mateix retrat forma part de les 8 pàgines il·lustrades en color que es troben en la part central del text, i que es componen en part de mapes que permeten al lector una adequada orientació sobre els territoris, ciutats i principals paratges visitats pel naturalista. Com en altres obres precedents, cal felicitar l'editor per l'encert en l'elecció de l'obra, i per descomptat a l'autor del text, als il·lustradors i als qui han intervingut en la seua publicació. Es tracta d'un excel·lent precedent per a futures obres, cridades a seguir el camí encetat en aquesta nova sèrie de Libros del Jata.

*Emilio Laguna. CIEF. Generalitat Valenciana.*

### **Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares, 19(1) i 19(2).**

#### **Gramineae**

**Juan Antonio Devesa, Carlos Romero Zarco et al. (eds.). 2020-2021**

Amb la publicació, en els anys 2020 i 2021, dels dos toms del volum 19 de *Flora iberica*, dedicats a les gramínies o poàcies, culmina una monumental obra en 21 volums (alguns en dos o tres toms) que va començar a ser publicada el 1986. Són, doncs, 36 els anys que ha durat la publicació d'aquesta magna obra. Els dos toms ressenyats totalitzen 1.496 pàgines, més 66 de paginació amb numeració romana. L'edició d'aquest volum, igual que la dels altres, ha estat feta pel Real Jardín Botánico, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. És notable, talment com en els altres volums,



Juan A. Devesa & al. (eds.). 2020. *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, 19(1). Gramineae (partim). 738+XLVI pp. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. Llengua: castellà. Preu: 35 €. ISBN: 978-84-00-10695-9.

Carlos Romero & al. (eds.). 2021. *Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, 19(2). Gramineae (partim). 758+XX pp. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid. Llengua: castellà. Preu: 35 €. ISBN: 978-84-00-10817-5

la qualitat tipogràfica, en aquest volum a càrrec de la Imprenta Roal, de Madrid.

El primer tom ha tingut com a editors els botànics Juan Antonio Devesa Alcaraz, Carlos Romero Zarco, Antoni Buira Clua, Alejandro Quintanar Sánchez i Carlos Aedo Pérez. Han estat editors del segon tom els botànics Carlos Romero Zarco, Enrique Rico Hernández, Manuel Benito Crespo Villalba, Juan Antonio Devesa Alcaraz, Antoni Buira Clua i Carlos Aedo Pérez. Han estat 55 els autors o coautors de les monografies genèriques, llista molt llarga per a detallar-la. Cal lamentar, en aquest volum, l'absència quasi absoluta d'autors portuguesos. La descripció de les famílies i altres entitats supragenèriques ha estat a càrrec de Juan Antonio Devesa i de Carlos Romero, d'altra banda els autors més prolífics, amb 33 i 19 monografies de gèneres, respectivament. Cal destacar la clau general de gèneres, elaborada per Carlos Romero Zarco, amb aportacions de Carlos Aedo, Antoni Buira, Manuel B. Crespo, Juan A. Devesa i Enrique Rico. A més dels monògrafs, han participat en aquest volum 42 assessors, un consultor filològic i tres membres d'un comitè bibliogràfic.

Els dibuixos, magnífics, segueixen amb la qualitat iniciada pel recordat dibuixant Enric Sierra Ràfols. Les il·lustracions d'aquest volum de gramínies han estat realitzades per Juan Luis Castillo Gorroño, Xavier Fornés Llodrà, Román García Mora i Rodrigo Tavera Mendoza. Tanmateix, igual que passava en els volums anteriorment apareguts, s'il·lustren principalment espècies endèmiques o de poca rellevància en el conjunt de la flora ibèrica. Certament, s'indica la iconografia existent de les espècies comunes o de distribució àmplia, però això no pal·lia aquesta deficiència, perquè les fonts iconogràfiques referides sovint són poc assequibles i en qualsevol cas la seva consulta representa un entrebanc.

