



Bolletí de la  
**Societat d'Història Natural de les Balears**

ISSN 0212-260X  
**Volum 52** (2009)  
Palma de Mallorca

**BSHN**



Caïó des Camps (Artà, Mallorca). Fotografia de L. Gómez-Pujol

**52**

## **Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears**

Revista editada per la Societat d'Història Natural de les Balears amb l'esperit de contribuir a l'increment del coneixement de la naturalesa preferentment dins de l'àmbit de les Illes Balears i la Mediterrània, encara que també publica treballs originals de qualsevol àrea del món. Se publica en la modalitat d'un volum anual.

### **Junta de Publicacions**

Editor: Guillem X. Pons i Buades

Miquel A. Conesa i Muñoz  
Joan J. Fornós i Astó  
Lluís Gómez-Pujol  
Amàlia Grau i Jofre  
Natàlia Llorente Nosti

### **Junta Directiva**

President: Antoni Grau i Jofre  
Vice-President: Lluís Moragues Zaforteza  
Secretari: Damià Vicens Xamena  
Tresorera: Maria Vidal Rigo  
Bibliotecari: Martí Llobera O'Brien  
Vocal 1er: Francesc Gràcia i Lladó  
Vocal 2on: Francisca Mir Socies  
Vocal 3er: Damià Ramis i Bernad

### **Direcció Postal i Administració del Bolletí**

Societat d'Història Natural de les Balears  
Carrer Margalida Xirgu, 16 baixos  
07011 Palma de Mallorca  
<http://www.shnb.org>  
E-mail: [publicacions@shnb.org](mailto:publicacions@shnb.org)

**BOLLETÍ**  
**de la**  
**SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL**  
**DE LES BALEARS**  
**52 (2009)**

El present bolletí ha estat editat per la Societat d'Història Natural de les Balears, i no ha comptat amb cap subvenció.





Vol. 52 (2009)

SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

**Bolletí  
de la Societat  
d'Història  
Natural  
de les Balears**

**Data de publicació: desembre 2009**  
**Palma de Mallorca**  
ISSN 0212-260X

Depòsit legal, PM 56-1959  
ISSN 0212-260X

El consell assessor (Comitè Científic) del **Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears** està integrat pels següents membres, a tots els quals la Junta de Publicacions agraeix la seva col·laboració.

Dr. M. Alonso (Limnos, S.A., Barcelona)  
Dr. J. Armengol (Univ. de Barcelona)  
Dr. E. Ballesteros (Inst. Est. Avançats de Blanes)  
Dr. X. Bellés (Cent. Inst. Des., Barcelona)  
Dr. J. Bertranpetit (Univ. Barcelona)  
Dr. M. Bosch (Univ. de Barcelona)  
Dr. M.A. Carretero (Univ. de Barcelona)  
Dr. M.A. Calvo (Univ. Autònoma de Barcelona)  
Dr. J. Cuello (Barcelona)  
Dr. J.G. Esteban (Univ. de València)  
Dr. J. Ferrer (Naturhis, Riskmuseet, Stockholm)  
Sr. P. Fraga (Institut Menorquí d'Estudis)  
Dr. A. Garcia-Rubiés (Univ. de Barcelona)  
Dr. B. Gelabert (Univ. Illes Balears)  
Sr. A.M. Grau (Soc. Hist. Nat. Balears)  
Dr. C. M. Herrera (Est. Biol. Doñana)  
Dr. C. Juan (Univ. Illes Balears)  
Dr. A. Lacasa (Univ. Politècnica de Cartagena)  
Dr. K. Lethinen (Univ. Turku, Finlàndia)  
Dr. X. Llimona (Univ. de Barcelona)  
Dr. E. Macpherson (Inst. Cienc. Mar Barcelona)  
Dra. A.M. Castilla (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid)  
Sr. J. Mayol (Cons. Medi Ambient, Govern de les Illes Balears)  
Sr. M. McMinn (SKUA, SL)  
Sr. L. Moragues (Soc. Hist. Nat. Balears)  
Dra. E. Moreno (Est. Exper. Zonas Áridas, Almeria)  
Dr. J. A. Morguí (Univ. Barcelona)  
Dra. C. Mourer-Chauviré (Univ. Lyon)  
Dra. M. Muntañola-Cvetkovic (Univ. Belgrad)  
Dr. L. Munari (Mus. Civ. Hist. Nat., Venezia)  
Dr. G. Nieto (Real Jardín Botánico de Madrid)  
Sr. L. Núñez (Soc. Hist. Nat. Balears)  
Dr. J.J. Pérez de Gregorio (Barcelona)  
Dr. R. Pérez-Obiol (Univ. Autònoma, Barcelona)  
Dr. E. Petitpierre (Univ. Illes Balears)  
Dr. D. Ramis (Soc. Hist. Nat. Balears)  
Dr. O. Riba (Univ. Barcelona)  
Dra. A. Ribera (Univ. de Barcelona)  
Dr. C. Ribera (Univ. de Barcelona)  
Sr. F. Riera (Soc. Hist. Nat. Balears)  
Dr. V. Roca (Univ. de València)  
Dr. A. Rodríguez-Perea (Univ. Illes Balears)  
Dr. J. Ros (Univ. de Barcelona)  
Dr. J.A. Rosselló (Univ. de València)  
Dr. V.M. Rosselló (Univ. de València)  
Dr. X. Ruiz (Univ. de Barcelona)  
Dr. L. Sáez (Univ. Autònoma, Barcelona)  
Dr. J. Servera (Univ. Illes Balears)  
Dr. J. Terrados (Univ. Autònoma, Barcelona)  
Sr. D. Vicens (Soc. Hist. Nat. Balears)



## ÍNDEX

### Editorial

- Tambussi, C.P.** Darwin a l'Argentina: fòssils, aus i el paper clau del violinista sord.  
*Darwin in Argentina: fossils, birds and the key role of deaf violinist* ..... 9

### Articles

- Fraga, P.** Caracterització i avaluació de l'estat de conservació del conjunt d'arbrat de la Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca, Illes Balears).  
*Characterization and conservation status of an urban forest in the Minorca island (Balearic Islands)* ..... 31
- Pujades Salvà, A. J. i Mus, M.** Presència d'*Orobancha olbiensis* (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) a les Illes Balears.  
*Occurrence of Orobancha olbiensis (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) in the Balearic Islands*. ..... 49
- Mas, X., Riera, F., Navarro, O. i Grau, A.M<sup>a</sup>.** Sobre la presència de *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) en aigües de les Illes Balears (Mediterrània Occidental).  
*About the presence of Fistularia commersonii (Rüppell, 1835) on the Balearic Islands (Western Mediterranean)*. ..... 55
- Vicens, D.** Registre paleontològic a jaciments litorals del Pleistocè superior a la península d'Artà (Mallorca, Mediterrània occidental).  
*Coastal Upper Pleistocene deposits on the Artà Peninsula: Artà (Island of Majorca, Western Mediterranean)*. ..... 61
- Roig-Munar, F.X., Pintó, J. i Martín-Prieto, J.Á.** Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona).  
*Geoambiental and landscape description of the beach-dune system of Cala Borró (Cap Ras, Alt Empordà-Costa Brava, Girona)*. ..... 81
- Mas, X., Escandell, M<sup>a</sup>C. i Canyelles, X.** Presència de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) en aigües de les Illes Balears.  
*Presence of Sardinella maderensis (Lowe, 1839) on the Balearic Islands*. ..... 93
- Morey, B. i Mas, G.** Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental).  
*Preliminary approach to the Neogene from Santa Eugenia (Mallorca, Balearic Islands, Western Mediterranean)*. ..... 99
- Vadell, M. and Hoch, H.** *Cixius* (*Ceratocixius*) *pallipes* Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha: Cixiidae): first record for Spain.  
*Cixius (Ceratocixius) pallipes Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha: Cixiidae): primera cita per a Espanya*. ..... 123

<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b> Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca. <i>Fixation and stabilisation of coastal dunes in the Balearic Islands through afforestation: a case study in Minorca.</i> .....	129
<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b> Descripció del sistema platja-duna de Trebalúger i Sant Llorenç (sud de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the beach-dunar sstem of Trebalúger and Sant Llorenç (south of Minorca, Balearic Islands).</i> .....	141
<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b> Descripció del sistema dunar de Cala Escorxada (sud de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the dunar system of cala Escorxada (south of Minorca, Balearic Islands).</i> .....	155
<b>Vadell, M. y Pons, G.X.</b> Aportaciones al conocimiento de los quilópodos (Chilopoda; Geophilomorpha) de la Serra de na Burguesa (Mallorca, islas Baleares). <i>Contributions to the knowledge of centipedes (Chilopoda; Geophilomorpha) in the na Burguesa (Mallorca, Balearic Islands).</i> .....	169
<b>Mayol, J., Álvarez, C. i Manzano, X.</b> Presència i control del coatí, <i>Nasua nasua</i> L., i d'altres carnívors introduïts en època recent a Mallorca. <i>Presence and control of the Coati, Nasua nasua L, and other carnivores introduced in recent times in Mallorca.</i> .....	183
<b>Box, A., Grau, A. M<sup>a</sup>, Blanco, A. i Riera, F.</b> Els raors ( <i>Xyrichthys novacula</i> ) a la Reserva dels Freu d'Eivissa i Formentera; efecte de la protecció espacial. <i>The pearly razorfish (Xyrichthys novacula) in the marine protected area of Freus d'Eivissa i Formentera; the effect of the spatial protection.</i> .....	193
<b>Rodríguez, C., Box, A., Deudero, S. i Guerra-Garcia, J.M.</b> Amfípodes associats a comunitats algals i detritus amb presència de l'alga invasora <i>Lophocladia lallemandii</i> al Parc Natural de sa Dragonera (Illes Balears). <i>Amphipods associated on the algal and debris communities with the presence of invasive algae Lophocladia lallemandii sa Dragonera Natural Park (Balearic Islands).</i> .....	203
<b>Altres</b>	
Normes de Publicació del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	221
Normas de Publicación del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	226
Publication rules of the <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	231





SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

## **Darwin a l'Argentina: fòssils, aus i el paper clau del violinista sord**

Claudia P. TAMBUSSI

Investigadora CONICET  
Coordinadora Àrea Educativa i Difusió Científica  
Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina  
tambussi@fcnym.unlp.edu.ar

*De vegades el pensament sembla haver d'obrir-se camí per  
innumerable barreres fins aconseguir ser escoltat.*

Julio Cortázar (Les armes secretes, 1959)

Estam a la primera part del segle XIX. Napoleó és derrotat, el seu imperi repartit entre els vencedors i el mateix emperador, desterrat el 1821 a una presó desolada emplaçada en una roca enmig de l'Atlàntic. L'armament d'Europa es desmantella, els regiments es dissolen o són enviats a les noves colònies, i les flotes s'utilitzen parcialment per a l'exercici del comerç.

Per la seva banda, les enormes colònies americanes dependents d'Espanya, són difícils d'administrar, les comunicacions decauen, la burocràcia creix i el caos intern les fa vulnerables a la coacció externa. Entre 1808-any de la caiguda del monarca Ferran VII-i 1826, es produeix el desmembrament de l'imperi espanyol a Amèrica i la independència de les colònies espanyoles en aquest continent (excepte Cuba i Puerto Rico que el fan molt més tardanament). Les Províncies Unides del Río de La Plata, que més tard adoptaran el nom de República Argentina, declaren la seva independència el 1810. La República Oriental de l'Uruguai, amb Montevideo com a capital, es proclama el 1828.

En els principals ports d'Amèrica del Sud s'assenten militars britànics així com vaixells de comerç exterior. Aquest és un punt àlgid per als nacionalistes i una font de satisfacció per als empresaris que de sobte es troben fent negocis fabulosos amb Anglaterra o amb rics pròdigs anglesos. Els punts estratègics són, sense dubtes, Río de Janeiro, Montevideo, Buenos Aires i les Illes Malvines. El 1832, la goleta Sarandí arriba a les illes en representació de les autoritats argentines, aquesta ocupació s'estén per un any, fins al 2 de gener de 1833, quan la corbeta Clio pren possessió de Puerto Soledad.

En aquells dies, el "Restaurador de les Lleis" Juan Manuel de Rosas (1793-1877), que havia estat elegit governador de Buenos Aires (1829), inicia una campanya al "desert" (la població blanca deia així a les terres que romanien al marge de la civilització), la finalitat era protegir les fronteres, rescatar captius i provocar una clara submissió dels grups originaris (1833 i 1834). Es trasllada amb les seves forces al Río Colorado, a la Patagònia. Aquest lloc i aquest home, serà important en la història que Darwin va viure a l'Argentina.

Amb la seva autorització i un salconduit que li havia atorgat el govern de Buenos Aires de torn, Darwin va poder recórrer rumb al nord-est, les sempre agitades terres argentines.

Amèrica es mostrava com un món sense guerra, amb l'Atlàntic sense perill (Gran Bretanya havia acabat amb la pirateria marítima) en la qual el comerç semblava una variant prometedora per als capitalistes europeus. A partir de la primera dècada del segle XIX, nombrosos empresaris de parla anglesa arriben a Sud-amèrica per fer fortuna. Fins aquest moment, el bestiar boví de les pampes es feia servir només per cuirs curtits i la carn es no era aprofitada. Literalment, milions de caps de bestiar vagaven solts, una cosa així com un rebost a portes obertes per als criolls i els gautxos. Amb la nova aflluència de diners estranger, comencen a establir salines que s'utilitzen en la preparació de carn per a exportació. Paral·lelament, les importacions britàniques inunden els mercats locals fins a tal punt, que els ponxos dels gautxos se confeccionen amb llana filada a Manchester (Parodiz. Darwin in the New World, 1981).

El major dels desafiaments era estendre els negocis més enllà de les pampes, al llarg de la costa atlàntica d'Amèrica del Sud i en la gran conca del Pacífic. Sense canal de Panamà, el comerç entre Europa i el Pacífic només podia utilitzar dues vies: la del Cap d'Hornos a l'extrem d'Amèrica del Sud o la del cap de Bona Esperança al sud Àfrica.

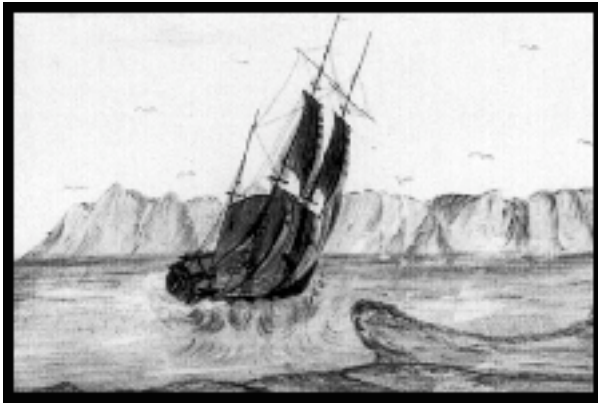
#### QUADRE 1

La primera carta nàutica coneguda del territori Sud Austral va ser publicada per Le Maire a Amsterdam el 1617. Incloïa exclusivament el contorn de la zona d'arxipèlags i el canal Beagle només insinuat. Des de moltes dècades enrere el coneixement d'aquest territori es va mantenir limitat, explorat tènueament per alguns filibusters anglesos. El capità James Cook cap a 1774, efectua aixecaments cartogràfics del contorn, reconeix Navidad i s'anomena a l'illa Nueva amb aquest nom. Bougainville que va explorar les Illes Malvines, l'almirall espanyol Malaspina i Joachin D'Arquistade són recordats com exploradors dels territoris més del sud d'Amèrica del Sud. Va ser aquest últim qui va incloure en les seves expedicions a naturalistes i científics, els que lliuraran els primers coneixements més detallats dels habitants i recursos de la terra i el mar. A aquestes exploracions els segueixen les dels vaixells anglesos que, en el període de 1829 a 1834, desenvolupen les tasques d'exploració i aixecaments hidrogràfics: Philip Parker King, Robert Fitz Roy acompanyats per Stokes, Murray, Skyring, Otway i Kirke.

El Cap d'Hornos ja era famós per les seves tempestes i naufragis. En aquest marc, trobar vies més segures resulta vital per a l'expansió del comerç mundial. Aquest va ser el propòsit de dos viatges britànics: el primer el 1826 al comandament del hidrogràfic Capità Philip Parker King (1791-1856), que va realitzar quatre viatges entre desembre de 1826 i abril de 1830 i el segon, cinc anys més tard, al comandament del jove capità Robert Fitz Roy (1805-1865).

Les instruccions que seguïen aquests viatges eren precises: cartografiar les costes del sud d'Amèrica del Sud, en particular els tortuosos canals del Cap d'Hornos i obtenir informació meteorològica, de les corrents, de les profunditats i de la identificació de cales segures a on ancorar.

A la primera expedició, el bergantí H.M.S. Beagle, navegava capitanejat per Pringle Stokes (1793-1828). El Comandant en Cap de l'estació d'Amèrica del Sud, l'almirall Otway, nomena Fitz Roy en substitució d'Stokes qui s'havia suïcidat. En tornar a Plymouth, dos anys després, Fitz Roy només havia completat parcialment la missió en la qual s'havia compromès el seu antecessor.



**Fig. 1.** Esbós del H.M.S. Beagle a l'entrada del Riu Santa Creu. Realitzat per Syms Covington.

*Fig. 1. Sketch of the H.M.S. Beagle at the entrance of Santa Cruz River. By Syms Covington.*

El següent viatge del Beagle a Amèrica es va transformar en una obsessió per Fitz Roy qui es va encarregar del recondicionament del bergantí, va augmentar l'estabilitat mitjançant increment del gruix de cobertes i afavorint el drenatge, l'alleugerir eliminant armes i va afegir accessoris més moderns com cronòmetres i simpiesòmetres, un baròmetre de la seva invenció. Més enllà dels fins cartogràfics, Fitz Roy tenia una altra raó per tornar a Amèrica. En els últims mesos del primer viatge, quatre originaris de Terra del Foc, yámanas i alacaluf, van ser capturats i traslladats a Anglaterra per tal d'evangelitzar-los i educar-los per després convertir-los en l'avançada anglesa després de la seva reinserció a la zona del Cap. Ells eren El'leparu conegut com York Minster qui va ser capturat el 3 març 1830 als 29 anys; O'run-del'lico conegut com Jemmy Button suposadament intercanviat l'11 de maig 1830 per un petit botó de perla; Yok'cushly o Fuegia Basket capturada el 4 febrer 1830 quan tenia 8/9 anys i el yámana Boat Memory (nom original desconegut) capturat el 4 març 1830 als 20 anys i qui va morir a l'hospital naval de Plymouth.

També hi havia altres fins, no necessàriament mercantils que perseguia particularment la societat britànica. Al segle XIX es van posar de moda les expedicions científiques a la recerca de novetats i rareses zoològiques i botàniques. Entre els més cobejats tresors estaven els colibrís o Picaflor que havien arribat a Europa dissecats i les plomes s'empraven en decoració de vestits i barrets. Al *Systema Naturae* de Linné de 1758 ja estaven classificades 18 espècies; aquest nombre va anar creixent acceleradament; cap a 1829 es reconeixien 100 espècies i en pocs anys més es coneixia gairebé la totalitat de les 320 espècies vivents [Ashwell A. 2009. En el bicentenari de Darwin, i els ocells? *Elementos* 74: 3-13]. George Loddige posseïa la col·lecció més nombrosa de 200 espècimens amb un exemplar de *Loddigesia mirabilis* d'un valor aproximat de 50 mil lliures esterlines. En pocs anys a resposta de la demanda creixent, es va desencadenar la cacera per terres americanes. El 1849 John Gould (1804-1881) qui era reconegut com el major coneixedor d'aus de l'època, va escriure i va editar *Monograph of Humming-birds*, cinc volums dedicats a aquestes aus. Charles Darwin va rebre del mateix Gould aquests llibres. John Gould també va resultar jugar un paper protagonista en la història de Darwin, no la que aquest va viure en el seu derroter transoceànic sinó en els temps posteriors, finalitzat ja el viatge del Beagle.

En aquest context de cobdícia de coneixements científics barrejat amb els fins d'expansió mercantil, s'entén que en un vaixell com el Beagle s'embarcàs també un naturalista que tingués la comesa de registrar, capturar i traslladar espècimens d'altres terres. Aquest justament és el cas de Charles Darwin (1809-1882).

També estava contemplat el registre per part d'un dibuixant: el primer va ser Augustus Earle qui va ser succeït per Conrad Martens que va pujar al Beagle el 1835, quan aquest estava a les costes de Montevideo.



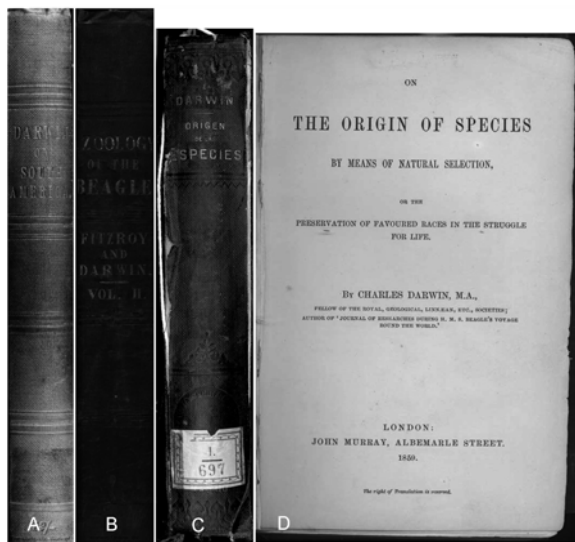
**Fig. 2.** El H.M.S. Beagle. Aquarel·la de Conrad Martens.  
**Fig. 2.** *The H.M.S. Beagle.* Watercolor by Conrad Martens.