En l'introit de cada gènere s'adjunta una explicació del nom, feta per Alejandro Quintanar Sánchez, força interessant, encara que la mida de la lletra dificulta la seva lectura i que en alguns casos és excessivament llarga. Respecte al significat dels epítets llatins o llatinitzats de les espècies, es troba a faltar el diccionari de termes específics, que s'hagués pogut fer, si no amb l'amplitud que tenia en altres volums de l'obra, almenys d'una manera succinta.

Són tractats 134 gèneres i 468 espècies de gramínies o poàcies que creixen espontàniament a la península Ibèrica i illes Balears. Seguint el pla general de l'obra, per a cada espècie són inclosos els apartats següents: nom considerat correcte, tipus nomenclatural, iconografia, descripció, nombres cromosòmics, hàbitat, floració, corologia, noms vernacles, observacions, espècies a cercar i híbrids.

Com molt bé subratlla Carlos Aedo, en el preàmbul del segon tom: "Las descripciones pasan de esencialmente diagnósticas en los volúmenes iniciales a prolifas y minuciosas en los últimos". La proximitat de les descripcions en aquest volum sobre les gramínies va molt bé per a un especialista, però resulta difícil per als botànics generalistes. Cal, doncs, apel·lar a la paciència dels lectors i dir-los que aquesta minuciositat facilita l'estudi de la planta, i més en el cas de les gramínies, unes plantes amb fulles externament molt semblants, amb flors radicalment diferents de les de la majoria d'altres fanerògames, amb fruits poc distingibles i amb pocs caràcters diacrítics, i encara els pocs existents solen ser complicats d'observar (histologia foliar mitjançant talls de fulles, artells del raquidi, pilositat de l'ovari, forma del call o cal·lus, mida i morfologia de les lodícules, etc.).

Tot i que els criteris taxonòmics són tan diversos com autors hi ha de monografies, s'han aconseguit uns mínims de coherència gràcies als responsables del tractament dels gèneres i entitats supragenèriques. En tots els casos, tanmateix, els patrons de qualitat són altíssims.

Seria molt llarga l'enumeració de les dificultats taxonòmiques superades, dels aclariments nomenclaturals, de les actualitzacions corològiques i fins i tot dels comentaris basats en la taxonomia molecular. A tall d'exemple, es podria esmentar el bon treball fet amb el gènere *Festuca*, una veritable *crux botanicorum*. També en altres gèneres difícils (*Bromus*, *Elymus*, *Helictochloa*, *Poa*, *Puccinellia*, *Stipa*, etc.) s'ha arribat a tractaments satisfactoris. I s'han resolt nombrosos problemes puntuals (*Bromus benekenii*, *Dactylis glomerata*, *Hyparrhenia sinaica*, *Phragmites australis*, *Poa pratensis*, etc.). Ultra això, són d'agradir les monografies de gramínies naturalitzades de fa temps o introduïdes recentment, la majoria de les quals no es podien identificar amb les flors clàssiques o usuals.

Un defecte que s'arrossega des del primer volum és la petitesa de la lletra del paràgraf que engloba aspectes tan importants com la distribució geogràfica, l'hàbitat i els noms vulgars. A molts lectors els és necessària la utilització d'una lupa, amb la molèstia consegüent. Igualment, en l'apartat d'observacions, la lletra és menuda a més no poder, encara que en aquest cas el defecte ja no és tan greu perquè es tracta d'un apartat no tan substancial. Un altre defecte, o com a mínim un tema de discussió, és la utilització de paraules o grafies tan extemporànies i dissonants com "obscur" (i no "oscuro"), o prosòdicament incorrectes com l'esdrúixola "lectótipo" (en lloc de "lectotipo") o el controvertit mot "taxon" (en lloc de "taxón", que és la forma preferent que figura en el diccionari de la Real Academia Española). Però aquestes qüestions lingüístiques no són del cas tractar-les en aquesta ressenya.