La història és sabuda: una oferta pública d'una plaça en el Beagle per a un naturalista oferta per Fitz Roy. La participació de John Henslow (1796-1861), professor de Botànica de St John College a Cambridge, per convèncer Darwin, la de l'oncle per convèncer el pare de Darwin qui va acceptar més costejar el viatge del seu fill pels següents cinc anys, entre el 27 de desembre de 1831 i el 2 d'octubre de 1836.

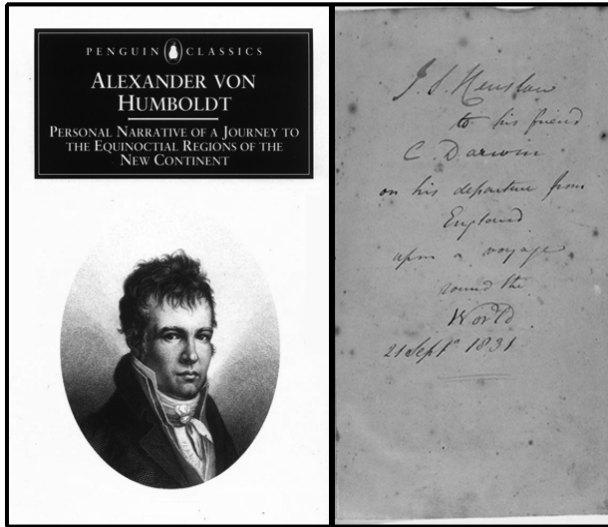
Les fonts per estudiar a Darwin en aquest període de la seva vida són molt conegudes: els relats del viatge (Viatge d'un naturalista al voltant del món o El viatge del Beagle editat el 1839, l'Autobiografia amb els agregats del seu fill Francis, la correspondència i les notes de les seves obres ulteriors especialment al "L'Origen de les espècies". Charles Robert Darwin va publicar unes 7.000 pàgines a part de la seva correspondència. El 1946 la seva neboda néta Nora Barlow va publicar Darwin viatger, amb 38 cartes familiars inèdites o conegudes per fragments.

També va donar a conèixer els seus apunts de camp. De les 24 llibretes de camp, 13 són de viatges terra endins. Avui està accessible a Internet aquesta inapreciable informació. També és part de la història coneguda (o almenys desitjable que sigui coneguda) la publicació de "L'origen de les espècies" fa 150 anys.

El Darwin que va partir d'Anglaterra tenia 22 anys; portava un bagatge de coneixement força ampli en el camp de la geologia i menys en el de la botànica i zoologia. *Principles of Geology* (Tom I) de Charles Lyell amb la seva proposta de l'uniformitarisme i *Personal narrative* de Alexander von Humboldt eren dos dels catorze llibres que portava el Beagle. Segons assenyala Darwin molt després, la biblioteca del Beagle no comptava amb els llibres que Félix de Azara [Apuntamientos para la historia natural de las Pajaros del Paraguay y Rio de la Plata, tres volums, Madrid, 1802-1805 i Apuntamientos para la historia natural de los cuadrúpedos del Paraguay y Rio de la Plata, 1802] ja havia escrit



**Fig 3.** Alguns dels llibres de Darwin. (A) Llom de *South America geology* (1846), (B) Llom de *The zoology of the voyage of H.M.S. Beagle*, volum II Birds by John Gould (1841), (C) Llom i (D) Portada de *The Origin of species by means of natural selection* (1859).  
**Fig. 3.** Some of Darwin's books. (A) Spine of *South America geology* (1846); (B) Spine of *The zoology of the voyage of H.M.S. Beagle*, volume II Birds by John Gould (1841). (C) Spine and (D) Cover of *The Origin of species by means of natural selection* (1859).



**Fig 4.** Portada de *Personal Narrative of a Journey to the Equinoctial Regions of the New Continent* i facsimil de les paraules que el Professor John Stevens Henslow li va escriure a Darwin quan li va obsequiar el llibre perquè el portés en el seu viatge.

**Fig. 4.** Cover of *Personal narrative of a Journey to the Equinoctial Regions of the New Continent and facsimile of the words written by Professor John Henslow to Darwin when Henslow gave him the book that Darwin would take on his voyage.*

sobre els animals del Plata i que li haurien facilitat molt la identificació de la fauna que col·leccionava.

Hi ha dos aspectes en els quals faré èmfasi en aquestes pàgines. Un referit als fòssils que Darwin va recol·lectar a l'Argentina i el seu valor com a promotor de les idees evolucionistes, i l'altre, el paper que van jugar en aquesta història Syms Covington, John Gould i les aus del Beagle.

## El Galápagos dels fòssils

El Beagle va estar a Amèrica del Sud per un període de dos anys, des del 28 febrer 1832 al 7 de setembre de 1835. Després d'arribar a Rio de Janeiro (5 juliol 1832), va navegar rumb al sud, cap a les costes Riu de la Plata. Els seus descobriments principalment a Maldonado (Uruguai), a la pampa i costa de la Patagònia de l'Argentina, li van produir una fascinació comparable a la que li havia causat l'exuberant vegetació de la selva brasilera. Com a part de les seves troballes s'inclouen restes de gegantins mamífers d'edat plistocènica, entre ells diferents peressossos i gliptodonts, ungulats nadius com *Toxodon* i *Macrauchenia*, a més de cavalls i altres mamífers petits semblants a rosegadors. Són interessants les notes de Darwin sobre cada un de les seves troballes, per citar-ne alguna diu: "... el *Toxodon*, potser un dels més estranys animals que hagin estat descoberts, a la talla és igual a l'elefant o Megateri ... jutjant per la posició dels seus ulls, orelles i ous i era probablement aquàtic com el dugong i el manatí, amb el qual té gran parentiu" (*Voyage of the Beagle*, 1833, original en anglès).

Fins al moment en el qual Darwin havia deixat Europa, només es coneixien dos mamífers de gran mida procedents d'Amèrica, el *Megatherium* i el *Mastodon*. Segurament



## QUADRE 2

Algunes de les anotacions de Charles Darwin sobre la fauna extingida de l'Argentina extretes i traduïdes de El viatge, demostren com Darwin establia parentiu entre les faunes extingides i vivents; comparava estils de vida utilitzant l'actualisme, una clàssica eina de la paleontologia i s'endinsava en el camp de la paleobiologia.

A port Sant Julià trobà un esquelet de *Macrauchenia patachonica*, notable quadrúpede, tan gran com un camell. Pertany a la mateixa divisió o grup dels paquiderms... però en l'estructura dels ossos del seu llarg coll ofereix una evident relació amb el camell, o més bé amb el guanac i diu.

En el dipòsit pampeà de la Baixada vaig trobar la carcassa òssia d'un animal gegantí semblant l'armadillo, l'interior de la cloaca quan és extreta la terra que contenia recordava la forma d'una gran caldera.

L'enorme mida dels ossos dels animals megateroideos, incloent el *Megatherium*, *Megalonyx*, *Scelidotherium* i *Mylodon*, és veritablement sorprenent. Les dents indiquen per la seva simple estructura que aquests animals megateroideos s'alimentaven de substàncies vegetals, i probablement de les fulles i branquetes dels arbres; ... alguns eminents naturalistes han cregut que, com els peressossos, amb els quals es relacionen íntimament, vivien penjats de les branques, cap per avall i menjant les fulles. No obstant això, és una idea agosarada, per no dir absurda, la de suposar arbres, encara que siguin antediluvians, amb branques prou fortes per sostenir animals tan copulents com elefants.

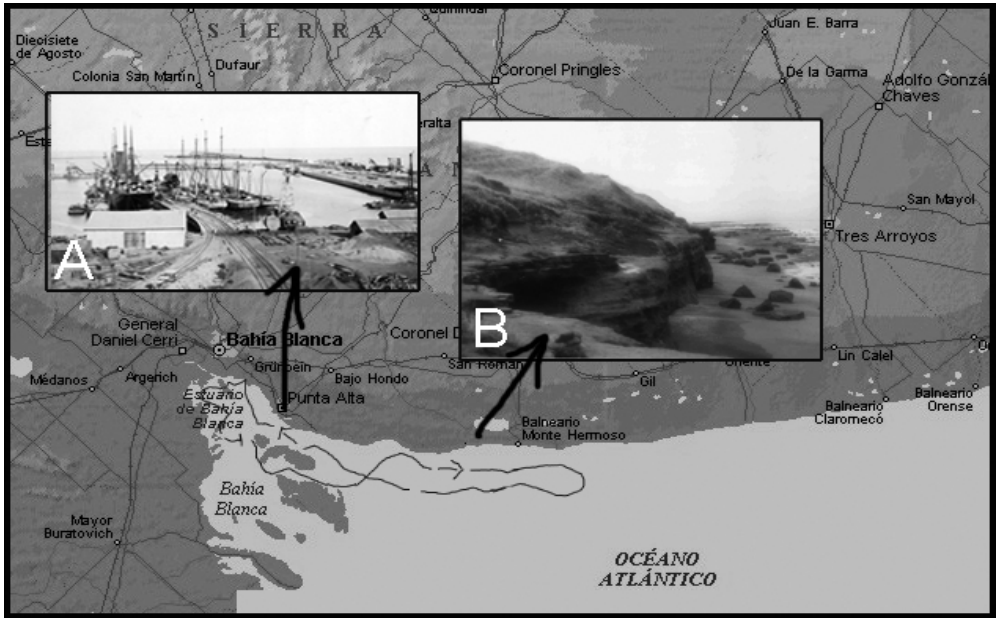
I també vaig trobar grans *Toxodon* i *Mastodont*, juntament amb la dent d'un cavall... vaig tenir escrupulosa cura de comprovar amb tota certesa el fet d'haver quedat sepultat al mateix temps amb els altres fòssils ... Certament és un fet meravellós de la història dels mamífers que a Sudamèrica hagi viscut i desaparegut un cavall indígena, ha passat a edats posteriors pels introduïts pels colons espanyols!

per aquesta raó va assignar a un o altre d'aquests dos tàxons, els materials que anava descobrint en el seu derroter per terres americanes, una assignació que més tard fou corregida per l'anatomista anglès Richard Owen (1804-1892).

Durant 1832 Darwin va recórrer principalment l'àrea corresponent al Partit de Coronel Rosales, on va trobar el primer fòssil al jaciment de Punta Alta (23 de setembre), un lloc que va visitar en reiterades oportunitats. Més tard va descobrir el de barranca Monte Hermoso, també ubicat a l'actual província de Buenos Aires.

La seva ruta el va portar a recórrer aquesta província amb rumb nord-est, fins a la província de Santa Fe i Entre Ríos. Després d'aquest viatge Darwin reflexionava: "*We may therefore conclude that the whole area of the Pampas is one wide sepulchre for these extinct quadrupeds*" (Voyage of the Beagle, Capítol VII, 1833). El mes de novembre següent, Darwin també col·lectava fòssils a l'Uruguai. L'última troballa es va produir a la província patagònica de Santa Cruz (Puerto San Julián, un espècimen de *Macrauchenia*). Quan s'exploren els escrits de Darwin sobre els moments que vivència en aquests llocs, queda clar que la convicció de l'extinció com procés natural, de la successió d'espècies i de la relació de parentiu entre formes extingides i vivents, va tenir el seu bressol en aquests paratges.

Entre 1837 i 1845, Owen va estudiar tots els mamífers fòssils descoberts per Darwin [once tàxons, sis nous per a la ciència, vegeu Fernicola *et al.*, *The fossil mammals collected by Charles Darwin in South America during his travels on board the HMS Beagle*. Rev



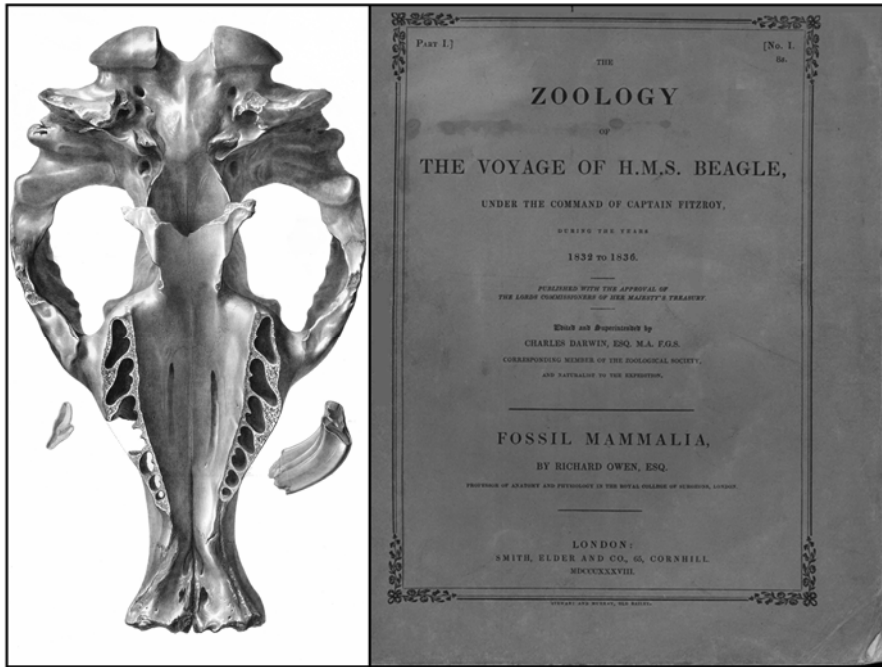
**Fig. 5.** Costa atlàntica de la Província de Buenos Aires, Argentina. (A) Base Naval Port Belgrano durant la seva construcció en 1898, emplaçada sobre el lloc en què Darwin va trobar els primers fòssils de megamamífers, (B) localitat de Monte Hermoso. El traç sobre la mar assenyalava el recorregut del Beagle a la Bahía Blanca.

*Fig. 5. Atlantic coast of Buenos Aires province, Argentina. (A) Puerto Belgrano Naval Base during its construction in 1898. It is located where Darwin found his first fossils of Megamammals; (B) Monte Hermoso locality. The trace on the sea shows the route of the Beagle in Bahía Blanca.*



**Fig. 6.** Desembocadura del Riu Santa Cruz a la costa atlàntica Patagònia. Durant abril de 1834 el HSM Beagle era ancorat en aquest mateix lloc, conegut ara com *Puerto Punta Quilla* (esquerra). Entre el 18 d'abril i el 8 de maig d'aquell mateix any, 25 persones entre les que estaven Darwin i Fitz Roy amb tres bots baleners i provisions per a tres setmanes, remuntaven el riu cap a la serralada dels Andes buscant la capçalera del riu que mai van trobar.

*Fig. 6. Mouth of Santa Cruz River in the Patagonian Atlantic Coast. During April of 1834 the H.M.S. Beagle was caulked in that same place, today known as "Puerto Punta Quilla" (left). Between the 18<sup>th</sup> of April and the 8<sup>th</sup> of May of that same year, 25 people among whom were Darwin and Fitz Roy with three whale-boats and provisions for three weeks, went up river towards the Andes looking after the headwaters that was never found.*



**Fig. 7.** El crani de *Toxodon platensis*, descrit per Owen el 1837 i il·lustrat així en 1838, considerat com un dels ungulats nadius més derivats. A la dreta, facsimil de la portada de *Fossil Mammalia, Zoology of The zoology of the voyage of H.M.S Beagle* per Richard Owen editat per Charles Darwin.

**Fig. 7.** *Toxodon platensis* Skull, described by Owen in 1837 and illustrated like that in 1838, considered as one of the most derived native ungulate. On the right, facsimile of the cover of *Fossil Mammalia, Zoology of The zoology of the voyage of H.M.S Beagle* by Richard Owen edited by Charles Darwin

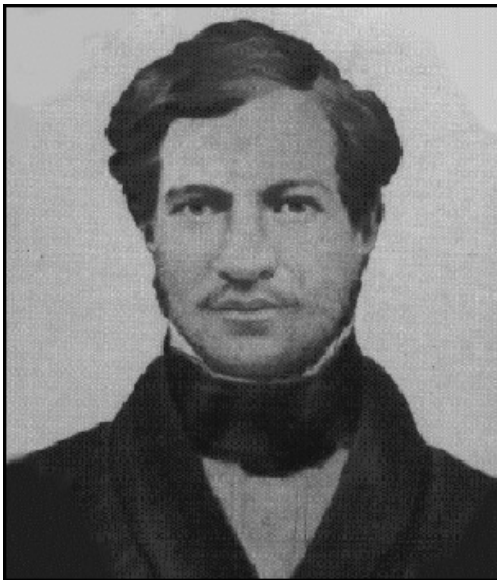
Asoc Geol. Argent., 64, 2009]. Richard Owen rebia els fòssils de mans de Heslow qui, al seu torn, els rebia d'Edward Lund, un comerciant anglès assentat a Buenos Aires. Els mamífers fòssils estan inclosos en l'obra de diversos volums a *Zoology of the Voyage of H.M.S Beagle, under the command of Captain Fitz-Roy, during the years 1832 to 1836*, prologada pel mateix Darwin i magníficament il·lustrada (Fig. 7).

La construcció de la Base Naval de Puerto Belgrano (1898) va destruir el jaciment de Punta Alta on Darwin havia trobat els seus primers fòssils. Encara avui es conserva el jaciment de barranca de Monte Hermoso troba a la costa de Buenos Aires entre les localitats de Pehuén-Có i Bateries (Fig. 5). Allà com llavors, s'atresoren restes fins i tot de les mateixes espècies que van inspirar a Darwin les idees pioneres sobre la transmutació de les espècies. No s'equivoca Niles Eldredge quan es refereix a aquest lloc com el *Galápagos dels fòssils*.

## Syms Covington, John Gould i les aus de Darwin

S'ha escrit molt sobre les habilitats de Charles Darwin com ageòleg, com a biogeògraf i com a zoòleg, però la seva destresa com a ornitòleg és matèria opinable. Hi ha qui sostenen que el seu registre de les aus que capturava estava molt lluny de complir amb els requisits habituals de l'activitat. Pel que sembla, els ocells tenien un interès marginal en ell. Darwin va denominar a les aus que col·leccionà de tres formes diferents, o bé utilitzant el seu nom comú en anglès (per exemple *ostrich* per al nyandú gran), el nom comú (per exemple partridge pels inambús americans) o el científic (eg *Psittacus* pel lloro Barranquer *Cyanoliseus*). Sobretot en aquest darrer cas va cometre molts errors. Un altre error va ser el de reconèixer tardanament el potencial valor científic que pogué tenir aquell nyandú que havien menjat amb la tripulació del Beagle (de carn vermella com la de res, enregistra Darwin) a la Patagònia i del que només va rescatar ales, potes i cap. La major part de les peces que col·leccionà durant tot el recorregut, 468 pells d'aus de les quals 327 procedeixen d'Amèrica del Sud, 10 parts anatòmiques de nyandú, ous i nius de 16 espècies diferents i 14 aus completes conservades en líquid les va capturar i processar el seu assistent, Syms Covington (c. 1816-1861) que comptava amb només 16 anys quan va embarcar al Beagle. Darwin a una carta al seu cosí ho deixa ben clar: *You ask me about Ornithology; my Labours in it are very simple - I have taught my servant to shoot & skin birds, & I give him money".*(Fig. 8).

Covington, el violinista del Beagle que paradoxalment era sord, es va transformar en empleat de Darwin des d'almenys l'abril de 1833 quan desembarquen junts a Maldonado i dic empleat en tant que Darwin pagava 60 lliures anuals per les seves tasques. Anava a cercar aigua potable per al vaixell, procurava els aliments per Darwin i registrava els preus



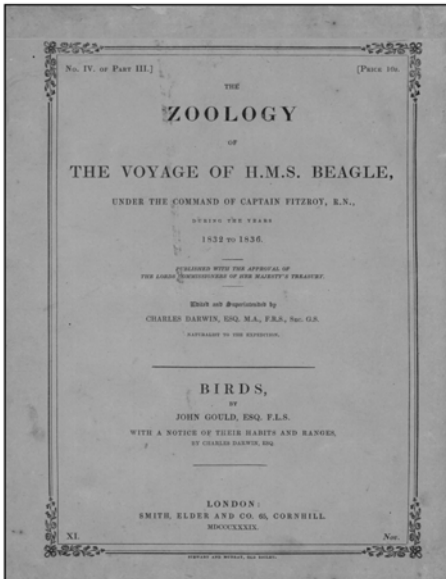
**Fig. 8.** Syms Covington, l'assistent de Charles Darwin. Autor desconegut.

*Fig. 8. Syms Covington, Charles Darwin Assistant. Unknown author.*

dels queviures en terra. Segons el seu relat en les seves pròpies notes, sembla haver vist en aquestes terres el mateix que molts emigrants pobres durant l'expansió europea, un lloc esperançador. Portava el seu propi diari, similar al que utilitzava Darwin, de tapes marrons de tela impermeable, de 22 per 15 cm en el que escrivia amb ploma o més tard amb llapis. Fins i tot registra l'excavació de Punta Alta amb detalls i il·lustra escenes en magnífics dibuixos i aquarel·la, avui protegits a la Biblioteca Mitchell. La seva làpida a Pambula (New South Wales) correctament ho anuncia com el "*Assistent de Charles Darwin*".

Al tornar a Anglaterra, Darwin va cedir la major part de la seva col·lecció d'aus a John Gould (1804-1881), un jardiner esdevingut ornitòleg de la Societat Zoològica de Londres. Va ser ell qui va identificar els pinsans com estretament emparentades (*Remarks on a group of ground Finches from Mr Darwin's collection, with characters of the new species*. Proc Zool Soc Lond 5, 1837) i va descriure 39 noves espècies d'aus. També va ser Gould qui va entendre que aquells restes parcials de nyandú eren d'una altra espècie a la qual va denominar *Rhea darwini* (*Rhea pennata*). Les Anatidae per exemple, van ser estudiades per un altre reconegut naturalista de l'època, Thomas Campbell Eyton (1809-1890) [*A synopsis on the Anatidae, or duck tribe*. Hobson, Wellington, Salop, UK, 1869]. (Fig. 9).

Les aus del Beagle estan avui distribuïdes en almenys vuit institucions al voltant del món, les etiquetes originals de Darwin van ser reemplaçades, moltes aus van ser venudes o regalades pel mateix Gould. Però sí que ens queda la forta empremta que Darwin ens va imposar, la idea que espècies semblants -les dues espècies de nyandú- es reemplacen a mesura que es recorre el continent. El nyandú gran (*Rhea americana*) habita les pampes i el nord de la Patagònia, el nyandú petit (*Rhea darwini* de Gould) o Petiso el substitueix més enllà del Rio Negro i s'estén cap al sud per la Patagònia. Juntament amb les proves de



**Fig. 9.** Facsimil de la portada de *Birds, Zoology of the voyage of H.M.S. Beagle* per John Gould editat per Charles Darwin.

**Fig. 9.** Facsimile of the cover *Birds, Zoology of the voyage of H.M.S. Beagle* by John Gould edited by Charles Darwin.



**Fig. 10.** Charles Darwin li va enviar des d'Anglaterra a Francisco Javier Muñiz, un qüestionari sobre la vaca nyata, una varietat de bestiar boví que havia observat en el seu viatge per l'Argentina. La resposta de Muñiz, metge i científic argentí va ser tan detallada, que Darwin va incloure aquests comentaris a *L'origen*. La foto correspon a la Sala d'Anatomia Comparada de Museo de La Plata. S'exhibeix allà un exemplar complet d'aquesta varietat.

**Fig. 10.** Charles Darwin sent from England to Francisco Javier Muñiz, a questionnaire about the niata-cow, a variety of cattle that he observed on his voyage in Argentina. The answer of Muñiz, Argentinean doctor and scientific, was so detailed that was included in "The Origin" by Darwin. The photo belongs to the comparative anatomy hall from the Museo de La Plata. There it is exhibited a complete specimen of a niata-cow.

la megafauna extingida, aquestes observacions sobre la distribució i divergència dels nyandús resultarien gairebé tan inspiradores per Darwin com els patrons que trobaria molts anys després amb els pinsans de les illes Galápagos.

A prop del final de la seva vida a l'autobiografia privada que va escriure per a la seva família, Darwin reconeix: *Durant el viatge del Beagle vaig quedar profundament impressionat en descobrir en la formació de les pampes, fòssils de grans animals coberts amb armadures similars als armadillos actuals; ... en segon terme (fent referència als nyandús), per la forma com els animals estretament relacionats es van reemplaçant un a l'altre a mesura que es descendeix pel continent ... i tercer, pel caràcter sud-americà de la majoria de les produccions de les illes Galápagos*".

La teoria de l'evolució enunciada per Darwin va representar un trencament en les concepcions que es tenien sobre la naturalesa en el segle XIX. Modificar radicalment les idees sobre la diversitat i la història de la vida incloent l'origen de l'home i ha contribuït a canvis importants en les ciències, el pensament social, la filosofia i les creences religioses.

Transcorreguts 150 anys la teoria va ser completada i parcialment modificada, però l'impacte que va ocasionar ha arribat als nostres dies també en forma de calorosos debats. Va ser i encara ho és, la base científica que explica l'origen de les espècies. El Museu de la Plata, inaugurat fa 120 anys, va ser concebut sota la teoria de l'evolució. Francisco Pascasio Moreno (1852 -1919), el seu fundador, va idear un recorregut des del món inanimat, com minerals i pedres, passant pel desenvolupament de la vida de les plantes i animals en el planeta i culminant amb l'ésser humà. A partir d'aquesta noció, els arquitectes van realitzar



el projecte de l'edifici amb una forma oval i la disposició de les exhibicions respectar aquest sentit. Va ser el primer museu d'Amèrica creat sota la llum d'aquesta teoria i, tot i les renovacions i permanents actualitzacions, encara es manté vigent el guió original.

Florentino Ameghino (1854-1911) el més renombrat paleontòleg argentí de finals del segle XIX, va treballar al *Museo de La Plata* i més tard al *Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*. Evolucionista confès, va seguir els passos de Darwin, Doering, D'Orbigy i Burmeister establint les bases de la geologia, estratigrafia i paleontologia argentina, la seva obra va deixar empremtes profundes en la ciència argentina (Fig. 10).

El Beagle va partir el 27 de desembre de 1831 i va tornar cinc anys més tard, el 2 d'octubre de 1836, després d'haver tocat les costes d'Amèrica del Sud i circumnavegat l'hemisferi sud del planeta. El Darwin que va desembarcar ja no era només el col·leccionista d'objectes naturals i retalls de la natura complint el mandat dels seus superiors. Molt menys, l'expert en aus sud-americanes o australianes o mamífers fòssils. Simplement era un Darwin que havia aconseguit fer-se la pregunta correcta: com?

*Quan vaig estar a bord del Beagle, com a naturalista, em va cridar molt l'atenció la distribució dels habitants d'Amèrica del sud i les relacions geològiques del present amb els habitants del passat en aquesta part del continent. Em va donar la impressió que aquests fets aclarien l'origen de les espècies, aquest misteri de misteris, com el va anomenar un dels nostres més grans filòsofs*

Charles Darwin, 1859

## **Agraïments**

Vull expressar la meua gratitud a les autoritats de la Universitat de les Illes Balears i al Comitè Any Darwin a les Illes Balears per haver-me convidat a participar en aquest cicle de conferències a l'any Darwin. A la Dra. Cori Ramon pels aspectes logístics previs i molt especialment al Dr Guillem X. Pons per la seva acostumada hospitalitat.

## **Darwin in Argentina: fossils, birds and the key role of the deaf violinist**

*Sometimes the thought seems to have to make its way through countless barriers until it is proposed and heard.*

Julio Cortázar (Secret weapons, 1959).

We are in the first part of the nineteenth century. Napoleon is defeated, his empire shared out among victors and the Emperor himself banished in 1821 to a desolate prison located on a rock in the middle of the Atlantic Ocean. Armaments in Europe are dismantled, the regiment dissolved and sent to the new colonies and the fleets are partially used for trading.

In turn, the huge American colonies dependent on Spain are difficult to manage, communications decline, bureaucracy increases and the internal chaos makes them vulnerable to external coercion. Between 1808 – year of the fall of King Fernando VII- and 1826 the dismemberment of the Spanish Empire in America and the independence of the Spanish colonies in this continent occurs (except in Cuba and Puerto Rico which occurs later). The United Provinces of Río de La Plata, which later will adopt the name of the Argentine Republic, declare its independence in 1810. The Oriental Republic of Uruguay, with Montevideo as capital city, proclaims independent in 1828.

In the main ports of South America, the British militaries settle as well as the vessels for exterior trade. This was a culminating moment for the nationalist and a source of satisfaction for the entrepreneur who suddenly found themselves making fabulous deals with England or with rich lavish Englishmen. Strategic points are, undoubtedly, Río de Janeiro, Montevideo, Buenos Aires and the Falkland Islands. In 1832, the schooner Sarandí arrived to the islands on behalf of Argentine authorities; this occupation lasted for a year, until the 2<sup>nd</sup> of January of 1833, when the corvette Clio takes possession of Soledad Port.

By then, the “Restorer of Law” Juan Manuel de Rosas (1793-1877), elected as governor of Buenos Aires (1829), starts a campaign to the “desert” (name for the lands beyond civilization according to the white population). His main purpose was to protect the borders, to rescue captives and to provoke an evident subjugation of the natives (1833 and 1884). He moves with his forces to the Colorado river in Patagonia. This place and this man will prove to be important in the story that Darwin will experience in Argentina. With permission and a safe-conduct given by the current government of Buenos Aires, Darwin could travel towards the northeast, the always hectic land of Argentina.

America was shown as a warless world, with the Atlantic Ocean without prowlers (Great Britain had finished with piracy) where trade seemed a promising alternative for the European capitalist. From the first decade of the nineteenth century, many English speaking businessmen come to South America to make a fortune. Until then, the bovine cattle from the Argentinean pampas were just exploited for tanned hide and the meat was wasted.

**BOX 1**

The first known nautical letter from Southern (SUR AUSTRAL) territory was published by Le Maire in Amsterdam in 1617. It included the archipelagos contour exclusively and a hint of the Beagle Channel. For decades, knowledge of this territory was limited, dimly explored by some English freebooters. Captain James Cook in 1774 makes the contour mapping, recognizes Christmas and calls New Island with this name. Bougainville, who explored the Falkland Islands, the Spanish Admiral Malaespina and Joachin D'Arquistade are remembered as explorers of the southernmost territories of South America. The latter was who included naturalists and Scientifics on his expeditions; they will give the first detailed knowledge of the habitants and resources of land and sea. These explorations are followed by those of the English vessels which, during the period from 1829 to 1834, developed the tasks of exploration and hydrographic surveys: Philip Parker King, Robert Fitz Roy accompanied by Stokes, Murray, Skyring, Otway and Kirke.

Literally, millions of heads of cattle wandered loose, something like an open door pantry for creoles and gauchos. With the new influx of foreign money, saltworks begin to settle with the purpose of preparing meat for exportation. At the same time, British imports flooded the local markets to such an extent that even the ponchos of the gauchos were made with wool spun in Manchester [Parodiz. Darwin in the New World, 1981].

The biggest challenge was to expand business beyond the pampas, along the Atlantic coast of South America and in the great Pacific basin. Without the Panama Channel, trade between Europe and the Pacific was possible using two ways: Cape Horn in southern South America and Good Hope Cape in the South of Africa. Cape Horn was already famous for its storms and shipwrecks.

In this framework, is vital to find safer routes for the expansion of world trade. This was the purpose of two British voyages: the first one in 1826 under the command of the hydrograph Captain Philip Parker King (1791–1856), who made four voyages between December of 1826 and April of 1830. The second one, five years later, was under the command of the young Captain Robert Fitz Roy (1805-1865).

There were specific instructions in these voyages: to map the southern coasts of South America, particularly the tortuous channels of Cape Horn, to obtain information about meteorology, ocean currents and depths and to identify safe inlets for mooring.

In the first expedition, the brig H. M. S. Beagle sailed under the command of Pringle Stokes (1793-1828). The commander in chief from the South American station, Admiral Otway, replaces Stokes, who had committed suicide, with Fitz Roy. At Fitz Roy return to Plymouth two years later, he had partially completed the mission undertaken by his antecessor (Fig. 1).

The next voyage of the Beagle to America became an obsession to Fitz Roy who took over the refurbishment of the brig. He increased the stability with a thicker deck and by favoring drainage and lightened it by removing weaponry. He added modern accessories such as chronometers and “sympiesometer”, a barometer of his invention. Beyond the mapping purposes, Fitz Roy had another reason for returning to America. During the last months of the first voyage, four natives from Tierra del Fuego, from the Yamana and

Alacalufe tribes, were captured and taken to England. The purpose was to evangelize and educate them so that they would later become agents of English cultural penetration after their reintegration to the Cape. They were **El'leparu**, known as York Minster and captured the 3rd of March of 1830 at the age of 29; **O'run-del'lico**, known as Jemmy Button and allegedly exchanged the 11<sup>th</sup> of May of 1830 for a tinny peal button; **Yok'cushly** or Fuegia Basket, captured the 4<sup>th</sup> of February when she was 8/9 years old and the Yamana Boat Memory (original name unknown), captured the 4<sup>th</sup> of March of 1830 at the age of 20 who died in the naval hospital of Plymouth.

There were other purposes, besides commerce, that the British society pursued. In the nineteenth century it became fashionable scientific expeditions to search for zoological and botanical rare novelties. Among the most coveted treasures were the hummingbird that have arrived dissected to Europe and whose feathers were used for decoration in dresses and hats. In Linnaeus' *Systema Naturae* of 1758, eighteen species were already classified and this number increased rapidly; towards 1829 a hundred species were known and, in a few years, almost all of the 320 living species were recognized [Ashwell A. 2009. *En el bicentenario de Darwin, ¿y los pájaros?* Elementos 74: 3-13]. George Loddige had the largest collection with over 200 specimens and with a *Loddigesia mirabilis* specimen valued in 50 thousand pounds. In a few years, in response to the growing demand, the hunting for the American lands was unleashed. In 1849, John Gould (1804 – 1881), known as the greatest bird expert of that time, wrote and edited *Monograph of humming-birds*; there were five volumes dedicated to these birds. Charles Darwin got from Gould himself those books. John Gould also played an important role in Darwin's story, not the one he lived during his transoceanic route but, in later times, at the end of the Beagle voyage.

In this context of greed for scientific knowledge mixed with the purpose of commercial expansion, it is understood that, in a ship like the Beagle, a naturalist with the task of recording, capturing and taking specimens from other lands has also embarked. This is precisely the case of Charles Darwin (1809 – 1882). The recording by an artist was also considered: the first was Augustus Earle, succeeded by Conrad Martens who boarded the Beagle in 1835, in Montevideo coast (Fig. 2)

The history is known: a public offer for a place in the Beagle for a naturalist offered by Fitz Roy. The participation of John Henslow (1796-1861), Professor of Botany at St. John College in Cambridge, to convince Darwin; his uncle's participation to convince Darwin's father, who also accepted to pay the voyage for his son for the next five years, between the 27<sup>th</sup> of February of 1831 and the 2<sup>nd</sup> of October of 1836.

The sources for studying Darwin in this period of his life are well known: the accounts of the voyage (*Naturalist's Voyage Round the World or The Voyage of the Beagle* edited in 1839, the *Autobiography* with additional information of his son Francis, the correspondence and notes of his subsequent works, specially "The Origin of Species". Charles Darwin published around 7000 pages as well as his correspondence. In 1946, his grandniece Nora Barlow published *Darwin viajero* with 38 family letters unedited or known just by pieces of them. He also released notebooks. Of the 24 pocket notebooks 13 were from inland trips. Today this invaluable information is accessible on the internet. Also is part of the known history (or at least the history desirable to be known) the publication of "The Origin of Species" 150 years ago (Fig. 3).

The Darwin who left England was 22 years old, carrying a fairly wide background of knowledge in the geology field although not so wide on the botany and zoology field. Principles of Geology (Volume I) from Lyell with his proposal of the uniformitarianism and Personal narrative of Humbolt were two of the fourteen books that the Beagle carried. As Darwin points out much later, the library on the Beagle did not count with the books that Félix de Azara [Apuntamientos para la historia natural de las Pajaros del Paraguay y Rio de la Plata, three volumes, Madrid, 1802-1805 and Apuntamientos para la historia natural de los cuadrúpedos del Paraguay y Río de la Plata, 1802] had already written about the animals of the Plata Basin. These books would have made an easier identification of the fauna he collected (Fig. 4).

I will emphasize two aspects in these pages. One refers to the fossils Darwin rescued in Argentina and its value as promoters of the evolutionary ideas; the other refers to the role played in this story by Syms Covington, John Gould and the birds of the Beagle.

## The Galapagos of fossils

The Beagle was in South America for a period of two years, from the 28<sup>th</sup> of February of 1832 to the 7<sup>th</sup> of September of 1835. After the arrival to Rio de Janeiro (5<sup>th</sup> of July, 1832), it sailed with a southerly course, towards the River Plate shores. His discoveries, mainly in Maldonado (Uruguay), in the Pampa and the Patagonian coast of Argentina, caused him the same fascination obtained due to the exuberant vegetation of the Brazilian forest. As part of his discoveries were included huge mega mammals remains from the Pleistocene age. Among them different sloths and glyptodonts, native ungulates like *Toxodon* and *Macrauchenia* in addition to horses and small mammals similar to rodents. Darwin's notes about every discovery are really interesting, just to quote an example: "...the Toxodon, perhaps one of the strangest animals ever discovered; in size it equalled an elephant or megatherium... judging from the position of its eyes, ears and nostrils, it was probably aquatic, like the Dugong or the Manatee, to which is also allied." (The Voyage of the Beagle, 1833).

Until the moment Darwin had left Europe, only two mammals of great size from America were known, *Megatherium* and *Mastodon*. This is probably why he assigned to either one of these taxa the materials he found during his course in American lands. This assignment was later corrected by the English anatomist Richard Owen (1804-1892).

During 1832, Darwin travelled across mainly the area of Partido Coronel Rosales, where he found the first fossil in Punta Alta site (the 23<sup>rd</sup> of September), a place visited in repeated occasions. Later he discovered the site of Monte Hermoso cliffs, also located at the current province of Buenos Aires (Fig. 5). His route led him to travel a northeasterly course, towards Santa Fe and Entre Ríos province. After this voyage Darwin thought: "We may therefore conclude that the whole area of the Pampas is one wide sepulchre for these extinct quadrupeds" (Voyage of the Beagle, chapter VII, 1833).

In the next November, Darwin also collected fossils from Uruguay. The last discover took place in the Patagonian province of Santa Cruz (Saint Julian Port, a specimen of *Macrauchenia*). When Darwin's documents about the moments lived in these places are

**BOX 2**

Some of Charles Darwin's notes about Argentinean extinguished fauna extracted and translated from "The Voyage", demonstrates how Darwin established relationship between extinct and living fauna; compared lifestyles using actualism, a classic tool of paleontology and went into the paleobiology field.

"At Port St. Julian, ... I found half skeleton of the *Macrauchenia Pataconica*, a remarkable quadruped, full as large as a camel. It belong to the same division of the *Pachydermata*... ...but in the structure of the bones of its long neck it shows a clear relation to camel, or rather to the guanaco and llama."

"In the pampean deposit at the Bajada I found the osseous armour of a gigantic armadillo-like animal, the inside of which, when the earth was removed, was like a great cauldron..."

"The great size of the bones of the Megatheroid animals, including the *Megatherium*, *Megalonix*, *Scelidotherium* and *Mylodon* is truly wonderful. The teeth indicate, by the simple structure, that these Megatheroid animals lived on vegetable food, and probably on the leaves and small twigs of trees;... ...some eminent naturalists have actually believed that, like sloths, to which they are intimately related, they subsisted by climbing back downward on trees, and feeding on the leaves. It was a bold, not to say preposterous, idea to conceive even antediluvian tree, with branches strong enough to bear animals as large as elephants."

"I found also teeth of *Toxodon* and *Mastodon*, and one tooth of a Horse ... and I took scrupulous care in ascertaining that it had been embedded contemporaneously with the other remains;... Certainly it is a marvelous fact in the history of the *Mammalia*, that in South America a native horse should have lived and disappeared, to be succeeded in after ages by the countless herds descended from the few introduced with the Spanish colonists!"

explored, it is clear that the conviction of extinction as a natural process, succession of species and kinship between extinct and living forms had its origins in these places (Fig. 6).

Between 1837 and 1845, Owen studied all the fossil mammals discovered by Darwin [eleven taxa, six new for science, see Fernicola *et al.*, The fossil mammals collected by Charles Darwin in South America during his travels on board the HMS Beagle. *Rev. Asoc. Geol. Argent.*, 64, 2009]. Richard Owen received the fossils from Henslow hands who, in turn, received them from Edward Lund, an English merchant settled in Buenos Aires. The fossil mammals are included in the work with several volumes "Zoology of the Voyage of H.M.S Beagle, under the command of Captain Fitz-Roy, during the years 1832 to 1836", prefaced by Darwin himself and magnificently illustrated (Fig. 7).

The construction of the Puerto Belgrano Naval Base (1898) destroyed Punta Alta site, where Darwin had found his first fossils. Even today, the Monte Hermoso cliffs site is preserved, located on Buenos Aires coast between the localities of Pehuén-Có and Baterías. There, now as then, remains of even the same species that inspired Darwin's pioneering ideas about transmutation of the species are treasured. Niles Eldredge is not mistaken when he refers to this place as the "Galapagos of fossils" (Fig. 5).



## Syms Covington, John Gould and Darwin's birds

Much has been written about Charles Darwin skills as a geologist, biogeographer and zoologist, but his ornithologist skills are a matter of opinion. Some argue that the record of the birds he captured was far from fulfilling the usual requirements of that activity. It seems that birds had a marginal interest on him.

Darwin named the birds he collected in three different ways, by using its English common name (e.g. ostrich for the greater rhea), the common name (e.g. partridge for the American tinamous) or the scientific name (e.g. *Psittacus* burrowing parrot *Cyanoliseus*). Especially in this last case he made many mistakes. Another mistake was his belated admission of the great scientific potential that might had that greater rhea he had eaten with the Beagle crew (with red meat like beef, records Darwin) in Patagonia; he just rescued its wings, legs and head.

Most of the pieces he collected during the entire route, 468 bird skins of which 327 came from South America, 10 detached parts of the lesser rhea, eggs and nests from 16 different species and 14 whole bird preserved in spirit, were captured and processed by his assistant, Syms Covington (c. 1816 – 1861). He was only 16 years old when he embarked the Beagle. As Darwin wrote in a letter to his cousin: “You ask me about Ornithology; my labors in it are very simple — I have taught my servant to shoot & skin birds, & I give him money” (Fig. 8).

Covington, the violinist from the Beagle who was paradoxically deaf, turned into Darwin's employee since, at least, April 1833 when they disembarked together in Madonado, and I mean employee since Darwin paid 60 pounds annually for his tasks. He looked for drinking water for the ship, procured food for Darwin and remembered the food prices on land. According to his account in his own notes, he seemed to share the same vision of these lands as many poor emigrants during the European expansion, a promising land. He kept his own journal, same as the one Darwin kept, with a waterproof brown fabric cover of 22 by 15cm, written with quill pen and later with pencil. He even recorded in detailed the Punta Alta excavation and illustrated scenes in magnificent drawings and watercolors, today sheltered in Mitchell Library. His gravestone in Pambula (New South Wales) correctly announces him as “Charles Darwin assistant”.

When Darwin returned to England, he handed over most of his birds' collection to John Gould (1804-1881), a gardener who became ornithologist of the Zoological Society of London. He was who identified the finches as closely related (Remarks on a group of ground finches from Mr. Darwin's collection, with characters of the new species. Proc Zool Soc Lond 5, 1837) and described 39 new bird species. Also it was Gould who understood that those lesser rhea remains belong to other species that he called *Rhea darwini* (*Rhea pennata*). The Anatidae, for example, were studied by other well known naturalist of that time, Thomas Campbell Eyton (1809-1890) [A synopsis on the Anatidae, or duck tribe. Hobson, Wellington, Salop, UK, 1869] (Fig. 9).