Com a conclusió final, s'ha de proclamar l'excel·lència d'aquest volum doble referent a les gramínies o poàcies de la flora ibèrica i baleàrica. Es pot afirmar sense empatx que enllaça dignament amb les obres clàssiques de la graminologia (o agrostologia), part importantíssima de la botànica.

Àngel M. Hernández. Secció de Ciències Naturals, Centre Excursionista de Terrassa.

## **Geografia particular. Llocs, paisatges... mirades Josep Vigo. 2021.**

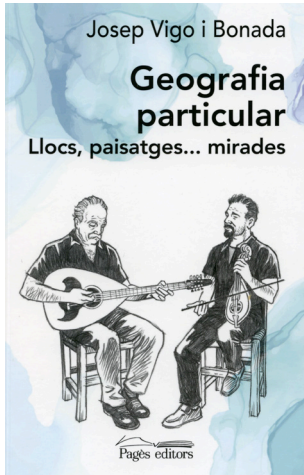
Josep Vigo i Bonada és conegut arreu com a botànic. Fou catedràtic de Botànica de la Universitat de Barcelona i és membre numerari de la Secció de Ciències Naturals de l'Institut d'Estudis Catalans. Entre moltes altres obres, és autor dels llibres *La vegetació del massís de Penyagolosa* (1968), *L'alta muntanya catalana. Flora i vegetació* (1976 i 2008), *El poblament vegetal de la Vall de Ribes* (1983) i, juntament amb Oriol de Bolòs, *Flora dels Països Catalans* (1984-2001), en quatre volums.

Però el llibre ací ressenyat no és cap llibre de botànica, sinó, com diu l'autor en la presentació, és la descripció del món en què ell ha viscut (geografia particular) i sobre les mirades posades en fragments d'aqueix món (llocs, paisatges, persones...). I continua dient que les mirades que ha adreçat són les que de manera espontània naixien del seu esperit, les d'algú vivament interessat per la natura en sentit ampli: el relleu, l'estructura geològica, els éssers vius, els ecosistemes..., però també la gent i la seva activitat sobre el territori.

El llibre consta de 19 capítols, que es poden llegir de manera independent perquè cadascun és una unitat temàtica. Això és un avantatge per als lectors, ja que poden deixar i reprendre la lectura en qualsevol moment, a la seva conveniència. El paper no és setinat ni les lletres són brillants, la qual cosa també és d'agradir. El llibre ha estat editat per Pagès editors, de Lleida, i ha estat imprès a Arts Gràfiques Bobalà, també de Lleida, amb molta pulcritud i amb un cos de lletra gros i fàcilment llegible. Els dibuixos que il·lustren l'obra han estat realitzats per Oriol Garcia Quera, ben conegut per tots els compradors de llibres de muntanya de la Llibreria Quera, del carrer Petritxol, de Barcelona.

Els relats són personals, de la seva "geografia particular", però l'autor no es pot deslligar de la seva sòlida formació naturalista, especialment en botànica. També destaca el seu origen "de poble", concretament de la vila pirinenca de Ribes de Freser, no solament per la gran riquesa lèxica "rural", sinó també per la vivesa expressiva "camperola", dues qualitats millorades pels seus amplis coneixements en totes les branques del saber.

En el primer capítol, fa referència a la filera de pollanques que vorejava un camí de la seva vila natal, i que, a



Geografia particular. Llocs, paisatges... mirades. Josep Vigo i Bonada. 2021. 243 pp. Pagès editors. Lleida. Llengua: català. Preu: 17 €. ISBN: 978-84-1303-279-5

més d'un record d'infància, representava el seu primer contacte amb la natura. Malauradament, el camí va ser enterrat per l'asfalt, van canalitzar el torrent adjacent i va desaparèixer la filera de pollancre, però afirma que aquests arbres existiran mentre ell en guardi memòria o hi hagi algú que llegeixi el que ha deixat escrit.