Today, the birds of the Beagle are distributed in at least eight institutions around the world. Darwin's original labels were replaced; many birds were sold or given away by Gould himself. But Darwin's strong mark, the idea of similar species – the two species of rhea – being replaced along the continent, remains. The greater rhea (*Rhea americana*) inhabits the pampas and northern Patagonia; the lesser rhea (Gould's *Rhea Darwini*)

replaces it beyond Río Negro and extends south to Patagonia. Together with the evidence of the extinct megafauna, these observations about the distribution and divergence of the rheas will be for Darwin almost as inspiring as the patterns found many years later in the finches of Galapagos Islands.

Near the end of his life, in his private autobiography he wrote to his family, Darwin recognizes: “During the voyage of the *Beagle* I was deeply impress by discovering in the Pampean formation great fossil animals covered with armours like that on the existing armadillos, secondly (referring to the rheas), by the manner in which closely allied animals replace one another in proceeding southwards over the Continent; and thirdly, by the South American character of most of the productions of the Galapagos archipelago.

The theory of evolution stated by Darwin represented a break in the conceptions about the Nature in the nineteenth century. He change radically the ideas about diversity and history of life – including the origin of man – and he had contributed to important changes in the sciences, social thought, philosophy and religious beliefs.

After 150 year the theory was completed and partially modified, but the impact that had made have reach to our days also as heated debates. Was, and still is, the scientific base that explains the origin of species. The Museo de La Plata, inaugurated 120 years ago, was conceived under the theory of evolution. Francisco Pascasio Moreno (1852 – 1919), its founder, thought up a route from an inanimate world, like minerals and stones, going trough the development of life in plants and animals of the planet culminating with the human being. From this idea, architects made the project of a building with an oval shape and the layout of the exhibitions respected this sense. It was the first American museum created under the light of this theory and, despite the renovations and constant updating, still keeps the original script. Florentino Ameghino (1854-1911), the most well known Argentinean paleontologist of the late nineteenth century, worked in the Museo de La Plata and later in the Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Confessed evolutionist, he followed Darwin, Doering, D’Orbigby and Burmeister steps, laying the foundations of Argentinean Geology, Stratigraphy and Paleontology; his work left a deep mark on the Argentinean science (Fig. 10).

The *Beagle* left the 27th of December of 1831 and returned five years later, the 2<sup>nd</sup> of October of 1836, after touching the South American coasts and circumnavigated the southern hemisphere. The Darwin who disembarked wasn’t just the collector of natural objects and slices of nature, carrying out the commands of his superiors. Much less was the expert on South American or Australian birds or fossil mammals. He was just a Darwin who managed to ask the right question: how?

*“When I was on board H.M.S. “Beagle”, as a naturalist, I was much struck with certain facts in the distribution of the organic beings inhabiting South America, and in the geological relations of the present to the past inhabitants of that continent. These facts... seemed to throw some light on the origin of species – that mystery of the mysteries, as it has been called by one of our greatest philosophers”.*

-Charles Darwin 1859-

## **Acknowledgements**

I wish to express my gratitude to the authorities of the Universitat de les Illes Balears for inviting me to participate in the cycle of conferences in Darwin's year. To María Clelia Mosto for the English version. To Professor Cori Ramón for the previous logistic aspects and especially to Dr. Guillem X. Pons for his usual hospitality.



# Caracterització i avaluació de l'estat de conservació del conjunt d'arbrat de la Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca, Illes Balears)

Pere FRAGA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Fraga, P. 2009. Caracterització i avaluació de l'estat de conservació del conjunt d'arbrat de la Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 31-47. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca

Els espais públics enjardinats estan considerats com un element clau en la qualitat de vida dels nuclis urbans actuals. En aquests ambients antròpics les plantes estan sotmeses a factors d'estrès i alteracions que condicionen el seu desenvolupament. Al mateix temps, la conservació d'aquestes formacions vegetals artificials també depèn en bona part de les decisions dels administradors polítics de cada moment. No poques vegades la falta d'una valoració o una caracterització fa que es vagin perdent alguns d'aquests espais que amb el temps ja poden haver adquirit uns valors històrics, socials i culturals d'importància, encara que només siguin en l'àmbit local. En aquest treball es fa una caracterització del conjunt arbrat de la Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca) a partir d'una recollida de dades com el diàmetre, les amenaces o les etapes de desenvolupament. La interpretació dels resultats permet establir una valoració sobre l'estat de conservació. Finalment, a partir de tota la informació recollida i la seva posterior discussió també es proposen mesures de millora i gestió per ajudar a garantir la seva conservació a llarg termini.

**Paraules clau:** jardineria urbana, *Pinus halepensis*, valoració, gestió, arquitectura vegetal.

CHARACTERIZATION AND CONSERVATION STATUS OF AN URBAN FOREST IN THE ISLAND OF MINORCA (BALEARIC ISLANDS). Urban public gardens are key elements in raising life quality in cities. In these human influenced environments plants suffer abiotic stress from different factors, thus their development is rather more conditioned than in natural habitats. Long time conservation of urban forests sometimes is at the decision of current municipal authorities, then the absence of a formal valuation or characterization may be the cause of losing such green areas, despite they have acquired important social, cultural and historical values, even at a local scale. From data field collected like diameter, development stage or threats and alterations, in this work is presented a characterization of an urban forest in the town of Ciutadella de Menorca. The analysis and discussion of this information allows to asses the conservation status and also the proposal of several actions for the improvement of the current situation and for a positive long term management.

**Keywords:** urban public gardens, *Pinus halepensis*, valuation, management, plant architecture.

Pere FRAGA, Verge del Toro 14, 07750 Ferreries, Menorca.

Recepció del manuscrit: 24-feb-09; revisió acceptada: 01-jun-09

## Introducció

La jardineria pública urbana, com la coneixem avui en dia, és un element relativament recent. Va ser principalment en la segona meitat del segle XIX quan els planejaments urbans van incloure les alineacions d'arbres com un element habitual dels pobles i ciutats (Anfbarro, 2004). Aquestes es limitaven a certes vies o avingudes o llocs concrets del paisatge i volien expressar una imposició de l'ordre humà per damunt de la natura o bé tenien una finalitat pràctica (Couch, 1992). Els espais públics oberts amb vegetació es començaren a generalitzar a les ciutats cap finals del segle XIX i es consideraven com una necessitat per a la bona salut de la població (Fariello, 1967; Clark, 1973; Jordan, 1994). Anteriorment, alguns jardins de la reialesa europea havien quedat també oberts al públic (Conan, 2008), encara que no d'una manera generalitzada i possiblement tampoc per a tots els estaments socials. A la segona meitat del segle XIX, el disseny dels jardins és confús pel que fa l'estil. En molts de casos s'hi pot veure una mescla de diferents elements, des dels relacionats amb els jardins barrocs, com ara la topiària o les formes geomètriques, fins als de les últimes tendències com les recreacions d'ambients naturals, d'acord amb les idees del jardí paisatgista o naturalista (Fariello, 1967).

A Menorca, per les referències gràfiques de que disposam, sembla que aquest moviment dels espais públics enjardinats també arribà en el seu moment. Són nombrosos els testimonis d'imatges que ens mostren enjardinaments prou elaborats a diversos punts de l'illa, però especialment a Ciutadella i a Maó. La mescla d'estils també hi és evident, però és general un predomini de l'element romàntic.

Aquesta irrupció dels espais públics amb

vegetació coincidia en el temps amb altres reformes urbanes com l'esfondrament de les murades que encerclaven les ciutats (Martorell, 1980). Aquesta actuació deixava encara més espai lliure per aquestes iniciatives de posar el verd dins les zones urbanes per a bé de la salut i el benestar de la població.

Segurament, en aquest context, s'ha de situar l'enjardinament de la Plaça dels Pins de Ciutadella. L'esfondrament de les murades i bastions va permetre la remodelació de la zona i alliberar un espai prou extens i ben situat com per dedicar-ho a l'ús públic. El seu disseny és de la major senzillesa. La decisió de plantar-hi *Pinus halepensis* Mill., amb diferència l'arbre més abundant arreu de l'illa, pot semblar respondre a una solució fàcil i ràpida, però també, d'acord amb les tendències de l'època, a la voluntat de dur el medi natural dins l'ambient urbà. Aquesta senzillesa també es pot relacionar amb la concepció inicial dels espais públics enjardinats com a oasis de verdor i res més, encara no es consideraven com un lloc per desenvolupar-hi gran part la vida social i cultural (Andersson, 2008)

Com en els seus inicis, el verd urbà, i per extensió els arbres, té un paper fonamental en la qualitat de vida dels pobles i ciutats (Schmied i Pillmann, 2003). Aquesta millora no es refereix només al aspecte social, sinó també al mediambiental (Casey, 2002) i a l'econòmic (Kissinger, 2002). A tot açò hi hem d'afegir els també indubtables valors i beneficis estètics, possiblement els més evidents, però a la vegada els de quantificació més difícil per la seva relació amb el context (Price, 2003).

La llei 6/1991, de 20 de març, de Protecció d'Arbres Singulares, estableix que *s'inclouran en el catàleg creat per aquesta llei aquells arbres de característiques*

*físiques extraordinàries, interès científic rellevant o que siguin recolzament de valors culturals assenyalats.* Per tant, també són susceptibles de ser catalogats aquells arbres o conjunts arbrats que tinguin un valor especial per a la societat, no necessàriament han de ser monumentals o espècies poc conegudes. Pot ser que els arbres de la Plaça dels Pins no destaquin per les seves dimensions, tampoc és una espècie gens rara, però tot el seu conjunt sí que té un caràcter únic a Ciutadella, a Menorca i segurament en tot l'àmbit de les Balears.

## Objectius

Aquest estudi té com a objectius principals establir les característiques bàsiques del conjunt arbrat de la Plaça dels Pins de Ciutadella de Menorca i al mateix determinar el seu estat de conservació.

A la vegada, l'assoliment d'aquests suposa l'execució de diferents actuacions. Aquestes ens donen uns resultats que també poden ser considerats com a altres fites o objectius parcials:

- a) Inventari complet dels individus.
- b) Determinació de les dimensions de cada individu.
- c) Identificació de les deficiències de cultiu.
- d) Identificació i avaluació de les principals amenaces.
- e) Propostes de millora i conservació.

## Antecedents

Malgrat que a Menorca existeixen nombrosos jardins històrics, especialment de caràcter privat, en general pràcticament no existeixen estudis tècnics o històrics

sobre els espais enjardinats, ja siguin públics o privats. Aquesta situació fa que els resultats presentats en aquest estudi difícilment puguin ser comparats amb altres semblants i per tant fer-ne una valoració més adequada.

En canvi, pel que fa a la part social i cultural, sí que hi ha causes i motius per haver desenvolupat aquest estudi. El principal factor impulsor ha estat el recent debat que s'ha viscut a Ciutadella sobre la possible ubicació d'un aparcament subterrani en el lloc on actualment es troba aquest conjunt arbrat. No hi ha cap dubte que aquesta actuació suposaria l'eliminació total d'aquests arbres. Per justificar-ho han sorgit alguns comentaris que argumentaven la falta de valor emprant diferents aspectes: l'edat dels arbres, l'escàs valor científic de l'espècie, el seu deficient estat de conservació, el seu escàs valor monumental, etc. Per altra banda, els defensors de la seva conservació han argumentat aspectes com el seu valor històric, la seva identitat com part de la ciutat, el seu valor cultural o el seu valor sentimental per a certes persones.

Partint de tot açò, i com s'ha exposat en els objectius, aquest estudi vol donar més dades concretes referents a aquest espai enjardinat i que d'aquesta manera es pugui considerar millors els seus valors des de diferents aspectes.

## Àmbit d'estudi, descripció de l'espai i marc històric

L'àmbit d'estudi d'aquest treball és la l'espai enjardinat conegut com a Plaça dels Pins a Ciutadella de Menorca (Fig. 1), i en concret el conjunt arbrat que la cobreix en pràcticament la seva totalitat.

Aquest espai públic consisteix en una zona enjardinada de forma rectangular amb unes dimensions aproximades de 48 m



**Fig.1.** Imatge aèria de la Plaça dels Pins de Ciutadella de Menorca.

**Fig. 1.** Aerial image of the urban forest Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca).

d'amplada per 120 m de llargària i amb una superfície d'uns 5.700 m<sup>2</sup>. Aquesta àrea està delimitada per un muret d'uns pocs centímetres d'alça a excepció dels quatre punts d'entrada que coincideixen amb les superfícies pavimentades actuals. Per tant, l'accés al seu interior es pot fer pràcticament des de qualsevol punt. La base de l'àrea enjardinada és la terra nua, i pel seu aspecte sembla prou el tipus de substrat més habitual al migjorn de l'illa. Les úniques superfícies pavimentades corresponen a dos creuers que conflueixen en el centre i que per tant divideixen la plaça en quatre sectors. També és en aquest punt central on es trobava una font que era l'únic element arquitectònic d'alçada de tot

l'espai. En tota aquesta superfície només s'hi troben tres espècies vegetals: *Pinus halepensis* Mill., *Phoenix dactylifera* L. i *P. canariensis* hort. ex Chabaud. La primera és la que forma el conjunt arbrat que cobreix pràcticament tota la plaça. Les altres dues es troben restringides a uns pocs individus situats al voltant de la font que es troba enmig de la plaça. Al contrari que l'espècie anterior, la massa de *Pinus halepensis*, aparentment, i en la seva disposició actual, no mostra cap tipus de patró regular de plantació (Fig. 2). Més bé la seva disposició original semblaria voler imitar una massa forestal natural, un fet que estaria d'acord amb les tendències en el disseny de jardins de la seva època de plantació.

Al ser un espai públic i de situació estratègica dins la ciutat, en una zona de les més concorregudes, la freqüentació de gent que suporta és relativament elevada durant tot l'any, encara que durant l'estiu, a causa del turisme, aquesta s'incrementa de manera notable. A més a més, actualment, dins l'espai enjardinat hi ha altres elements d'ús públic que encara incrementen més aquesta freqüentació humana: parc infantil, joc de petanca, terrasses de bar, oficina d'informació turística. Alguns d'aquests elements també suposen superfícies pavimentades addicionals, encara que d'unes característiques diferents a les destinades al pas de la gent.

No s'ha pogut localitzar cap tipus de document que especifiqui l'any de plantació de la vegetació actual, però mitjançant la consulta de fonts orals es sap que aquesta es situaria cap a l'any 1927 (Joana Triay, com. pers.). Açò vol dir que si els exemplars de *P. halepensis* més vells corresponen a aquesta data actualment tindrien una edat que es situaria per damunt dels 80 anys. Per les mateixes fonts també sabem que aquest enjardinament va tenir un caire social i que



els fillets de les escoles participaven activament en la plantació dels arbres, fins i tot amb entonant una cançó feta a propòsit per aquell acte.

## Materials i mètodes

La feina de base d'aquest estudi ha consistit en la inspecció i recollida de dades que es va fer in situ, a la mateixa Plaça dels Pins, el dia 4 de desembre de 2008 i alguns dies posteriors per completar el gruix de la informació recollida aquell primer dia.

La recollida de dades va consistir en:

a) Inventari de cada un dels individus amb l'assignació d'una numeració correlativa.

Per a una identificació adequada de cada individu i així poder-li assignar las dades corresponents, a cada arbre se l'hi ha assignat un nombre correlatiu (Fig. 2). Aquesta numeració té l'origen al cantell nord-occidental de la plaça i va seguint cada quadrant en el sentit contrari a les agulles del rellotge.

b) Mesura del seu diàmetre.

Encara que sigui d'una manera relativa, el diàmetre d'un arbre ens proporciona informació sobre la seva edat o grau de desenvolupament (Johannsen, 1975; Smiley i Baker, 1988; Maco i McPherson, 2003). A efectes comparatius, generalment aquesta mesura es pren a 1 m d'alçada d'en terra.

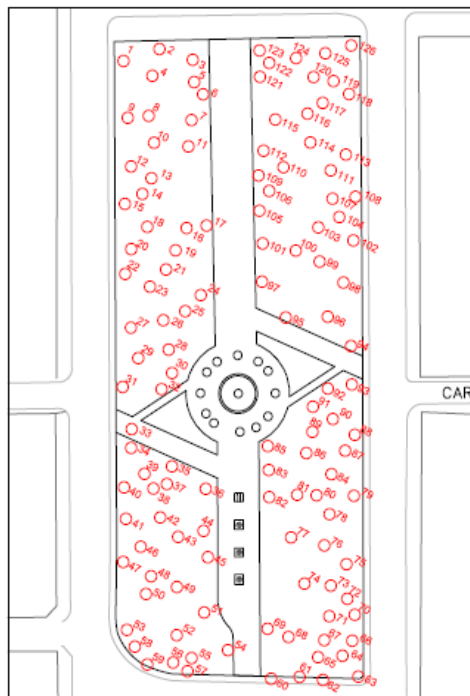
c) Determinació de l'alçada màxima del conjunt.

De manera semblant al diàmetre. L'alçada d'un arbre ens informa sobre el seu grau de desenvolupament i la idoneïtat del lloc on es troba per al seu creixement. En aquest cas concret, s'ha pres l'alçada màxima mitjana del conjunt arbrat. L'alçada individual de cada arbre no s'ha considerat per les dificultats de mesurar-la amb exactitud i també per no tenir molt de

significat a causa de la interacció entre individus.

d) Identificació de possibles patologies.

La presència de patologies, especialment quan aquestes són persistents, obeeix quasi sempre a deficiències de cultiu o ambientals. Aquesta situació és encara més freqüent en ambients urbans on el desequilibri ecològic, com ara l'absència d'enemics i competidors natural, afavoreix l'aparició de plagues i malalties oportunistes poc habituals en els ambients naturals. Per açò, la identificació de patologies que puguin afectar de manera més o manco extensa el conjunt arbrat seria un indicatiu més del seu estat de conservació.



**Fig. 2.** Resultat del cens dels individus de *Pinus halepensis* (la ubicació de cada individu es aproximada).

**Fig. 2.** Census of individuals of *Pinus halepensis* (individuals approximate situation).

e) Identificació de possibles alteracions o amenaces.

Relacionat amb l'anterior. Les alteracions o amenaces provoquen un debilitament o deteriorament dels individus o de tot el conjunt arbrat i en conseqüència poden afavorir l'aparició de patologies que poden empitjorar encara més un estat de conservació deficient.

f) Avaluació visual segons el mètode establert per Rimbault i Tanguy (1993).

Aquest mètode consisteix en el reconeixement de fins a 10 etapes en la vida d'un arbre, des de la germinació de la llavor fins a la decadència i mort posterior. Aquesta interpretació té com a fonaments els processos de la dinàmica de creixement, la forma de la planta, l'estructura de les parts aèries i l'ontogènia, o sia el que es coneix com a arquitectura de les plantes i que ha tingut el seu màxim desenvolupament des de la dècada dels anys 70 del segle passat (Hallé i Oldeman, 1970; Oldeman, 1974; Hallé *et al.*, 1978) i encara avui està en ple desenvolupament (Hallé, 2004; Barthélémy i Caraglio, 2007). En cada una d'aquestes etapes l'arquitectura i organització de la part aèria de l'arbre presenta unes característiques concretes, que són les que permeten definir en quina d'aquestes fases o etapes es troba. Aquesta informació no només ens diu l'edat aproximada de l'arbre, sinó que també serveix per conèixer millor l'estat de conservació i la salut de la planta. Per exemple, un arbre que creixi en unes condicions poc favorables arribarà abans a una fase d'envelliment, o bé, es mantindrà durant menys temps en les etapes de llarga durada com les de maduració, tant en un cas com altre la seva vida serà més curta i el seu estat de conservació pitjor.

Tot i les recomanacions de Caraglio i Barthélémy (1997), per raons de coherència i per facilitar la comprensió en consultar els

treballs referenciats, la denominació dels conceptes i processos de l'arquitectura arbòria i de les etapes de desenvolupament s'han fet seguint els criteris i la nomenclatura emprades pels autors que han establert aquests mètodes d'estudi i anàlisi (Hallé i Oldeman, 1970; Oldeman, 1974; Hallé *et al.*, 1978; Rimbault i Tanguy, 1993).

## Resultats

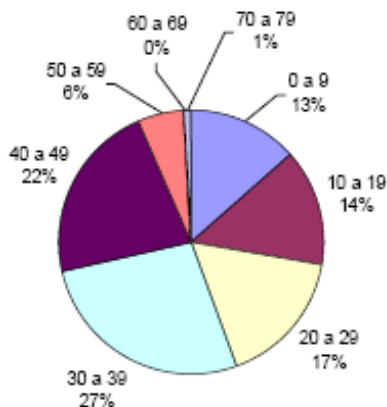
L'inventari dels individus ha donat com a resultat un cens de 126 peus. La distribució aproximada d'aquests dins l'espai de la plaça (Fig. 2) mostra una certa uniformitat, encara que s'observen algunes àrees on la densitat és sensiblement major. Així a la meitat oriental hi ha una major concentració de peus, i a la vegada, dins aquesta és en els extrems oposats dels quadrats on els arbres tenen un marc de plantació més baix.