Són diversos els capítols dedicats a espais naturals. Un d'ells és sobre el massís de Garraf i constitueix un interessant estudi sobre l'estructura càrstica d'aquest muntanyam calcari i les interessants plantes que s'hi fan: margalló, arçot, càrritx, etc., encara que també es contemplen aspectes històrics i de geografia humana, així com referències als greus desgavells que s'hi van fer abans de ser declarat parc natural el 1986, concretament les moltes i enormes pedreres i l'obertura, l'any 1974, d'un gran abocador per a les escombraries de Barcelona, que tot i ser clausurat vint anys després, no deixa de tenir, encara ara, efectes nocius, especialment per la contaminació d'aqüífers i per les emanacions de gasos no precisament "nobles".

Un altre capítol és el referent a les Gorges del Freser, ben fresades per ell, les quals recorda sempre amb veneració i confessa que, en els moments difícils, s'hi transportava mentalment, en els quals retrobava espais de calma. No deixa de sorprendre'ns el vessant poètic de l'autor, quan descriu aquells paratges sublimes: "Entre pedres llises i còdols gegants, cascades s'hi estimben,

altes i eixordants, i un cop amansides, estenen llur vel en gorges tranquil·les que espillen el cel. Hi ha bagues fresquívoles cobertes de pins, on molses tendríssimes fan flonjos coixins. Els galls fers hi crien entre verds nabius i l'isard hi espia des de grenys altius".

Altres espais naturals o de la seva "geografia particular" són aquests: la muntanya de Sant Amanç (Ripollès), la pica de Cerví (Pallars Jussà), la serra del Cadí, la plana de Vic, la comarca aragonesa dels Monegres, la Serreta Negra o Vedat de Fraga, les dunes litorals, les planúries de l'Àfrica oriental i les muntanyes (i la gent) de Creta.

Particularment viscudes i reeixides són les vint pàgines que dedica a Penyalgosa, contrada que fou objecte de la seva tesi doctoral, basada en exploracions fetes des del 1961 al 1963. Seixanta anys després, les coses han canviat molt en aquells tocoms. Un exemple és això que comenta: "La vida domèstica era, en general, senzilla. Llavors a les cases de Vistabella no hi havia encara aigua corrent; calia anar a buscar-la a la font de Dalt i abocar-la en càntirs, gibrells i palanganes. Quan queia la tarda, les xiques anaven a proveir-se'n amb gerres de terrissa que traginaven a braç o damunt del cap, una estampa costumista ja força insòlita per a mi. Un detall que em cridava l'atenció és que a Vistabella, i en altres pobles de parla valenciana, la majoria de noies vestien de negre o gris", i explica que això era degut al dol que guardaven les dones durant llargues temporades. Les impressions que li causaven els paisatges també són comentades amb vehemència, com el que s'albira des del tossal de l'Alforí, ja entrada la primavera: "Era un mosaic d'una bellesa austera, amb messes que exhibien diferents tonalitats del verd i camps llaurats, de color bru, siena o rogenic. Em va semblar un paisatge meravellós", o la visió que tingué una tarda caminant pel pla d'Amunt, després d'una tempesta: "De tant en tant s'alçava d'entre les messes encara verdes una alosa que, com solen fer aquests ocells, s'enfilava cel amunt tot cantant i després es deixava caure com en un desmai". També constata la simfonia de colors que oferien els conreus de cereals en aquella època, quan encara no s'havia implantat el tractament amb herbicides, i com les herbes arvenses creixien a pler: "Roselles, morrons, esperons de cavaller, pensaments de camp, ulls de perdú... i moltíssimes altres plantes". El capítol és un doll de comentaris i de dades sobre aquest emblemàtic massís: sobre topografia, substrats



geològics, plantes que s'hi fan o insectes que hi viuen, com la famosa papallona graellsia. Acaba el capítol amb un to nostàlgic: “La natura es trobava en estat d'innocència, raonablement humanitzada, però no feta malbé. Era gairebé un paradís”. I afegeix, en un to melancòlic: “És clar que, com se sap, els únics paradisos que existeixen són els perduts”.