La taula 1 mostra el resultat de la mesura del diàmetre de tots els individus. Si aquests valors s'agrupen per intervals (Fig. 3) es pot veure com el grup més nombrós (49%) són els arbres que es situen entre 30 i 49 cm de diàmetre. Els individus de menor diàmetre, i per tant suposadament més joves, representen un 27%, poc més de la meitat dels anteriors. Encara són menys nombrosos els individus d'un diàmetre superior a 50 cm, que només representen un 7%. La distribució d'aquestes categories dins l'espai (Fig. 4), no és uniforme sinó que té concentracions en zones concretes. Els individus de menor diàmetre (0 a 19 cm) es concentren sobretot a la part meridional de la plaça d'una manera prou uniforme. En canvi, els de major diàmetre ho fan a la meitat nord. A la vegada, dins aquesta part, encara hi ha una major concentració d'aquests valors més elevats a l'extrem més septentrional. També s'ha de

Exemplar	Ø (cm)	Etapa	Exemplar	Ø (cm)	Etapa	Exemplar	Ø (cm)	Etapa
1	43,5	6	43	10,5	6	85	45	9
2	10	6	44	17	6	86	5,5	4
3	53,5	9	45	30	8	87	51	7
4	29,5	7	46	10,5	6	88	42,5	7
5	38	9	47	13,5	6	89	6	4
6	51,5	7	48	23	8	90	41,5	9
7	26	9	49	25,5	8	91	9	8
8	34,5	9	50	41	8	92	13,5	8
9	50,5	7	51	35,5	8	93	8	6
10	41,5	7	52	31	8	94	31	9
11	40	7	53	4,5	4	95	36,5	9
12	43,5	7	54	6	6	96	54,5	8
13	43	7	55	27,5	8	97	17,7	8
14	41	7	56	38	8	98	38,5	8
15	39	8	57	48	8	99	8,5	8
16	34	8	58	7	6	100	17	8
17	41	9	59	16,5	7	101	40	8
18	7	6	60	43,5	7	102	40	9
19	8,5	6	61	35	7	103	28	8
20	31	8	62	27	8	104	9	9
21	32	7	63	17	6	105	38,5	7
22	47	7	64	17	6	106	44	8
23	34,5	7	65	12,5	6	107	7,5	7
24	37,5	9	66	20	6	108	47,5	7
25	35,5	9	67	28,5	7	109	30	8
26	31,5	9	68	25,5	9	110	29	9
27	43,5	7	69	36,5	9	111	38	7
28	45,5	8	70	27	8	112	47,5	8
29	55	7	71	12,5	7	113	35	8
30	12	6	72	27,5	7	114	29	8
31	40,5	7	73	18	7	115	29	8
32	18,5	6	74	30	8	116	26	8
33	48,5	7	75	26	7	117	32	8
34	41	7	76	9	8	118	45	8
35	39	7	77	7,5	8	119	36	8
36	14,5	6	78	6	8	120	36	8
37	32,5	7	79	71	7	121	38	8
38	33	7	80	6	8	122	21,5	8
39	31	7	81	26,5	8	123	43	8
40	28	9	82	33,5	8	124	34	8
41	43,5	7	83	7	8	125	49	7
42	12	5	84	27,5	9	126	59,5	8

**Taula 1.** Relació de les mides del tronc de cada un dels individus de *Pinus halepensis*.

**Table 1.** Size features of sampled *Pinus halepensis*.



**Fig. 3.** Distribució per intervals de diàmetres.  
**Fig. 3.** *Distribution by diameter group.*

destacar que l'individu amb un major diàmetre de tronc és el número 79 amb un diàmetre de 71 cm.

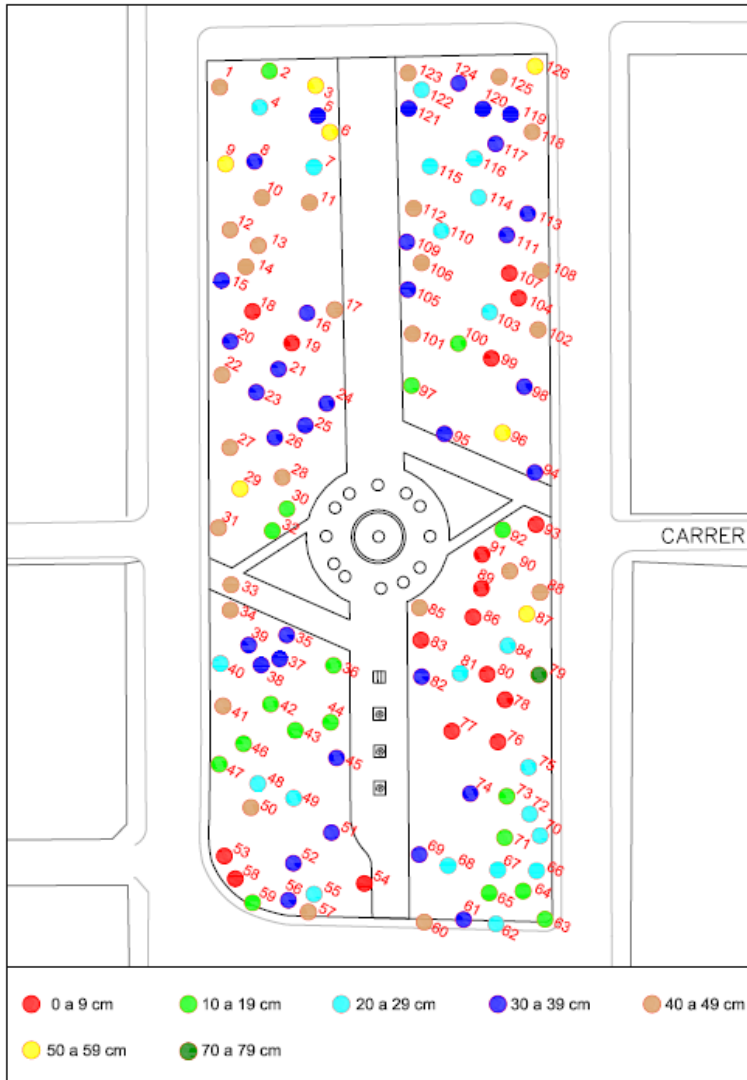
La mesura de l'alçada màxima del conjunt ha donat com a resultat un mitjana de 6-8 m. De fet, en tot el conjunt arbrat, no hi ha individus que destaquin excepcionalment per damunt dels altres en aquest valor.

La identificació de patologies no ha donat resultats significatius. No s'ha observat cap plaga o malaltia greu que afecti de manera general al conjunt arbrat. Només s'ha observat de manera significativa la processonària del pi (*Thaumetopoea pityocampa*). Una plaga estesa arreu de l'illa que, a banda de les molèsties a la gent, no sol causar greus perjudicis als arbres. De totes maneres, s'ha de tenir en compte que aquestes observacions s'han fet en un època de l'any en què la majoria d'organismes potencialment patògens es troben en una fase de repòs o d'activitat mínima.

En canvi, les amenaces detectades han estat més nombroses. Un fet que es relativament habitual en els medis urbans. S'han observat les següents:

a) *Compactació del sòl*: És un dels problemes més freqüents en que es troben els arbres en els medis urbans (Patterson, 1977; Alberty *et al.*, 1984; Day *et al.*, 1995). Aquesta situació deriva tant del constant transitar de la gent i vehicles, com de la falta de manteniment del sòl o també d'una preparació deficient en el moment de la plantació (Craul, 1994). Aquesta alteració té diferents conseqüències negatives en el desenvolupament de les plantes com ara falta d'oxigen a les arrels (Craul, 1994; Day *et al.*, 1995), impermeabilització de la superfície per la formació d'una crosta, disminució de la infiltració d'aigua, major densitat, pèrdua de la capacitat de retenció d'aigua, increment de l'impediment mecànic a la penetració de les arrels. Tot açò es tradueix en una falta de creixement i desenvolupament de les plantes (Yelenosky, 1963; Ruark *et al.*, 1983) que entre d'altres coses provoca un deteriorament de la part aèria (Kozłowski, 1985) i també una major sensibilitat a les plagues i malalties (Flückiger i Braun, 1999). Aquests efectes negatius estan àmpliament documentats en el cas de les coníferes, i més concretament en el gènere *Pinus* (Pearson i Marsh, 1935; LaPage, 1962; Halverson i Zisa, 1982). A la Plaça dels Pins aquesta alteració és present a pràcticament tot l'espai arbrat.

b) *Impermeabilització del sòl*. Per una banda la mateixa compactació del sòl provoca una disminució de la infiltració de l'aigua (Ruark *et al.*, 1983; Kozłowski, 1985; Craul, 1994), però més freqüentment és la pavimentació artificial el que provoca una disminució important de la superfície de sòl permeable al voltant de l'arbre (Craul, 1985; Urban, 1992; Grabosky i Bassuk, 1995; Celestian *et al.*, 2004). Aquesta alteració té importants conseqüències negatives en les condicions del sòl urbà com a medi de vida per a les



**Fig. 4.** Distribució dels intervals de diàmetre (la ubicació de cada individu és aproximada).  
**Fig. 4.** Distribution of diameter groups within the urban forest (approximate location).

arrels de l'arbre, provocant situacions com disminució de la captació d'aigua de pluja (Lemaire i Rossignol, 1999; Nielsen *et al.*, 2007), falta de penetració de gasos atmosfèrics a la terra (Lemaire i Rossignol, 1999) o variacions tèrmiques (Celestian *et*

*al.*, 2004; Montague i Kjelgren, 2004). Els efectes damunt la planta són semblants a l'amenaça anterior: falta de creixement i desenvolupament de les plantes, i a la llarga també un deteriorament de la part aèria (Smiley *et al.*, 2006). A la Plaça dels Pins,

darrerament la superfície pavimentada d'una o altra manera s'ha incrementat sensiblement.

c) *Plantació defectuosa*. En molts de casos la supervivència de les plantacions d'arbres urbans està funció de les tècniques de plantació. Pràctiques habituals però del tot errònies com una plantació a profunditat excessiva o la col·locació inadequada d'estalons o deixar aquests durant un període de temps massa llarg són causes habituals del fracàs en les plantacions d'arbres joves (Foster i Blaine, 1978; Urban, 1989; Harris i Bassuk, 1993; Arnold *et al.*, 2007). Algunes d'aquestes podrien explicar el baix desenvolupament d'alguns dels arbres més joves a la Plaça dels Pins.

d) *Deteriorament del sòl*. Encara que la compactació per si mateixa és un procés de degradació del sòl, una falta de manteniment d'aquest també té altres conseqüències com ara pèrdua de fertilitat, deteriorament de l'estructura o disminució de la capacitat de retenció d'aigua (Craul, 1985; Nielsen *et al.*, 2007).

e) *Vandalisme*. Els danys causats per agressions físiques a l'arbre estan considerats com una de les causes principals del fracàs en les plantacions urbanes (Pauleit *et al.*, 2002). A la Plaça dels Pins s'observen diferents individus, especialment els més joves, que en el tronc presenten lesions que amb tota probabilitat tenen l'origen en agressions d'origen antròpic.

L'avaluació visual dels arbres segons el mètode establert per Raimbault i Tanguy (1993) dona com a resultat que la majoria dels individus es troben en les etapes més avançades del seu desenvolupament (Figs. 5 i 6). Segons aquests autors, els trets que defineixen de manera general cada una d'aquestes etapes són les següents:

a) *Etapa 4*. La dominància apical desapareix progressivament de les branques inferiors. Només a la part superior de l'arbre persisteix una jerarquització evident, de manera que manté l'arquitectura pròpia de l'espècie. En aquestes mateixes branques inferiors es desenvolupen reiteracions silèptiques, de manera que en el seu extrem es manifesta la dominància apical i la hipotonia. Al mateix temps a la part inferior de la branca, la hipotonia va desapareixent per deixar pas a l'epitonia.

b) *Etapa 5*. La dominància apical de l'extrem superior de la copa desapareix, així hi ha una diversificació dels eixos de creixement a partir de diferents branques que repeteixen el model arquitectural de l'espècie, o sia, reiteracions silèptiques. Desapareix la hipotonia de les branques principals i la ramificació esdevé simètrica. La hipotonia es trasllada a les branques d'ordre 4. A les branques més inferiors la hipotonia desapareix progressivament i les reiteracions epitones compensen la mortalitat centrífuga dels eixos d'ordre 3. A la part superior, encara que l'eix terminal sigui visible, ja no és dominant fisiològicament. Així, davant un accident o traumatisme, aquest ja no és reemplaçat, i són diferents branques les que agafen el seu relleu, de manera simultània.

c) *Etapa 6*. Verticalment l'arbre es pot dividir en diferents parts. A la part superior ja s'ha format la copa definitiva a partir de ramificacions que han pres protagonisme amb la desaparició de la dominància de l'eix terminal. Aquestes branques són independents unes de les altres i es comporten com si fossin arbres individuals produint una reiteració automàtica o seqüencial (Edelin, 1984; Nicolini, 1997). Per açò en aquestes branques la seva base es va allargant com el tronc de l'arbre i cap a l'extrem es desenvolupen segons l'arqui-

itectura de l'espècie amb un règim de hipotonia a les ramificacions. A la part mitjana, desapareix la hipotonia per deixar pas a l'epitonia. A la part inferior les ramificacions formades sota el règim de dominància apical, amb un angle d'inserció obert, funcionen durant un temps amb un règim d'epitonia, però, en el cas de *Pinus*, l'absència de reiteracions prolèptiques epítones impideix una regeneració i la branca acaba morint. Aquesta mortalitat basífuga allarga progressivament el tronc fins a l'alçada de la copa definitiva. Tant aquesta etapa com la següent poden tenir una durada de decenes d'anys en algunes espècies. De fet, són les etapes de maduració i estat adult que es caracteritzen per una marcada estabilitat i continuïtat dels processos de ramificació.

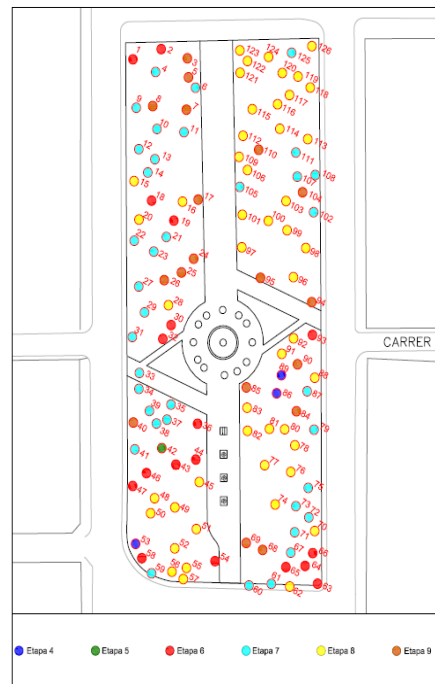
d) *Etapa 7.* Les branques de la meitat inferior han desaparegut. Només queda la copa definitiva, en la que les branques més inferiors es troben ja en un règim d'epitonia. Les branques de la part més superior segueixen reiterant el model específic, segons una forma reduïda on a les seves extremitats la hipotonia persisteix d'una manera residual.

e) *Etapa 8.* Tots els brots esdevenen monocíclics i formen habitualment branques curtes (braquiblasts), que només solen desenvolupar una ramificació al seu extrem. Aquesta escassa ramificació no compensa la mortalitat basífuga que afecta a la branca. Només l'epitonia que forma brots més vigorosos manté de manera efectiva la massa foliar.

f) *Etapa 9.* L'inici d'aquesta etapa està marcat per la mort de les primeres branques de la part superior de la copa. Aquest afebliment provoca: la competència de les reiteracions epítones situades a les millors posicions, una alimentació deficient general, una mala conducció de la saba o,

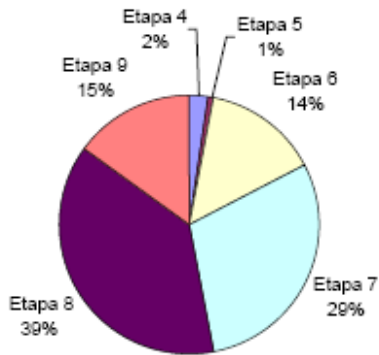
probablement, la concurrència dels tres factors a la vegada. No s'ha de confondre aquesta mortalitat definitiva centrípeta amb el buidament centrífug de les branques ocorregut després de l'etapa 4. La senescència va progressant cap al centre de la copa fins a causar la mort de l'arbre. En el cas de *Pinus halepensis*, com en d'altres coníferes, al no formar-se reiteracions prolèptiques damunt les branques velles, aquesta és l'etapa final de la vida de l'arbre. No és possible l'etapa 10.

Com es pot veure a la Fig. 4, només quatre individus es trobarien a les etapes 4 i 5, en que encara és evident la dominància apical de l'eix terminal i la hipotonia es present a la majoria de branques.



**Fig. 5.** Distribució de les etapes de desenvolupament.

**Fig. 5.** Distribution of development stages within the urban forest.



**Fig. 6.** Representació de les etapes de desenvolupament.

**Fig. 6.** Rate representation of each development stage.

En canvi, altres peus que també podrien ser considerats com a joves, atenent al seu diàmetre del tronc, mostren una etapa de desenvolupament més avançada de la que els hi correspondria. Un fet que pot indicar les males condicions de creixement i les amenaces que pateixen.

La distribució de les etapes (Fig. 6) mostra com les més avançades es troben a la meitat oriental de la plaça. Aquest resultat té una certa relació amb la distribució dels diàmetres (Fig. 4) i per tant amb l'edat dels arbres. De fet, una correspondència que revela una situació més normal en el desenvolupament dels arbres. De manera semblant, la localització de les etapes més juvenils a la part meridional de la plaça, coincidint amb els arbres de menor diàmetre, és també un indicatiu dels possibles processos de replantació que hagi pogut tenir aquesta zona.

## Discussió

El conjunt arbrat format per *P. halepensis*

que cobreix bona part de la Plaça dels Pins està format principalment per individus en un estat avançat de desenvolupament. Un situació que es pot considerar normal tenint en compte l'edat dels exemplars més vells i les restriccions que l'ambient urbà suposa al desenvolupament normal de les espècies arborescents (Quigley, 2004). De fet, un nombre important d'ells es trobarien ja en una fase de decadència evident. Aquest resultat es manifesta per la coincidència de les mides de diàmetre més altes amb un desenvolupament de l'arquitectura de la part aèria que es troba ja en les darreres etapes, així hi hauria una coincidència entre l'edat cronològica i l'edat fisiològica (Raimbault i Tanguy, 1993). A diferència d'altres arbres que poden tenir un cert ressorgiment a partir de reiteracions prolèptiques totals, *P. halepensis*, com la majoria d'espècies d'aquest gènere, no té la capacitat de desenvolupar nous creixements a partir de gemes dorments (Caraglio *et al.*, 2007). La seva arquitectura respon al model de creixement de Rauh (Hallé, 2004), que efectivament li permet un creixement continuat dels meristems apicals, però li manca aquesta capacitat de regeneració. Per tant aquests individus es troben ja en una fase terminal irreversible. Tanmateix, aquesta situació per si mateixa no vol dir cap situació negativa, ans al contrari, es tractaria d'un procés natural que posaria de manifest que aquests arbres han aconseguit fer en aquest espai urbà el desenvolupament habitual de l'espècie. Així i tot s'ha de tenir present que el comportament de les espècies pot tenir variacions significatives en el medi urbà respecte al natural, especialment pel que es refereix a la mida i velocitat de desenvolupament (Quigley, 2004). En canvi, la situació que es desprèn de l'anàlisi dels individus joves plantats més recentment sembla ser més preocupant.



Tot i la seva joventut molts d'ells mostren ja un arquitectura pròpia d'etapes més avançades, açò fa que la distribució de les etapes de desenvolupament en tot el seu conjunt no es correspongui del tot amb la dels diàmetres i l'edat dels arbres, per tant aquests individus es trobarien en un cert estat patològic (Raimbault, 2005). Així a la part meridional de la plaça on hi són més freqüents els individus de menor diàmetre l'etapa 8 està més representada del que seria d'esperar. Aquesta combinació de resultats posa de manifest per una banda que en aquesta part de la plaça s'han fet més replantacions que a la meitat septentrional, però també que aquestes plantes joves s'estan trobant amb unes condicions de desenvolupament pitjors que les plantes existents des de fa més anys.

L'explicació a aquestes situacions tan diferenciades entre el passat i el present podrien ser les amenaces que han estat detectades. Un fet que és habitual en els ambients urbans; especialment aquelles relacionades amb el deteriorament de les condicions del sòl (compactació, pèrdua d'estructura, impermeabilització) serien les que més estan perjudicant l'establiment dels arbres joves (Lemaire i Rossignol, 1999). Diferents estudis han posat de manifest que els mètodes de construcció actuals dificulten més la penetració de les arrels en el sòl (Hodge i Boswell, 1993; Day *et al.*, 1995). En part, aquestes mateixes també podrien estar causant una acceleració del procés d'envelliment dels arbres adults, però tanmateix s'ha de destacar que alguns d'aquests, especialment els de major mida, mantenen un desenvolupament de les etapes 6 o 7 prou estable, no mostren una evolució immediata cap a l'etapa 9. Açò voldria dir que en les seves etapes inicials aquests arbres van tenir un desenvolupament òptim (Raimbault, 2005).

En canvi, el fet que s'hagin observat poques plagues i malalties és un símptoma de què les condicions ambientals i, especialment, l'equilibri ecològic es troben en uns nivells adequats per aquesta espècie. Tot açò fa pensar de nou que són bàsicament factors antròpics els que estan dificultant actualment la conservació i renovació del conjunt arbrat.

Per altra banda, el fet que una sèrie de dades coincidents es trobin en les mateixes zones de la plaça també pot proporcionar informació interessant referent a les diferències que hi podria haver dins la mateixa plaça pel desenvolupament d'aquesta espècie. Les dades apunten que a la meitat septentrional s'han conservat un major nombre d'arbres del que podria ésser la plantació original. Aquesta fet estaria recolzat per la uniformitat de les mides del diàmetre i de les etapes de desenvolupament. A la meitat meridional una diversitat més elevada de diàmetres i etapes de desenvolupament ens indica que aquí han estat necessàries més actuacions de reposició d'arbres. Aquestes diferències tant poden ser degudes a unes diferents condicions del sòl o de factors ambientals, com també a una major pressió de les amenaces. En realitat la presència d'individus de menor diàmetre en aquesta part s'hauria d'interpretar com una garantia de renovació del conjunt arbrat, però el fet que es trobin en etapes de desenvolupament avançades, fa que aquesta interpretació no sigui possible.