A part d'aquests capítols sobre àrees naturals, n'hi ha alguns de molt personals, com el de la seva estada a Mataró com a estudiant o el que glossa el plaer i els

avantatges de caminar tot sol per camps i muntanyes. Finalment, n'hi ha alguns altres, com era de suposar, dedicats a plantes: la gavarrera (o roser gavarrer o caní), els esbarzers i les gencianes blaves.

En definitiva, es tracta d'un llibre d'agradable i profitosa lectura, recomanable no sols per als naturalistes, sinó també per al comú de la gent.

*Àngel M. Hernández. Secció de Ciències Naturals, Centre Excursionista de Terrassa.*

## Normes de publicació

Nemus és una publicació científica editada conjuntament per l'associació Ateneu de Natura, per l'associació Grup Au d'Ornitologia i per l'associació Paleontològica i Mineralògica d'Onda, que publica articles originals de les diverses branques de les ciències naturals de tot el món, encara que tindran especial consideració els treballs referits a la Mediterrània occidental. Nemus també publicarà notes breus corresponents a treballs de poca extensió.

La llengua preferent de publicació serà el català. També es podrà publicar en anglès o en qualsevol de les altres tres llengües oficials de l'Estat Espanyol. Tots els treballs han d'incloure una traducció a l'anglès del títol, el resum, els mots clau i els peus de les figures. Quan l'article incloga la descripció d'una espècie nova serà imprescindible que la diagnosi i la descripció es faça també en anglès a més de la llengua original del treball. Si la llengua original del treball no és romànica s'ha d'incloure, també, un resum i mots clau en català.

### Procediment d'admissió

Els treballs s'han de remetre en format electrònic l'adreça: ateneudenatura@gmail.com abans del 31 de març de cada any. Cal enviar els treballs en un document de text en qualsevol format compatible de Windows que incloga el text complet en la font Times New Roman. Les taules s'han de remetre en Microsoft Excel o compatible. Si es presenta un gràfic, cal aportar les dades originals que el sustenten en un full de càlcul. Les figures es remetent separades del text i en format d'alta resolució, mínim 300 dpi (preferentment en JPG). El format de publicació de la revista és 14 x 21 cm a full sencer. Les imatges s'han d'ajustar si és possible a aquestes mides o dividides per 2 i 4 per a figures més menudes.

Els títols i els peus de les figures i de les taules s'inclouen al final del text, amb indicació d'on haurien d'anar. Tota taula i figura ha de ser citada en el text amb el format: (Fig. 1), (Fig. 1A-B), (Fig. 3A-C, G) o (Taula 2). La numeració serà en xifres aràbigues i les diferents imatges dins d'una figura marcades amb lletres majúscules.

Els treballs que no s'adeqüen a aquestes normes es retornaran als autors per a la seua adaptació. No es considerarà la data de recepció fins que els originals es presenten segons el que disposen aquestes normes.

Es contestarà als autors sobre l'admissió del treball en un termini de dos mesos des de la completa recepció de l'original proposat. Els treballs s'estudien per dos revisors externs pel sistema de doble cec. Les indicacions i suggeriments s'han d'incorporar a l'escrit final o bé argumentar

les causes de la no incorporació.

En el cas que es publiqui el seu treball, els autors rebran un exemplar de la revista i el PDF de l'article. L'acceptació d'aquestes normes i publicar en Nemus implica que els autors cedeixen a l'editor els seus drets, inclòs l'accés obert en Internet.

### Normes generals de redacció

Els autors han d'evitar les repeticions. La redacció cal que siga impersonal i s'ha d'usar llenguatge estàndard i registre formal. Tant al resum com al text la primera vegada que se cita una espècie, cal indicar el nom comú, en minúscula, i el científic en cursiva (el nom vulgar pit-roig, *Erithacus rubecula*). Per a la resta de cites només s'ha d'utilitzar el nom comú, si en té, o el científic abreujat. Per a les espècies fòssils la primera cita en resums i textos es completa, en cursiva, amb autor i any de publicació, (*Anchura carrascoi* Calzada & Forner, 2009); els autors van entre parèntesis si el gènere que s'indica no és l'original al qual es va adscriure; per a les següents citacions únicament s'escriu el gènere abreujat i l'espècie (*A. carrascoi*). Els autors han de seguir les normes del Codi Internacional de Nomenclatura Zoològica o del Codi Internacional de Nomenclatura Botànica segons el cas. El material (tipus i exemplars figurats) ha d'estar registrat i dipositat en una institució accessible als investigadors.

Cal evitar el tractament a nivell subespecífic sempre que no siga estrictament necessari. Els topònims s'han d'escriure sempre en forma acadèmica, en la llengua pròpia del lloc. Es recomana indicar la font de la sistemàtica i l'origen del nom comuns de les espècies.

Els cites en el text han de ser del tipus: Castany & Tirado (2003); (Castany & Tirado, 2003); (Castany & Tirado, 2003: 432-433), si són plurals cal ordenar-les cronològicament (Calzada, 1979; Martinell, 1987; Kidwell, 2003). Els textos legals: (Decret 70/2009). Si es trasllada en una cita un text, es farà entre cometes. Cal evitar, sempre que siga possible, la cita d'informes o memòries no publicades. Els treballs en premsa només poden citar-se si han estat acceptats per a publicar.

### Articles

Els articles s'han de remetre estructurats en els següents apartats:

**Títol.** Ha de ser com més curt millor i que informe sobre el contingut. Ha d'incloure grup taxonòmic, edat per als treballs paleontològics i zona geogràfica, sense recórrer a termes polítics. Si el nom és llarg, cal aportar un nom abreujat de fins a 10 paraules per a les capçaleres de les

pàgines. Si no s'aporta, l'abreujarà l'editor.

**Autors.** Nom complet dels autors, adreça postal, correu electrònic i institució a la qual pertany, si fa el cas.

**Resum.** No podrà superar les 400 paraules, sense incloure: referències, números, abreviatures, acrònims o mesures, si no és que resulten imprescindibles. El resum ha de tenir els següents apartats:

- Una breu introducció, de nivell bàsic, a la matèria tractada.
- Una breu exposició de l'interès del treball en l'àmbit que s'estudia.
- Unes frases amb les conclusions principals.
- Una declaració on s'indique la millora que ha suposat el treball en el camp estudiat.

**Mots clau.** Entre quatre i vuit.

Si l'article no està redactat en anglès seguirà a continuació: Title, abstract i keywords.

**Introducció.** Cal donar una idea dels antecedents històrics del tema, així com de l'interès i finalitat del treball.

**Material i mètode.** Posteriorment, cal incloure tota la informació necessària sobre les espècies estudiades, el material recollit, les tècniques de recollecció per a obtenir la mostra o censos, la zona d'estudi, els instruments utilitzats, els mètodes d'estudi i les anàlisis de dades que permeten comprendre i interpretar correctament els resultats que es presentaran.

**Resultats.** En aquest apartat cal presentar només les dades i resultats obtinguts pels autors.

**Discussió i conclusions.** Finalment cal discutir els resultats obtinguts i la comparació amb altres treballs relacionats.

**Bibliografia.** Conté només les publicacions citades en el text. La llista s'ordena alfabèticament per autors i cronològicament per un mateix autor; a més, cal afegir les lletres minúscules, (a, b, c,...) per als treballs d'un mateix any. Els autors i l'any de publicació van amb negreta i s'ajusten als següents models:

Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL). 2015. Corpus Toponímic. <http://www.avl.gva.es>. (consultada el 19/12/2015).

Barreda, J. & Castany, J. 2008a. Aus al Parc de Ribalta. 156 pp. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.

Barrón, E. 2003. Indicios de paleoincendios en el Terciario de la Península Ibérica. *Nemus*, 1: 5-16.

Decret 70/2009, de 22 de maig, del Consell, pel qual es crea i regula el Catàleg Valencià d'Espècies de Flora Amenacades i es regulen mesures addicionals de conservació. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. DOCV núm. 6021, de 26/05/2009:

20143-20162.