Actualment és fàcil observar que la majoria d'instal·lacions que impliquen una major afluència de la gent en aquest espai públic es troben precisament en aquesta part més meridional. Una situació que implica, entre d'altres coses, una major compactació i del sòl i que molt probablement sigui la causa principal

d'aquest major grau de deteriorament de la vegetació.

### **Conclusions i recomanacions**

Els resultats obtinguts en les diferents observacions i recollides de dades mostren que el conjunt arbrat de la Plaça dels Pins està format per una població de *P. halepensis* relativament homogènia que actualment mostra una estat de desenvolupament avançat pel que fa a l'edat fisiològica dels arbres. Malgrat tot l'espai ha demostrat ser prou adequat com perquè un nombre considerable d'individus d'aquesta espècie hagin pogut desenvolupar el seu cicle vital en unes condicions prou òptimes per tractar-se d'un ambient urbà, els mateixos resultats també ens indiquen que actualment aquesta massa vegetal podria estar patint un procés de degradació més accelerat a causa de l'augment de les amenaces i alteracions. Aquestes en el seu conjunt deriven principalment d'un increment de l'activitat i freqüentació antròpica. Malgrat tot, l'espai, en el seu conjunt no ha perdut el seu valor original, ans al contrari, en el context urbà actual, en el que predominen les superfícies pavimentades la seva conservació estaria prou justificada. Al mateix temps, també conserva els fonaments bàsics perquè segueixi funcionant com a una arbreda urbana amb uns clars valors culturals i socials. En qualsevol cas, perquè açò segueixi així a llarg termini, a partir de les observacions fetes, es poden fer algunes recomanacions referents a la seva gestió i conservació:

a) Millorar les condicions del sòl, especialment en el que se refereix a la compactació i fertilitats.

- b) En les noves plantacions, fer-les de manera correcta evitant elements agressius a les plantes joves, com ara la mala col·locació dels suports, i respectant la profunditat de plantació.
- c) No incrementar les superfícies pavimentades o que impliquin un canvi en les característiques de la superfície del sòl.
- d) Establir una planificació de renovació progressiva de l'arbrat. Que molts dels arbres actuals estiguin en un estat de desenvolupament avançat no ha de significar la desaparició d'aquesta massa vegetal. Es possible la seva continuïtat amb una incorporació adequada d'individus joves cercant els punts adequats de plantació.
- e) Millorar les condicions de cultiu dels arbres joves existents actualment perquè aquests puguin recuperar, al menys en part, la seva arquitectura adequada.
- f) Fer compatible l'ús de l'espai públic per part de les persones i d'unes bones condicions de creixement per als arbres. Amb les feines de manteniment adequades és possible aconseguir que el conjunt arbrat es conservi i millori, i que a la vegada l'espai pugui tenir un ús públic.
- g) Promoure campanyes d'informació i sensibilització sobre els valors d'aquest conjunt arbrat i del ver urbà en general.
- h) Eliminar o modificar elements agressius artificials com ara cables elèctrics i altres elements que avui per avui hi ha en alguns arbres.

### **Agraïments**

Aquest treball s'ha desenvolupat gràcies a la iniciativa del GOB Menorca i a les

associacions de Ciutadella de Menorca: Ciutadella Vella, Associació de Vesins B-8, Associació de Vesins de Son Oleo, Associació de Vesins Sa Colàrsega i Associació de Vesins Glosador Vivó, per la seva preocupació per la conservació del espai públic de la Plaça dels Pins de Ciutadella de Menorca.

## Bibliografia

- Alberty, C.A., Pellett, H.M. i Taylor, D.H. 1984. Characterization of soil compaction at construction sites and woody plant response. *Journal of Environmental Horticulture*, 2: 48-53.
- Andersson, T. 2008. Swedish mid-century utopia: park design as a tool for societal improvements. In: Conan, M. i Whangheng, C. (eds.) *Gardens, city life and culture*: 157-172. Harvard University Press.
- Anfbarro, M.A. 2004. El arbolado en la formación del espacio urbano. Paseos, plazas y arboledas de la ciudad contemporánea. In: Asociación Española de Arboricultura (ed.). *Los árboles en el paisaje urbano. 8º Congreso de la Asociación Española de Arboricultura. Madrid, noviembre de 2004*: 35-44. Asociación Española de Arboricultura.
- Arnold, M.A., McDonald, G.V., Bryan, D.L., Denny, G.C., Watson, W.T. i Lombardini, L. 2007. Below-grade planting adversely affects survival and growth of tree specie from five different families. *Journal of Arboriculture*, 33: 64-69.
- Barthélémy, D. i Caraglio, Y. 2007. Plant architecture: A dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny. *Annals of Botany*, 99: 375-407.
- Caraglio, Y. i Barthélémy, D. 1997. Revue critique des termes relatifs à la croissance et à la ramification des tiges de végétaux vasculaires. In: Bouchon, J., de Reffye, Ph. i Barthélémy, D. (eds.). *Modelisation et simulation de l'Architecture des végétaux*: 11-18. Sciences Update, Editions Inra.
- Caraglio, Y., Rigolot, E. i Pimont, F. 2007. *Pinus halepensis* Mill. Architectural analysis for fuel modelling. In: *Proceedings of the international workshop MEDPINE 3: conservation, regeneration and restoration of Mediterranean pines and their ecosystems*. Bari: CIHEAM-IAMB: 43-59.
- Cassey, C. 2002. Beyond beautification: environmental benefits of community trees. *Wisconsin Urban and Community Forests*, 10: 1-4.
- Celestian, S.B. i Martin, C.A. 2004. Rhizosphere, surface, and air temperature patterns at parking lots in Phoenix, Arizona, United States of America Press.
- Clark, F. 1973. Nineteenth-century public parks from 1830. *Garden History*, 1: 31-41.
- Conan, M. 2008. Royal gardens and city life in Paris (1643-1789). In: Conan, M. i Whangheng, C. (eds.) *Gardens, city life and culture*: 73-86. Harvard University Press.
- Couch, S.M. 1992. The practice of avenue planting in the seventeenth and eighteenth centuries. *Garden History*, 20: 173-200.
- Craul, P.J. 1985. A description of urban soils and their desired characteristic. *Journal of Arboriculture*, 11: 330-339.
- Craul, P.J. 1994. Soil compaction on heavily used sites. *Journal of Arboriculture*, 20: 69-74.
- Day, S. D., Bassuk, N.L. i van Es, H. 1995. Effects of four compaction remediation methods for landscape trees on soil aeration, mechanical impedance and tree establishment. *Journal of Environmental Horticulture*, 13: 64-71.
- Edelin, C. 1984. *L'architecture monopodiale: l'exemple de quelques arbres d'Asie Tropicale*. Thesis Doct. Etat, Universitat de Montpellier 2.
- Fariello, F. 1967. *Architettura dei giardini*. Edizione dell'Ateneo. Roma.
- Flückiger, W. i Braun, S. 1999. Stress factors of urban trees and their relevance for vigour and predisposition for parasite attacks. *Acta Horticulturae*, 496: 325-334.
- Foster, R.S. i Blaine, J. 1978. Urban tree survival: trees in the sidewalk. *Journal of Arboriculture*, 4: 14-17.

- Grabosky, J. i Bassuk, N. 1995. A new urban tree soil to safely increase rooting volumes under sidewalks. *Journal of Arboriculture*, 21: 187-201.
- Hallé, F. 2004. *Architectures de plantes*. JPC Edition.
- Hallé, F. i Oldeman, R.A.A. 1970. *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Masson.
- Hallé, F., Oldeman, R.A.A., Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical trees and forests*. Springer-Verlag.
- Halverson, H.G. i Zisa, R.P. 1982. *Measuring the response of conifer seedlings to soil compaction stress*. U.S. Forest Service, Research Paper NE-509.
- Harris, J.R. i Bassuk, N.L. 1993. Tree planting fundamentals. *Journal of Arboriculture*, 19: 215-220.
- Hodge, J.S. i Boswell, R. 1993. A study of the relationship between site condition and urban tree growth. *Journal of Arboriculture*, 19: 358-366.
- Johannsen, H.J. 1975. Municipal tree survey and urban tree inventory. *Journal of Arboriculture*, 1: 71-74.
- Jordan, H. 1994. Public parks, 1885-1914. *Garden History*, 22: 85-113.
- Kissinger, D. 2002. Beyond beautification: economic benefits of community trees. *Wisconsin Urban and Community Forests*, 10: 5-15.
- Kozlowski, T.T. 1985. Soil aeration, flooding, and tree growth. *Journal of Arboriculture*, 11: 85-96.
- LaPage, W. 1962. Recreation and the forest site. *Journal of Forestry*, 60: 319-321.
- Lemaire, F. i Rossignol, J.-P. 1999. Stress factors related to urban soils. *Acta Horticulturae*, 496: 347-351.
- Maco, S.E. i McPherson, E.G. 2003. A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities. *Journal of Arboriculture*, 29: 84-97.
- Martorell, J. 1980. Guia d'arquitectura de Menorca. Publicacions del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.
- Montague, T. i Kjelgren, R. 2004. Energy balance of six common landscape surfaces and the influence of surface properties on gas exchange of four containerized tree species. *Scientia Horticulturae*, 100: 229-249.
- Nicoline, E. 1997. *Approche morphologique du développement du hêtre (Fagus sylvatica L.)*. PhD thesis, Universitat de Montpellier 2.
- Nielsen, C.N., Bühler, O. i Kristoffersen, P. 2007. Soil water dynamics and growth of street and park trees. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33: 231-245.
- Oldeman, R.A.A. 1974. *L'architecture de la forêt guyanaise*. Mémoire no., 73. O.R.S.T.O.M.
- Patterson, J.C. 1977. Soil compaction - effects on urban vegetation. *Journal of Arboriculture*, 3: 161-167.
- Pauleit, S., Jones, N., Garcia-Martin, G., Garcia-Valdecantos, J.L., Rivière, L.M., Vidal-Baudet, L., Bodson, M. i Bandrup, T.B. 2002. Tree establishment practice in towns and cities. Results from a European survey. *Urban Forestry and Urban Greening*, 1: 83-96.
- Pearson, G.A. i Marsh, R.E. 1935. Timber growing and logging practice in the Southwest and in the black hills region. *USDA Technical Bulletin*, 480.
- Price, C. 2003. Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry. *Urban Forestry & Urban Greening*, 1: 123-133.
- Quigley, M.F. 2004. Street trees and rural conspecifics: Will long-lived trees reach full size in urban conditions? *Urban Ecosystems*, 7: 29-39.
- Raimbault, P. 2005. Le diagnostic des arbres. In: Sánchez, M. (coord.). *La visión del árbol. Actas del 9º congreso de la Asociación Española de Arboricultura. Barcelona 2005*: 55-84. Asociación Española de Arboricultura.
- Raimbault, P. i Tanguy, M. 1993. La gestion des arbres d'ornement. 1<sup>re</sup> partie: Une méthode d'analyse et de diagnostic de la partie aérienne. *Revue Forestière Française*, 45: 97-117.
- Ruark, G.A., Mader, D.L., Veneman, P.L.M. i Tattar, T.A. 1983. Soil factors related to urban sugar maple decline. *Journal of Arboriculture*, 9: 1-6.
- Schmied A. i Pillmann, W. 2003. Tree

- protection legislation in European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2: 115-124.
- Smiley, E.T. i Baker, F.A. 1988. Options in street tree inventories. *Journal of Arboriculture*, 14: 36-42.
- Smiley, E.T., Calfee, L., Fraedrich, B.R. i Smiley, E.J. 2006. Comparison of structural and noncompacted soils for trees surrounded by pavement. *Arboriculture & Urban Forestry*, 32: 164-169.
- Urban, J. 1989. New techniques in urban tree plantings. *Journal of Arboriculture*, 15: 281-284.
- Urban, J. 1992. Bringing order to the technical dysfunction within the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 18: 85-90.
- Yelenosky, G. 1963. Soil aeration and tree growth. *International Shade Tree Conference Proceedings*, 39: 16-25.



# Presència d'*Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) a les Illes Balears

Antoni J. PUJADAS SALVÀ i Maurici MUS

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Pujadas Salvà, A. J. i Mus, M. 2009. Presència d'*Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) a les Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 49-54. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es dona a conèixer la presència d'*Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman, per primera vegada per a les Illes Balears, a partir de poblacions localitzades en ecosistemes dunars i penya-segats costaners de Mallorca, espècie que parasita *Helichrysum stoechas* (L.) Moench i *H. cf. crassifolium* (L.) D. Don (Compositae). Es tracta de la segona cita per a la Flora Ibèrica. S'aporta la seva descripció així com dades sobre la seva ecologia, fitosociologia, distribució, biogeografia i estatus de conservació.

**Paraules clau:** *Orobanche*, paràsit, florística, Illes Balears.

OCCURENCE OF *OROBANCHE OLBIENSIS* (COSS.) NYMAN (OROBANCHACEAE) IN THE BALEARIC ISLANDS. *Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman is reported for the first time in the Balearic flora growing in sand-dune and cliff coastal ecosystems of Mallorca, it is parasitic on *Helichrysum stoechas* (L.) Moench and *H. cf. crassifolium* (L.) D. Don (Compositae). It is the second reference for the Iberian Flora. A detailed description and data on their ecology, phytosociology, distribution, biogeography and conservation status are presented.

**Keywords:** *Orobanche*, parasitic, brorape, floristics, Balearic Islands.

Antoni J. PUJADAS SALVÀ, Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, E-14071, Córdoba. E-mail: cr1pusaa@uco.es; Maurici MUS AMÉZQUITA, Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears, E-07122, Palma de Mallorca, Illes Balears. E-mail: maurici.mus@uib.es

Recepció del manuscrit: 10-mar-09; revisió acceptada: 30-set-09.

## Introducció

*Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman va ser descrita per Cosson (1849) amb el nom de *Phelypaea olbiensis*, a partir de material recol·lectat per Bourgeau Porquerolles, a la costa del sud de França, parasitant *Helichrysum stoechas* (L.) Moench.

La seva presència ha estat reconeguda a França (Grenier i Godron, 1853; Rouy, 1909; Bonnier, 1926; D'Onofrio *et al.*,

2003), i es coneixen referències de la seva existència a Sicília i a Grècia, sense indicar l'hoste (Lojacomo-Pojero, 1882; 1907). Es va citar de forma errònia Pujadas Salvà i Crespo Villalba (2000) i a Pujadas Salvà (2002) per a Alacant per confusió amb *O. porto-illicitana* A. Pujadas & M.B. Crespo (Pujadas Salvà i Crespo, 2004). Una cita més recent, de la província d'Almeria (Pujadas Salvà, 2006), és fins ara l'única localitat comprovada per a la península

Ibèrica. Segons les nostres dades no existeixen referències prèvies sobre la seva presència en les Illes Balears. En la present contribució aportem una descripció completa, fonamentada en plantes baleariques, d'*Orobancha olbiensis*, per facilitar la seva identificació, així com noves dades sobre la seva ecologia, fitosociologia, distribució, i estat de conservació.

## Material i mètodes

Per a la descripció morfològica s'ha partit de material fresc recol·lectat en les nostres prospeccions botàniques i de material premat que es conserva en l'herbari COA.

Per a concretar la seva àrea de distribució a Espanya s'han revisat els herbaris ABH, ALME, BC, BCC, COA, "Colegio La Salle de Almería", "Col·legi Oficial de Farmacèutics de les Illes Balears", HJBS, MA, MAF, MGC, MPU, MUB, "Orell-Casanovas", PRC, SEV, UIB, VAB, VAL, WU, sense que s'hagi pogut reconèixer l'espècie a les plantes recollides fora de la província d'Almeria.

Els aspectes fitosociològics, bioclimàtics i biogeogràfics s'ajusten a les propostes de Rivas-Martínez *et al.* (2001; 2002).

## Resultats

*Orobancha olbiensis* (Coss.) Nyman, Syll. Fl. Eur.: 133 (1854)

Basiònim.: *Phelipaea olbiensis* Coss., Not. Pl. Crit.: 8 (1849)

*Phelipaea ramosa* subsp. *mutelii* var. *olbiensis* (Coss.) Rouy, Fl. France 11: 160 (1909)

*Orobancha ramosa* var. *nigrescens* Beck,

Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 18: 38 (1922)

*Phelipaea ramosa* subsp. *olbiensis* (Coss.) Bonnier, Fl. Ill. France 8(78): 91 (1926).

*Phelipanche olbiensis* (Coss.) Carlón *et al.*, Documentos Jard. Bot. Atlántico (Gijón) 6: 79 (2008)

Iconografia: Bonnier (loc. cit., pl. 463: 2144i, sub *Phelipaea ramosa* subsp. *olbiensis*); Carlón *et al.* (2008: 81, sub *Phelipanche olbiensis*); Ivorra *et al.* (2008).

## Descripció

Planta de (6,5)7,5-17 cm, glabrescent. Tija de base porriforme (2)6-9 mm de diàmetre, relativament robusta, de vegades prima en la seva meitat [(1,5)2,5-4 mm de diàmetre)], simple o que ramifica densament des de sota del sòl, de vegades tacada de marró, blanquinosa en la base, pubèrula, amb pèls glandulars de  $\leq 0,2$  mm, porpra fosc. Fulles basals (3)4-10 x 1,5-3 mm, d'oblongo-lanceolades a ovades, imbricades, les superiors 7-10 x 3-4 mm, amplament lanceolades a ovades, curtament pubèrules, amb pèls glandulars c. 0,1 mm. Inflorescència (2,5)4-6 x (1,8) 2,4-3 cm, ovada, amb l'apex arrodonit, una mica densa, pauciflora. Flors sèssils. Bràctees (5)6-8 x 3-4,3 mm, lleugerament més curtes que les dents del calze, amplament lanceolades a ovades, curtament pubèrules, amb pèls glandulars c. 0,1 mm, porpra fosc. 4-6 x 0,4-0,8(1) mm, linear-lanceolades a estretament lanceolades. Calze 6-7,5 mm, amb dents aproximadament de la mateixa longitud que la del tub, dents deltoïdals, triangulars o estretament triangulars, tot sovint amb l'apex lleugerament falcat, blau-violaci, amb la base blanquinosa, d'un blau fosc en sec. Corol·la 11-16 mm, erectopatent, de vegades suberecta, recta o escassament corbada, poc inflada en la base, més estreta en el lloc de la inserció



dels filaments i a partir d'aquí, escassament infundibuliforme, glabra en la base, amb pèls glandulosos  $\leq 0,1$  mm en la meitat superior, principalment en el dors, més escassos en el ventre, tub tenyit de blau, blanquinós en la base, limbe blau fosc. Llavi superior emarginat a profundament emarginat, bilobat, amb lòbuls curts, de vegades bidentats, ovats, aguts, llargament acuminats, patents; l'inferior trilobat, amb lòbuls iguals o subiguals, lanceolats, aguts, acuminats, més o menys patents; marge irregular i profundament dentat, curtament ciliat amb pèls glandulars de 0,2-0,3 mm, blausos. Filaments inserits obliquament a 4-6 mm de la base de la corol·la, glabres en la base, glabres o subglabres –amb algun pèl glandular subsèssil– en l'apex per sota de les anteres. Anteres 1,1-1,3 mm, amb pèls de fins a 0,4 mm en la base, blanc-groguenques, blanques en sec. Nectaris en la base de l'ovari de color blanc. Ovari glabre o subglabre, blanc o blanc groguenc. Estil amb pèls glandulars de  $< 0,09$  mm a subsèssils, espargits, més abundants per sota de l'estigma, blanquinós tenyit de morat. Estigma bilobat, groguenc.  $2n=12$  (nombre cromosòmic de les plantes d'Almeria) (Schneeweiss *et al.*, 2004, sub *O. rosmarina* G. Beck).

Balears. Mallorca: Lluçmajor, S'Estanyol, S'Estalella, dunes litorals, sobre *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, 31SDD9156, 5 m, 9-VIII-2002, M. Mus & A. Pujadas, COA 31086 (plantes seques). Calvià, Santa Ponça, Es Penyal de s'Àguila, sobre *Helichrysum* cf. *crassifolium* (L.) D. Don, 31SDD5373, 30 m, 7-VII-2002, M. Mus & A. Pujadas, COA 31087 (plantes seques). Campos, Ses Covetes, entre Ses Covetes i la Platja des Coto, 31SDD9854, 2m, dunes costaneres semimòvils, sobre *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, 2 m,

18-IV-2003, A. Pujadas, COA 45359. Campos, Ses Covetes, Platja des Cotó, 31SDD9854, 2m, dunes litorals, sobre *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, 2-V-2003, A. Pujadas, COA 45360.

Altres materials estudiats:

Espanya: Almeria, Punta del Sabinar, arenes, 15-IV-1984, B.D. Garretas & A. Asensi, MGC 17954. Campode Dalías, Punta del Sabinar, sanküste, auf *Helichrysum stoechas*, 30-III-2001, G.M. Schneeweiss & H. Weiss, WU 25267. Roquetas, Punta del Sabinar, c. Faro, 36° 41,155' N, 2° 41,994' W, 0 m, 17-III-2007, A. Pujadas, A. Ivorra & P. Soria, COA 37656

França: Vars, Roquebrune, s/f, H° Cost, MPU s/n (sub *Phelypaea olbiensis*). Hyères (83), Porquerolles à la plage d'Argent, sur *Helichrysum stoechas*, 5-VI-2001, H. Michaud, COA 31082. Massif de Marseilleveyne au Plan des Cailles, sur *Helichrysum stoechas*, 5-V-2005, H. Michaud, COA 37484. Var, Roquebrune, Guirigui, lieux decouverts dans les bois, V-1943, R.- Herbarium C. Bertrand, MPU-Herbarium Coste; PRC (sub *Phelypaea olbiensis*).

Itàlia: Insula Pianosa, 15-V-1901, S. Sommier, PRC (sub *Orobancha mutellii* f. *nigrescens*).

### **Ecologia i fitosociologia**

A les Illes Balears solament l'hem trobat a Mallorca, en àrees sorrenques ben conservades del S i en els penya-segats costaners del SW. *Orobancha olbiensis* creix en dunes costaneres molt poc mòvils, sobre sòls sorrencs profunds sotmesos a la influència directa dels vents marins, i a esquerdes de penya-segats costaners calcaris, a tots ells llocs suportant una moderada pressió antròpica. Participa en



**Fig. 1.** *Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman Platja del Cotó, Campos. Mallorca. Detall inflorescència.  
**Fig. 1.** *Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman Platja del Cotó, Campos. Mallorca. Inflorescence detail.

comunitats vegetals costaneres en la que es troba *Helichrysum stoechas*, sobre el que viu, més concretament, en poblacions de reraduna enquadrales en l'associació *Loto cretici-Crucianellum maritimae* Alcaraz et al. 1989 i en timonedes de socarrells del *Launaeetum cervicornis* O. Bolòs & Molinier 1958. Per altra banda, s'ha trobat també creixent sobre exemplars d'*Helichrysum crassifolium* molt probablement hibridats d'altres espècies de semprevives presents a la zona, en penya-segats costaners exposats a l'hàlit marí, una mica degradats i nitròfils, que, tot i estar majorment conformats per una comunitat

protagonitzada per les saladines i enquadrales en el *Limnietum caprariensis* O. Bolòs & Molinier 1958 em. Gil & Llorens 1995, tenen elements característics de l'*Asplenetalia glandulosi* Br.-Bl. in Meier & Br.-Bl. 1934.

S'ha localitzat des de 2 a 20 m.s.m.  
Època de floració: IV-V

#### ***Distribució i biogeografia***

Només es coneix amb certesa de les costes del Mediterrani nordoccidental, en un territori que abasta des de l'oest d'Itàlia (Illa Pianosa, Illes Toscanes), sud de França (Illes de Hyères, Porquerolles), Illes

Balears, i l'Est de la península Ibèrica, en la costa del ponent almeriense. La seva presència a Palerm (Sicília) i a Cubaea (Grècia), on va ser citada per Lojacono-Pojero (1882; 1907) és dubtosa, concretament Giardina *et al.* (2007) no la reconeixen per a Sicília i tampoc hem pogut corroborar aquestes referències. A les Balears cal considerar-la com un element propi de la vegetació característica del sector mallorquí a les àrees costaneres del pis bioclimàtic termomediterrani semiàrid seguint les classificacions proposades per Rivas-Martínez *et al.* (2002).

### Conservació

S'ha pogut comprovar que durant els últims anys les dues poblacions conegudes de Mallorca es mantenen estables, en un nombre total que oscil·la al voltant dels 500 individus. Tenint en compte la fragilitat dels ecosistemes dunars afectats per una forta pressió antròpica, deguda al turisme, desenvolupament urbanístic i vianants, observada a les localitats i a l'alteració de l'hàbitat per l'accés de pescadors a la població del penya-segat costaner, sembla oportú catalogar *O. olbiensis* en el conjunt de la península Ibèrica i Illes Balears, com "vulnerable" (VU) –criteris B1ab(v); C2b; D2- segons les categories de la UICN (2001). Conseqüentment, resulta urgent establir mesures per a la conservació d'aquesta planta i els seus hàbitats.

### Agraïments

Agraïm als conservadors i personal dels herbaris ABH, ALME, BC, BCC, "Colegio La Salle de Almería", "Col·legi Oficial de Farmacèutics de les Illes Balears", HJBS, MA, MAF, MGC, MPU, MUB, "Orell-Casanovas", PRC, SEV, UIB, VAB, VAL,

WU, per les facilitats prestades per a la consulta dels seus espècimens. Restem també agraïts al Dr. M. Michaud per l'aportació del material del sud de França.

### Bibliografia

- Bonnier, G. 1926. *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique*. Vol. 8, fasc. 78. Paris.
- Carlón, L., Gómez Casares, G., Laínz, M., Moreno Moral, G., Sánchez Pedraja, O. i Schneeweiss, G.M. 2008. Más, a propósito de algunas *Phelipanche* Pomel, Boulardia F.W. Schutz y *Orobancha* L. (Orobanchaceae) del oeste del Paleártico. *Documentos Jard. Bot. Atlántico (Gijón)*, 6: 1-127.
- Cosson, E.S.C. 1849. *Notes sur quelques plantes critiques*. Paris.
- D'Onofrio, P., Léotard, G., Crouzet, N., Aboucaya, A. i Michaud, H. 2003. Contributions à la connaissance de la flore des îles d'Hyères. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park, Fr.* 19: 41-62.
- Giardina, G. Raimondo, F.M. i Spadaro, V. 2007. A catalogue of plants growing in Sicily. *Bocconea*, 20: 5-582.
- Grenier, J. C. M. i Godron, D.A. 1853. *Flore de France*. Vol. 2. Paris.
- Ivorra Jiménez, A., Pujadas Salvà, A.J., García Torres, J.M. i Soria Estevan, P. 2008. Plantas parásitas de Almería. [www.floresdealmeria.com/parasitas](http://www.floresdealmeria.com/parasitas) (c. 23.12.08).
- Lojacono-Pojero, M. 1882. Criteri sui caratteri delle *Orobancha* ed enumerazione delle nuove specie rinvenute in Sicilia. *Naturalista Sicil.*, 1(10): 209-216.
- Lojacono-Pojero, M. 1907. *Orobanchaceae*, in *Flora Sicula* 2(2): 148-171. Tipo-litografia S. Bizzarrill. Palermo.
- Pujadas Salvà, A.J. 2002. *Orobancha* L. In: López-Sáez, J.A., Catalán, P. i Sáez LI. (eds.). *Plantas Parásitas de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Mundi-Prensa, 348-440. Madrid, Barcelona & México.
- Pujadas Salvà, A.J. 2006. Nuevas combi-

- naciones nomenclaturales y aportaciones florísticas en el género *Orobanche* L. (Orobanchaceae). *Lagascalia*, 26: 246-248.
- Pujadas Salvà, A. J. i Crespo Villalba, M. B. 2000. *Orobanche olbiensis* (Coss.) Nyman, taxon minusvalorado del Mediterráneo occidental. *Collect. Bot. (Barcelona)*, 25(2): 217-224.
- Pujadas Salvà, A.J. i Crespo, M.B. 2004. A new species of *Orobanche* (Orobanchaceae) from south-eastern Spain. *Bot. J. Linn. Soc.*, 146(1): 97-102.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T.E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousã, M. i Penas, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. *Itinera Geobot.*, 15(2): 433-922.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. i Penas, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.*, 14: 1-341.
- Rouy, G. 1909. *Flore de France*. Vol. 11. Ansiers.
- Schneeweiss, G.M., Palomeque, T., Colwell, A.E. i Weiss-Schneeweiss, H. 2004. Chromosome numbers and karyotype evolution in holoparasitic *Orobanche* (Orobanchaceae) and related genera. *Am. J. Bot.*, 91: 439-448 and Supplementary Data 1-11.
- UICN. 2001. *Categorías de las Listas Rojas de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de la Supervivencia de las Especies de la UICN. Gland i Cambridge.

# Sobre la presència de *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) en aigües de les Illes Balears (Mediterrània Occidental)

Xavier MAS, Francesc RIERA, Oliver NAVARRO i Antoni M. GRAU

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, X., Riera, F., Navarro, O. i Grau, A.M. 2009. Sobre la presència de *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) en aigües de les Illes Balears (Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 55-60. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Entre octubre de 2007 i gener de 2008 es varen capturar 5 exemplars de *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) en aigües de l'arxipèlag de les Illes Balears, observant-se altres dos individus. Tots els indicadors assenyalen la seva procedència lessepsiana i és, per tant, la primera espècie íctica de l'Índic que arriba a les Illes Balears des de l'obertura del canal de Suez.

**Paraules clau:** *Fistularia commersonii*, migració lessepsiana, Illes Balears, Mediterrani Occidental.

ABOUT THE PRESENCE OF *FISTULARIA COMMERSONII* (RÜPPELL, 1835) ON THE BALEARIC ISLANDS (WESTERN MEDITERRANEAN). Five individuals of the bluespotted cometfish *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) were captured off the Balearic Islands between October 2007 and January 2008, and other two individuals were reported from underwater observations. This is the first lessepsian fish species recorded around the Balearic Islands.

**Keywords:** *Fistularia commersonii*, Lessepsian migration, Balearic Islands, Western Mediterranean.

Xavier MAS, C. de Santa Florentina, 44, 3<sup>a</sup>-2<sup>a</sup>. 07008 Palma, Illes Balears; Francesc RIERA, Oliver NAVARRO i Antoni Maria GRAU, Servei de Recursos Marins, Govern de les Illes Balears, C. Foners, 10. 07006 Palma, Illes Balears. E-mail: [friera@dgpesca.caib.es](mailto:friera@dgpesca.caib.es), [onavarro@dgpesca.caib.es](mailto:onavarro@dgpesca.caib.es), [agrau@dgpesca.caib.es](mailto:agrau@dgpesca.caib.es).

Recepció del manuscrit: 29-jun-09; revisió acceptada: 13-oct-09

## Introducció

A les tres darreres dècades, a les aigües de les Illes Balears s'ha assenyalat la presència d'un nombre important d'espècies íctiques novingudes, totes les quals tenen com a àrea habitual de distribució l'Atlàntic sudoriental o el nord d'Àfrica. Espècies com *Sphoeroides pachygaster*, *Epinephelus aeneus* o *Caranx ronchus*, entre d'altres, arribaren a les Illes Balears probablement

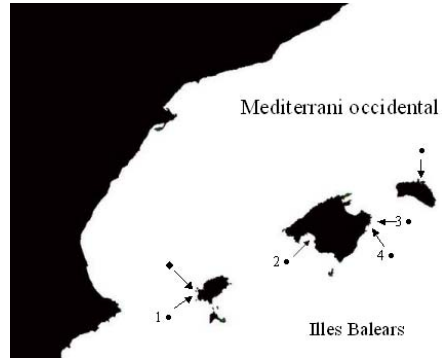
afavorides per l'increment de la temperatura de l'aigua de la Mediterrània (Riera *et al.*, 1995; Cardona i Elices, 2000; Grau i Riera, 2001; Mas *et al.*, 2006). Per altra banda, és ben conegut que l'obertura del canal de Suez, el 1869, ha propiciat l'entrada a la Mediterrània i colonització de la conca Llevantina de més de 50 espècies de peixos indopacífics (Golani *et al.*, 2002). No obstant això, no n'havia arribat cap a les

Illes Balears en els més de 100 anys d'ençà que s'obrí el canal. *Fistularia commersonii* és una espècie distribuïda a l'Indopacífic: des de la Mar Roja a l'Àfrica oriental (Rapa i Illes de l'Est), el Japó, Austràlia i Nova Zelanda; i al Pacífic oriental: des de Mèxic a Panamà incloent-hi illes d'alta mar (Froese i Pauly, 2003). La presència a la Mediterrània fou palesada per Golani (2000) i en el 2007 arribà tant a la costa mediterrània de la Península Ibèrica, a Granada i a Palamós (Sánchez-Tocino *et al.*, 2007) com a les Illes Balears, tal com es posa de manifest en aquesta nota.

### Material i mètodes

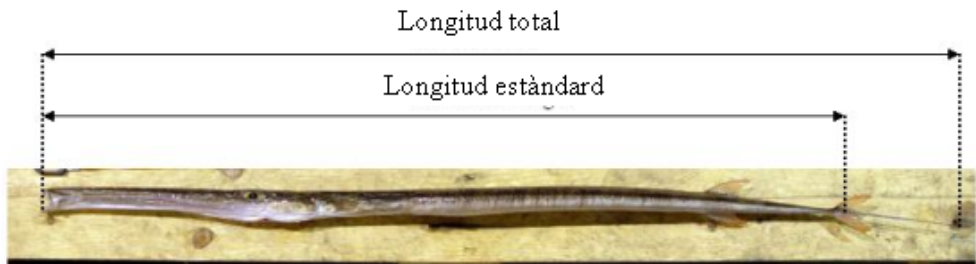
Entre octubre de 2007 i gener de 2008 es capturaren un total de 5 exemplars de *Fistularia commersonii* en aigües de les Illes Balears, tots en un interval de fondàries entre 10 i 20 m i en fons de praderia de *Posidonia oceanica* o fons mixtos de roca i *Posidonia*.

El primer individu (exemplar núm. 1 de la Taula 1) es va capturar durant un campionat de pesca submarina a Cala d'Hort (Eivissa) el 28 d'octubre de 2007. La segona captura (exemplar 2 de la Taula



**Fig. 1.** Localització de les captures (●) i els albiraments (◆) de *Fistularia commersonii*. Els nombres identifiquen els individus de la Taula 1.  
**Fig. 1.** Capture location (●) and sighting (◆) of *Fistularia commersonii*. Numbers are related to the specimens in table 1.

de Palma (Mallorca) el 2 de novembre. Una tercera captura, de la qual tan sols es conserva un registre fotogràfic, es realitzà a Fornells (Menorca) amb tremall el 19 de novembre. Finalment, durant la segona quinzena de gener de 2008 es van capturar per pesca submarina dos individus més al NE de Mallorca (sa Font de sa Cala, exemplar 3, i Cala Massot, exemplar 4 de la Taula 1). Tots els individus conservats 1 i Fig. 1), es va fer amb tremall a la badia



**Fig. 2.** *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) capturat a la badia de Palma (Mallorca, Mediterrània occidental).

**Fig. 2.** *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) caught off Palma Bay (Mallorca, Western Mediterranean).

Caràcters morfològics	Individu 1	Individu 2	Individu 3	Individu 4
Pes total	533	374	345	460
Longitud total	1117	922	902	1050
Longitud estàndard	841	775	802	845
Longitud cefàlica	310	276	277	302
Alçada cefàlica	250	230	230	240
Longitud rostre	229	205	202	230
Diàmetre ocular longitudinal	26	25	21	23
Diàmetre ocular vertical	12	11	11	13
Amplària interorbital	22	22	19	21
Longitud maxilar superior	33	27	25	30
Longitud maxilar inferior	57	49	46	54
Alçada màxima	33	24	24	26
Amplària	49	43	46	52
Longitud predorsal	697	640	645	687
Longitud base aleta dorsal	30	21	22	29
Alçada aleta dorsal	42	36	40	35
Longitud preanal	676	489	493	667
Longitud base anal	30	22	26	27
Alçada aleta anal	41	34	33	39
Longitud aleta pectoral	46	41	39	44
Longitud aleta caudal	42	37	34	42
Alçada peduncle caudal	6	5	6	7
<b>Caràcters merístics</b>				
Radis dorsal	15	15	15	15
Radis anal	14	14	14	14
Radis pectoral	14	15	15	14
Radis pèlvica	6	6	6	6

**Taula 1.** Caràcters morfològics (mesures en mm i pes en g) i merístics dels individus de *Fistularia commersonii* capturats a les Illes Balears (Mediterrània Occidental).

**Table 1.** Morphometric characters (measurements in mm and total weight in g) and meristic characters (number) of the *Fistularia commersonii* specimens captured in Balearic Islands (Western Mediterranean).

s'han dipositat en la col·lecció del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears (MNIB) amb els números MNIB0089, MNIB0090, MNIB0091 i MNIB0092.

A part de les captures, també es van albirar 2 exemplars a la Conillera (Eivissa), el 12 de gener de 2008, per part del mateix pescador submarí que en va capturar el primer. La distribució geogràfica de les captures i els albiraments es presenta a la Fig. 1.

Els caràcters morfològics dels exemplars capturats (Fig. 2) s'han mesurat amb

una precisió de 0.1 mm i el pes total amb una precisió de 0.1 g.

## Discussió

Molt probablement, la difusió de *Fistularia commersonii* fins a les nostres costes, té molt a veure amb l'escalfament de les aigües de la Mediterrània (Berthou et al., 1990; Pascual et al., 1995; Fernández de Puelles *et al.*, 2003) i amb el conseqüent fenomen de meridionalització o tropica-

lització de la ictiofauna (Quignard i Raibaut, 1993; Astraldi *et al.*, 1995; Francour *et al.*, 1994; Kacic, 1995; Riera *et al.*, 1995; Andaloro *et al.*, 1998; Dulčić *et al.*, 1999; Grau i Riera, 2001). No obstant això, crida l'atenció la ràpida expansió de l'espècie que, en només 7 anys, ha creuat la Mediterrània de cap a cap, un fet insòlit des de l'obertura del canal de Suez. Cap altra espècie de peix no ho havia aconseguit, i per això Karachlè *et al.* (2004) l'han anomenat, encertadament, "lessepsian sprinter". Des de la primera aparició a Israel (Golani, 2000), les troballes mediterrànies han estat freqüents i regulars, amb un avanç ràpid i sostingut cap a l'oest: en 2002 es cità a Turquia (Bilecenoglu *et al.*, 2002; Gokoglu *et al.*, 2002) i com abundant a l'illa de Rodes (Grècia, Corsini *et al.*, 2002); a l'estiu de 2003 ja hi era al nord de la Mar Egea (Karachlè *et al.*, 2004); en 2004 ja apareix a Tunísia, on Ben Soussi *et al.* (2004) i Charfi-Cheikhrouha (2004) el citaren tant al golf de Gabès com al nord del país; quant a Itàlia, també apareix en 2004, tant a l'estret de Sicília (Azzurro *et al.*, 2004; Fiorentino *et al.*, 2004) com a la Mar Tirrena, ja en aigües de la Mediterrània occidental (Pipitone *et al.*, 2004; Micarelli *et al.*, 2006); en 2005 es va capturar a Líbia (Shakman i Kinzelbach, 2007), a l'est de Sardenya per Pais *et al.* (2006) i al sud-oest de Sicília (Milazzo *et al.*, 2006); finalment, en 2007, s'observa al centre de la Mar Tirrena (Psomadakis *et al.*, 2008), a l'Adriàtic (Dulčić *et al.*, 2007) i a les costes més occidentals de la Mediterrània, primer a les Illes Balears (aquest treball) i molt poc després a Granada i a Palamós (Sánchez-Tocino *et al.*, 2007).

De totes aquestes troballes destaca el fet que, tal com han posat de manifest Pais *et al.* (2007), la forma més probable com *Fistularia commersonii* està colonitzant la Mediterrània és per natació activa dels

individus adults i no de forma passiva per larves planctòniques, tal com semblaria més lògic en un peix de natació poc vigorosa i tenint en compte que les illes Balears estan separades del continent per un braç de mar de 36 milles nàutiques en el punt més estret. Tot i això, tots els individus capturats a les Balears eren adults.

Un altre fet destacable és que, en gairebé tots els treballs consultats on s'indiquen les dates de les primeres citacions d'aquest peix, aquestes s'han produït –igual que en el present treball– entre els mesos d'octubre i gener (Ben Soussi *et al.*, 2004; Dulčić *et al.*, 2007; Golani, 2000; Joksimovic *et al.*, 2008; Micarelli *et al.*, 2006; Pais *et al.*, 2007; Sanchez-Tocino *et al.*, 2007; Shakman i Kinzelbach, 2007) cosa que podria indicar que *Fistularia commersonii* tindria moviments dispersius en la tardor.

Encara que s'ha de ser prudent, la ràpida expansió i l'abundància de captures a les Illes Balears en poc temps, unit al fet demostrat que a la Mediterrània *Fistularia commersonii* es comporta com un depredador actiu d'alevins i petits peixos litorals (Corsini *et al.*, 2002; Pais *et al.*, 2007) fan pensar en la possibilitat que la seva colonització pugui tenir efectes imprevisibles en les comunitats de peixos nadius litorals. No obstant, després d'aquestes troballes en un període de temps curt, no hi ha cap altra notícia de l'espècie a les Illes Balears. Atès que és un peix singular, que no s'assembla a cap altra peix present a les Illes i que crida molt l'atenció, i que a l'hivern a les Balears i en el rang de fondàries propi de *F. commersonii* es desenvolupa una intensa campanya de pesca de la sípia mitjançant tremalls (Merino *et al.*, 2008), es pot afirmar que l'absència de captures des de l'hivern de 2008 és perquè ha desaparegut de les nostres aigües. Aquesta desaparició es



podria associar a les baixes temperatures que es donen a l'hivern (fins a 13°C en febrer-març) a les aigües litorals de Balears.

## Agraïments

Els autors volem agrair la col·laboració de Nicolau Cunill, patró del V/P "Teresa II" (Palma, Mallorca), de Jaume Servera, patró del V/O "Pedaç" (Cala Bona, Mallorca), de Bernadí Serra (sa Font de la Cala, Mallorca), de Fèlix Ripoll (Fornells, Menorca) i dels integrants del club C.A.S. S'Embarcador (Sant Antoni de Portmany, Eivissa) per proporcionar-nos els exemplars o les observacions aquí descrits.