Richardson, W.J. 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. *Oikos*, 30: 224-272.

Salas, R. 1987. El cicle Cretaci inferior al marge oriental d'Iberia. In R. Folch i Guillèn (Ed.) *Història Natural dels Països Catalans, Geologia I*. Vol. 1: 333-348. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Serrasolsas I. 1994. Fertilitat de sòls forestals afectats pel foc. Dinàmica del nitrògen i del fòsfor. 323 pp. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.

Smith A.B. & Kroh, A. 2015. The Echinoid Directory. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (consultada el 18/12/2015).

**Agraïments.** S'han de mencionar, si escau, les persones o entitats que han contribuït d'alguna forma a la realització del treball.

## Notes breus

Les notes breus són treballs de fins a 10 pàgines impreses, incloent-hi taules i figures, en les quals s'informa de dades preliminars, noves observacions, primeres cites, etc. d'especial rellevància. Les notes breus porten un resum de menys de 200 paraules, sense referències ni números, abreviatures, acrònims o mesures, llevat que resulten imprescindibles. El resum ha de donar una idea general sobre la nota, amb la inclusió en aquest ordre:

- Descripció i motivació del treball.
- Unes frases sobre mètode i materials.
- Un paràgraf sobre els resultats més rellevants.
- Si es el cas, una discussió d'aquests resultats.

Les notes breus han de tenir un format de presentació lliure sense subdivisions internes, encara que s'han d'ajustar com més millor a una estructura ordenada que incloga una explicació de l'interès i finalitat del treball, seguida de tota la informació necessària sobre la zona d'estudi, els instruments utilitzats i els mètodes d'anàlisi que permeten interpretar adequadament els resultats presentats; per a continuació procedir amb la relació de resultats als quals s'integrarà la discussió, en la qual s'indicarà la rellevància de l'estudi. Si fos necessari cal incloure una breu secció d'agraïments.

## Taules

S'han de numerar correlativament. Les taules han d'estar citades al text. Cada taula ha d'anar acompanyada d'un títol que siga una descripció clara, concisa i suficientment explicativa del contingut. El peu també ha d'anar en anglès si no és la llengua del treball. S'ha d'indicar on ha d'anar. Les taules es remeten en un fitxer Excel o compatible.

**Figures**

Tota classe d'il·lustracions (gràfics, fotos, dibuixos, plànols, ...) entren amb el nom de la figura numerada correlativament seguint l'ordre d'aparició en el text. El peu també va en anglès. Les figures s'han de reproduir exactament com es presenten pels autors, per la qual cosa han de ser remeses correctament elaborades i impreses si són il·lustracions o mitjançant suports electrònics d'alta resolució. Totes elles han de tenir el mateix estil de lletra i presentació. En el cas de gràfics, cal djuntar també (preferentment en Excel) la matriu de dades amb la qual s'ha generat.

**Altres treballs**

També s'admeten, en el format de nota, ressenyes d'institucions o museus científics, normativa legal i novetats bibliogràfiques amb relació a les ciències naturals, amb un màxim de 6.000 caràcters inclosos espais. Les ressenyes només es revisen internament. Si són de llibres s'ha d'annexar la imatge de la portada.







## ARTICLES

|  |     |
|--|-----|
| Nou registre de blocs de tsunamis a la costa rocosa de Binidali (S de Menorca, illes Balears) .....  | 16  |
| Primera cita de presència de bloques asociados a eventos extremos en la costa S de la isla Española (República Dominicana) .....   | 24  |
| A paisaxe protexida dos Penedos de Pasarela e Traba (Costa da Morte, Galicia) .....  | 31  |
| Pérdida de sedimento associada a la retirada de depósitos de <i>Sargassum</i> spp. en las playas del Caribe .....  | 48  |
| Catàleg actualitzat i claus d'identificació de les gramínies de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (Barcelona) .....   | 64  |
| Una nova varietat de <i>Juniperus phoenicea</i> (Cupressaceae) per a Castelló i Tarragona .....  | 87  |
| <i>Teucrio roselloi</i> - <i>Hypericum ericoidis</i> ass. nov. ( <i>Hypericum ericoidis</i> ), nova associació setabenca saxícola de la serra de les Raboses (Cullera, València, Espanya) .....                  | 99  |
| Una nova associació ruderal-nitròfila, <i>Beto vulgaris</i> - <i>Atriplicetum suberecti</i> ass. nov. ( <i>Chenopodium muralis</i> ), per a la plana quaternària valenciana (València, Espanya) .....            | 104 |
| Estructura i dinàmica del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i comparació amb savinars de l'illa de Mallorca .....  | 111 |
| Note sur des crustacés décapodes du Rupélien de Gaas (Landes, France) avec description d'un nouveau crabe ( <i>Brachyura</i> : Leucosiidae) .....  | 122 |
| Descripció de <i>Testacella lidenbrocki</i> sp. nov. (Gastropoda: Testacellidae, grupo scutulium), una nueva especie de distribució gimnèsica .....  | 137 |
| Una nueva especie del género <i>Corbicula</i> (Bivalvia: Cyrenidae) presente en el bajo Ebro .....   | 148 |
| A new genus and new species of valvatiform Hydrobiidae for the North-East Iberian Peninsula .....  | 160 |
| Nomenclature of Helicidae (Gastropoda: Pulmonata) endemic to the Balearics .....   | 168 |
| Evidències primerenques del gènere <i>Iberellus</i> Hesse, 1908 (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) al Pliocè inferior de Mallorca, amb descripció d' <i>Iberellus colladoi</i> sp. nov. .... | 187 |
| <i>Catopygus vilari</i> sp. nov. (Echinoidea) de l'Aptià inferior de la conca del Maestrat .....   | 194 |
| <i>Acriaster arensis</i> sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloidea) del Barremià d'Ares del Maestrat .....   | 208 |
| Parasitisme en equinoïdeus de l'Albià (Cretaci Inferior) de la serralada Ibèrica .....   | 221 |
| Bioerosió en mol·luscs pleistocens de la plataforma marina catalana .....  | 237 |
| Patrons de distribució i diversitat de l'avifauna a la Plana de Castelló (E de la península Ibèrica) .....   | 262 |

## NOTES BREUS

|   |     |
|---|-----|
| Las Salinas de Jaraguas, una zona de gran interès naturalístic .....  | 278 |
| Primer registre de <i>Sinotaia quadrata</i> (Benson, 1842) (Gastropoda: Viviparidae) al País Valencià .....                 | 281 |
| Primera troballa del caragol aquàtic <i>Pomacea diffusa</i> Blume, 1957 (Gastropoda: Ampullariidae) al País Valencià .....  | 284 |
| Primer registre de <i>Cerithium scabridum</i> Philippi, 1848 (Gastropoda) a Vinaròs (el Baix Maestrat) .....                | 288 |
| <i>Maestratina royoi</i> (Echinoidea) en el Aptiense inferior de la cuenca Vasco-Cantàbrica .....                           | 292 |
| <i>Washitaster delgadoi</i> (Echinoidea) a l'Albià de Cabanes de l'Arc (subconca de la Salzedella) .....                    | 299 |
| Nuevo registro de <i>Leptosalenia barredai</i> (Echinoidea), del Albiense de Comillas (cuenca Vasco-Cantàbrica) .....       | 306 |
| Paleontologia de proximitat: <i>Leptosalenia barredai</i> (Echinoidea: Saleniidae) a l'Albià de la ciutat de Tarragona .... | 310 |
| Documentació d'un peix del Miocè inferior d'Esporles (Mallorca, illes Balears, Mediterrània occidental) .....               | 318 |
| Primera cita de <i>Latibulus orientalis</i> Horstmann 1987 en Europa continental (Hymenoptera: Ichneumonidae) .....         | 322 |
| Ressenyes bibliogràfiques .....   | 326 |
| Normes de publicació .....  | 336 |