## Bibliografia

- Andaloro, F., Kallianotis, A., Camiñas, J. A., Titone, G. i Potoschi, A. 1998. *La biodiversità interespecifica della fauna ittica mediterranea e la sua variabilità Quale bioindicatore del fenomeno di tropicalizzazione del mare Mediterraneo e di meridionalizzazione del bacino settentrionale*. 9<sup>th</sup> Congress of European Ichthyologists "Fish Biodiversity".
- Astraldi, M., Bianchi, C.N., Gasparini, C.P. i Morri, C. 1995. Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 18(2): 139-149.
- Azzurro, E., Pizzicori, F. i Andaloro, F. 2004. First record of *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) from the central Mediterranean. *Cybium*, 28, 72-74.
- Ben Sousi, J., Zaouali, J., Bradai, M. N. i Quignard, J. P. 2004. Lessepsian migrant fishes off the coast of Tunisia. First record of *Fistularia commersonii* (Osteichthyes, Fistulariidae) and *Parexocoetus ento* (Osteichthyes, Exocoetidae). *Vie et Milieu*, 54: 247-248.
- Berthou, J. P., Gentili, B., Raunet, J. i Tailliez, D. 1990. Warming trend in the western Mediterranean deep water. *Nature*, 347: 660-662.
- Bilecenoglu, M., Taskavak, E. i Kunt, B. 2002. Range extension of three lessepsian migrant fish (*Fistularia commersonii*, *Sphyaena flavicauda*, *Lagocephalus suezensis*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Biological Association of United Kingdom*, 82, 525-526.
- Cardona, L. i Elices, M. 2000. Datos sobre la presencia en el litoral de Menorca (Islas Baleares, Mediterráneo Occidental) de *Parablennius pilicornis* (Cuvier, 1829) y *Scorpaena maderensis* (Valenciennes, 1833). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 33-38.
- Charfi-Cheikhrouha, F. 2004. Premières observations de quatre especes de poissons allochtones a Rafrac (nordest de la Tunisie). *Bull. Inst. Natl. Sci. et Tech. Salammbô*, 31, 115-117.
- Corsini M., Kondilatos G. i Economidis P. S. 2002. Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* from the Rhodes marine area. *J. Fish Biol.*, 61: 1061-1062.
- Dulčić, J., Grbec, B. i Lipej, L. 1999. Information on Adriatic ichthyofauna –effect of water warming? *Acta Adriatica*, 40(2): 33-43.
- Dulčić, J., Scordella, G. i Guidetti, P. 2007. On the record of the Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835). *J. Appl. Ichthyol.*, 24(1): 101-102.
- Fernández de Puellas, M.L., Pinot, J. M. i Valencia, J., 2003. Seasonal and interannual variability of zooplankton community in waters off Mallorca islands (Balearic Sea, Western Mediterranean):1994-1999. *Oceanol. Acta*, 26: 673-686.
- Fiorentino, F., Giusto, G.B., Sinacori, G. i Norrito, G. 2004. First record of *Fistularia commersonii* (Fistularidae, Pisces) in the Strait of Sicily (Mediterranean). *Biol. Mar. Medit.*, 11: 583-585.
- Francour, P., Boudouresque, C.F., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M.C. i Quignard, J.P., 1994. Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 28 (9): 523-526.
- Froese, R. i Pauly, D. (eds.) 2003. FishBase. World wide Web Electronic Publication. Available at: <http://www.fishbase.org>

- Golani, D. 2000. First record of the bluespotted cornetfish from the Mediterranean Sea. *J. Fish Biol.*, 56: 1545-1547.
- Golani, D., Orsi-Relini, L., Massutí, E. i Quignard, J.P. 2002. *CIESM Atlas of Exotic Species*. Vol. 1. Fishes. CIESM Publishers, 256 pp.
- Gokoglu, M., Bodur, T. i Gulyavuz, H. 2002. The first record of the bluespotted cornetfish (*Fistularia commersonii* Rüppell, 1838) (fam: Fistulariidae) along the Turkish Mediterranean coast. *Israel Journal of Zoology*, 48: 252-254.
- Grau, A. M. i Riera, F. 2001. Observacions faunístiques i demogràfiques a la ictiofauna de les Illes Balears: un fenomen de meridionalització. In: Pons, G. X. i Guijarro, J. A. (eds.): *El canvi climàtic: passat, present i futur*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 53-67.
- Kacic, M. I. 1995. Some changes in environmental factors and their influence of fish population in the Adriatic Sea. In: *Actes du colloque Scientifique "La Méditerranée: Variabilité climatiques, environnement et biodiversité"*, Montpellier, 5-7 abril 1995: 172-175.
- Karachlè, P.K., Triantaphyllidis, C. i Stergiou, K.I. 2004. Bluespotted cornetfish, *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838: a Lessepsian sprinter. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 34: 103-108.
- Mas, X., Escandell, M.C., Riera, M.I., Grau, A.M. i Riera, F. 2006. Nuevos datos sobre la presencia del cherne de ley *Epinephelus aeneus* (Osteichthyes: Serranidae) en las Islas Baleares (Mediterráneo Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 59-66.
- Merino, G., Morales-Nin, B., Maynou, F. i Grau, A.M. 2008. Assessment and bioeconomic analysis of the Majorca (NW Mediterranean) trammel net fishery. *Aquat. Living Resour.*, 21: 99-107.
- Micarelli, P., Barlettani, M. i Ceccarelli, R. 2006. Prima segnalazione di *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1838) (Fistulariidae, Pisces) nel Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (1): 887-889.
- Milazzo, A., Barraco, B., Beltrano, A.M., Cannizzaro, L., Puleo, M., Rizzo, P., Salvo, G. i Vitale, S. 2006. Capture of *Fistularia commersonii*, Rüppell, 1838 (Pisces: Fistulariidae) in the coastal waters of Selinunte (S-W Sicily). *Biol. Mar. Medit.*, 13, 890-891.
- Pais, A., Merella, P., Follesas, M.C. i Garippa, G. 2007. Westward range expansion of the Lessepsian migrant *Fistularia commersonii* (Fistulariidae) in the Mediterranean Sea, with notes on its parasites. *J. Fish Biol.*, 70 (1): 269-277.
- Pascual, M. J., Salat, J. i Palau, M. 1995. Evolución de la temperatura del mar entre 1973 y 1994 cerca de la costa catalana. In *Actes du colloque Scientifique "La Méditerranée: Variabilité climatiques, environnement et biodiversité"*, Montpellier, 5-7 abril 1995: 23-28.
- Pipitone, C., D'Anna, G., Coppola, M., Di Stefano, G. i Badalamenti, F. 2004. First record of the Lessepsian fish *Fistularia commersonii* in the Western Mediterranean. 35th Symp. SIBM, Italian Marine Biology Society, Onlus, Genoa, 19-21 juliol 2004. *Biol. Mar. Medit.* 11: 327.
- Psomadakis, P.N., Scacco, U., Consalvo, I., Bottaro, M., Leone, F. i Vacchi, M. 2008. New records of the lessepsian fish *Fistularia commersonii* (Osteichthyes: Fistulariidae) from the central Tyrrhenian Sea: signs of an incoming colonization? *JMBA2 Biod. Records* (<http://www.mba.ac.uk/jmba/pdf/6123.pdf>).
- Quignard, J.P. i Raibaut, A. 1993. Ichthyofaune de la côte languedocienne (Golfe du Lion). Modifications faunistiques et démographiques. *Vie et Milieu*, 43(3): 191-195.
- Riera, F., Grau, A.M., Pastor, E. i Pou, S. 1995. Faunistical and demographical observations in Balearic ichthyofauna. Meridionalization or subtropicalization phenomena. In *Actes du colloque Scientifique "La Méditerranée: Variabilité climatiques, environnement et biodiversité"*, Montpellier, 5-7 abril 1995: 213-220.
- Sánchez-Tocino, L., Hidalgo-Puertas, F. i Pontes, M. 2007. Primera cita de *Fistularia commersonii* Rupell, 1838 (Osteichthyes: Fistulariidae) en aguas mediterráneas de la Península Ibérica. *Zool. baetica*, 18: 79-84.
- Shakman, E.A. i Kinzelbach, R. 2007. Distribution and characterization of lessepsian migrant along the coast of Libya. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 37(1): 7-15.

# Registre paleontològic a jaciments litorals del Pleistocè superior a la península d'Artà: Artà (Mallorca, Mediterrània occidental)

Damià VICENS

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Vicens, D. 2009. Registre paleontològic a jaciments litorals del Pleistocè superior a la península d'Artà: Artà (Mallorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 61-80. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es descriu l'estratigrafia i el registre paleontològic de 7 jaciments del Pleistocè superior i un de l'Holocè amb fòssils o subfòssils marins situats entre la desembocadura del torrent de na Borges i el cap Ferrutx, al litoral d'Artà (Mallorca). També es descriuen 2 dipòsits amb fauna continental. En un d'ells s'ha trobat el Gastropoda *Lauria cylindracea*, que és la primera vegada que és cita fòssil a Mallorca. S'han revisat les col·leccions de la Societat d'Història Natural de les Balears on estan depositats fòssils procedents dels jaciments i es compara amb els tàxons que prèviament s'havien citat de cada jaciment. Com a fòssils bioindicadors marins del darrer interglacial s'han identificat: *Cardita senegalensis*, *Brachidontes senegalensis*, *Barbatia plicata*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*.

**Paraules clau:** Pleistocè superior, Holocè, jaciments, Mollusca, Artà, Mallorca.

COASTAL UPPER PLEISTOCENE DEPOSITS ON THE ARTÀ PENINSULA: ARTÀ (ISLAND OF MAJORCA, WESTERN MEDITERRANEAN). The stratigraphy and paleontological records of seven sites from the upper Pleistocene and one Holocene with marine fossils or subfossils are described. The paleontological sites are located between the mouth of na Borges stream and Ferrutx cape, on the coast of Artà (Mallorca). Two continental deposits are described. In one of them appears the Gastropoda *Lauria cylindracea*, which is recorded for first time in Mallorca. We have reviewed the fossils collections of the Natural History Society of the Balearic Islands, and we compare these material previous cited in each site with the new records. Of the last interglacial we have recorded the marine fossil biomarkers: *Cardita senegalensis*, *Brachidontes senegalensis*, *Barbatia plicata*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* and *Conus testudinarius*.

**Keywords:** Upper Pleistocene, Holocene, paleontological sites, Mollusca, Artà, Majorca.

Damià VICENS, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122 Palma de Mallorca. Societat d'Història Natural de les Balears, Carrer Margalida Xirgu 16 baixos, 07011 Palma de Mallorca.

Recepció del manuscrit: 10-jun-09; revisió acceptada: 13-oct-09

## Introducció

La península d'Artà es troba situada al NE de l'illa de Mallorca, i forma part de les

Serres de Llevant. Aquesta serra s'estén al N, des dels caps de Ferrutx (Artà) i de Capdepera (Capdepera) fins a les proximitats del sector més meridional de

Santanyí on els materials del Miocè superior i del Plio-Quaternari, de forma discordant, la cobreixen. Aquesta serra torna a emergir a l'arxipèlag de Cabrera. Els relleus mostren alçades més modestes que la serra de Tramuntana, essent Morell (Artà) la cota més alta amb 562 m (Giménez *et al.*, 2007). La seva estructura geològica consisteix amb un sistema imbricat d'encavalcaments vergents cap el NO. Els materials que se troben a les valls són tous i cronològicament del Keuper, Cretàcic inferior i del Miocè inferior. Als esquerps i a les zones culminants se troben calcàries del Juràssic inferior (Sabat, 1986).

La litologia i la disposició dels materials tenen que veure amb la forma de línia de costa. A la zona d'estudi hi ha una gran proporció de costes baixes. La columna estratigràfica dels materials és relativament discreta (Balaguer, 2007).

Hi ha una sèrie de cales que presenten un sistema dunar discret o desenvolupat com és el cas de cala Mesquida i cala Agulla. Sa Canova, a la badia d'Alcúdia, presenta un bon sistema dunar (Servera, 1997). El sistema dunar de sa Canova presenta dunes parabòliques orientades N-S (Servera *et al.*, 2009).

El peu de mont del vessant SE de la badia d'Alcúdia està seguit de ventalls al·luvials que surten del front muntanyós que conforma la península d'Artà i arriben a la mar en forma de ventalls costaners. A redós d'aquests aparells es varen desenvolupar sistemes dunars que han quedat registrats en les seqüències verticals que construeixen els ventalls (Rodríguez-Perea, 1998). S'atribueix l'evolució dels ventalls al paper predominant de la tectònica, les variacions del nivell marí i la disponibilitat de sediments derivada de les variacions climàtiques. Les condicions necessàries per al desenvolupament del dipòsits de colades rocalloses així com de

fluxos laminars se situen en condicions força humides i fredes; mentre que els dipòsits d'eolianites atès a la seva gènesi s'ubiquen a grans trets, en la transició entre el màxim interglacial i el màxim glacial (Gómez-Pujol, 1999). L'erosió litoral en aquest sector és notòria, i de fet Balaguer *et al.* (2008), a partir de la comparació d'una sèrie diacrònica de fotogrames han quantificat el retrocés d'alguns dels penya-segats desenvolupats sobre els materials quaternaris a la zona de Betlem - Colònia de Sant Pere (Artà). Les estimacions per al període 1956-2002 s'enfilen dels 4,5 m ( $\pm$  1,1 m) als 11 m ( $\pm$  1,4 m).

Un fet destacable des del punt de vista històric i paleontològic és la descripció de *Myotragus balearicus*, on la paleontòloga Bate situà a la cova de na Barxa (Capdepera), l'holotipus d'aquest mamífer extint de les Gimnèsiques (Bate, 1914). Passats bastants d'anys, Andrews *et al.* (1989) descriuen la cavitat i realitzen datacions absolutes a les colades estagnítics de la cova per saber l'edat dels dipòsits ossífers presents. També és interessant recordar que a una eolianita de Son Jaumell (Capdepera) es va trobar un esquelet de *Myotragus balearicus*, d'una edat presumible del Pleistocè superior (Muntaner i Cuerda, 1956).

A la península d'Artà s'han realitzat treballs tant del Quaternari marí com del continental que se comenten a l'apartat d'antecedents de cada sector estudiat.

No s'ha d'oblidar que al litoral de Capdepera hi ha coves litorals com són la cova de na Barxa, la cova de na Mitjana, les coves Petites i les coves d'Artà, originades dins materials del Mesozoic estructurats a l'orogènia alpina, on hi ha espeleotemes freàtics, els quals s'han utilitzat per a fer datacions absolutes i a partir del resultat elaborar juntament amb las datacions d'espeleotemes freàtics d'altres coves del

litoral de llevant de Mallorca, una corba eustàtica del darrer interglacial (Ginés, 2000; 2001). A la zona meridional del cap Vermell s'obren les coves d'Artà, començades a explotar-se turísticament des de principis del segle XX, on s'observen espeleotemes freàtics d'antics nivells de la mar del Pleistocè mitjà (Ginés, 1995). És en aquesta cavitat i a una propera (Cova Nova) es varen trobar restes de *Myotragus balearicus* bioacumulats probablement per *Aquila chrysaetos* (Arnaú *et al.*, 2000).

És interessant comentar que en un treball recent, Kelletat *et al.* (2005) indiquen evidències d'antics tsunamis a la costa d'Artà i Capdepera, en concret a cala Mitjana, cala Torta i cala Gat.

L'objectiu d'aquest treball és inventariar els jaciments del Pleistocè superior que contenen restes de fauna marina, tant els coneguts com els inèdits, i fer una descripció de l'estratigrafia i catalogació del registre fòssil. Si hi havia algun dipòsit continental que aportava alguna novetat, també es descriu.

Per realitzar aquest treball ha estat de gran utilitat el poder estudiar les distintes col·leccions paleontològiques que hi ha dipositades a la Societat d'Història Natural de les Balears.

Per delimitar les riberes de la península d'Artà, s'ha seguit el treball de Garcias - Font (1974), des del torrent de na Borges (badia d'Alcúdia) fins a la punta de n'Amer (Sant Llorenç des Cardassar).

Degut a que hi ha bastants de jaciments s'ha dividit el treball en quatre parts. La primera part tractarà del litoral d'Artà (del torrent de na Borges fins el cap Ferrutx); la segona del litoral d'Artà (del cap Ferrutx fins a cala Torta); la tercera de Capdepera i la quarta de Son Servera i Sant Llorenç des Cardassar.

## Antecedents

En aquest treball només es comenten aquells treballs que fan referència a la zona d'estudi.

Darder (1925) és el primer autor que esmenta el Quaternari d'aquest sector i cita la presència d'*Strombus mediterraneus* a la Colònia de Sant Pere.

Muntaner (1955) esmenta la presència d'un jaciment Pleistocè a la costa de la Colònia de Sant Pere.

Solé Sabarís (1962) comenta que té coneixement de que hi ha bons jaciments del Pleistocè al N i NO d'Artà.

Butzer i Cuerda (1962) descriuen el jaciment de s'Estret.

Cuerda i Galiana (1976) són els primers que descriuen el jaciment del caló des Camps. Realitzen un tall simplificat on diferencien quatre nivells, que de base a sostre són el següents: una eolianita d'edat possiblement rissiana, un dipòsit de platja amb fauna marina termòfila de l'Eutirrenia, un dipòsit de llims arenosos amb fauna banal de l'Eutirrenia final i un dipòsit integrat per elements detrítics i estrats llimosos del Würm. Estudien la fauna present a cada nivell.

Cuerda (1987) fa referència als jaciments de la zona al parlar de determinades espècies.

Rodríguez-Perea (1998) és el primer en explicar la presència de ventalls al·luvials a tot el vessant NO de la península d'Artà i Gómez-Pujol (1999) dóna precisions sobre aquests ventalls al·luvials. D'altra banda, Rose *et al.* (1999) fan tres talls en el caló des Camps i un al S de la urbanització de Betlem i realitzen datacions absolutes per a datar les seqüències. Totes són del Pleistocè superior. Rose i Meng (1999) parlen de la dinàmica dels ventalls d'aquesta zona.

Gómez-Pujol i Fornós (2001) en un estudi de caire general sobre les microformes litorals, posen alguns exemples del litoral d'Artà.

Vicens i Pons (2007) realitzen una sèrie de talls estratigràfics entre la Colònia de Sant Pere i Betlem i cataloguen els mol·luscs continentals presents.

Morey i Cabanellas-Reboredo (2008) citen una sèrie de jaciments del Pleistocè superior marí al litoral d'Artà. Aquests mateixos autors, comenten l'estat en que es troben els jaciments de la zona (Morey i Cabanellas-Reboredo, 2007-2008).

Morey (2008a; 2008b) cataloga i fa una valoració dels dipòsits del Pleistocè amb fauna marina d'Artà.

## Metodologia

S'ha prospectat la zona i s'ha fet un tall estratigràfic dels jaciments del Pleistocè superior més significatius. L'estudi es basa amb la fauna observada i amb la revisió de la col·lecció Joan Cuerda (col. JC-SHNB), la col·lecció Andreu Muntaner (col. AM-SHNB), i la col·lecció Damià Vicens (col. DV-SHNB), dipositades en el Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears (MNIB-SHNB), i que compten amb espècimens procedents dels jaciments d'aquesta zona.

Per a la toponímia dels jaciments, s'ha utilitzat el mapa topogràfic balear 1:5.000 realitzat pel Govern de les Illes Balears. Respecte la situació dels jaciments amb coordenades UTM s'ha utilitzat el Sistema de Informació Geogràfica donada pel *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino* (<http://www.mapa.es/es/sig/pags/sigpac/intro.htm>).

La datació relativa dels dipòsits està basada amb els estudis de Cuerda (1975; 1987) i de Vicens *et al.* (2001), si bé la proposta efectuada pels últims autors s'ha hagut de modificar en vistes de la nova corba eustàtica presentada per Tuccimei *et al.* (2006).

L'ordenació de les espècies trobades esta basada en Cuerda (1987).

## Descripció dels jaciments

Els jaciments es descriuen de forma senzilla i es dona una llista dels fòssils citats en treballs anteriors, i de fòssils presents a les col·leccions anteriorment citades. També es fa un tall estratigràfic esquemàtic dels mateixos en la majoria dels casos. Per norma general s'ha anomenat l'estrat o nivell més antic de cada localitat amb la lletra a, i seguim amb les lletres per ordre alfabètic.

Per als colors dels nivells s'ha utilitzat la *Munsell Soil Charts* a mostres seques dels distints nivells. El color en aquest casos no és molt precís, ja que pot variar lateralment en un mateix nivell i es dona de forma orientativa.

Els jaciments del Quaternari marí estudiats en el terme d'Artà es troben a s'Estanyol, punta de s'Esquerda (125 m cap a l'E), Colònia de Sant Pere, s'Estret, s'Arenalet de son Colom, Caló des Corb Marí, sa Cugussa, Caló des Camps. El primer jaciment citat (s'Estanyol) és de l'Holocè i la resta són del Pleistocè superior. Els jaciments del Pleistocè superior continental estudiats són es Vells Marins Baixos i cala Tonó (Fig. 1).

Hi ha una sèrie de talls estratigràfics que recentment han estat publicats a Vicens i



**Fig. 1.** Situació dels jaciments del Quaternari estudiats al present treball. Amb un cercle els jaciments marins i amb un quadrat els jaciments continentals 1- Sa Canova. 2- S'Estanyol. 3- Cala Tonó. 4- Punta de s'Esquerda (150 m al E). 5- Colònia de Sant Pere. 6- S'Estret. 7- Arenalet de Son Colom. 8- Es Corb Marí. 9- Sa Cugussa. 10- Caló des Camps. 11- Es Vells Marins Baixos.

**Fig. 1.** Location of those Quaternary deposits studied in this work. Dots indicate marine outcrops and squares continental outcrops. 1- Sa Canova. 2- S'Estanyol. 3- Cala Tonó. 4- Punta de s'Esquerda (150 m al E). 5- Colònia de Sant Pere. 6- S'Estret. 7- Arenalet de Son Colom. 8- Es Corb Marí. 9- Sa Cugussa. 10- Caló des Camps. 11- Es Vells Marins Baixos

Pons (2007), per la qual cosa s'han obviat en aquest treball, com són s'Estret, Betlem O i cala Mata.

### Sa Canova

Coordenades UTM: 520320/4398027

Morey (2008a) realitza un tall d'aquest jaciment i el situa uns 400 m a l'E de la desembocadura del torrent de na Borges.

Comenta que el material és mal d'identificar. Morey i Cabanellas-Reboredo (2008) amplien la localització a la desembocadura del torrent de na Borges i esmenten que el jaciment apareix per davall i a nivell de la mar.

En una visita recent, no s'ha pogut observat cap jaciment a l'E de la desembocadura, encara que afloren unes

eolianites en distints punts, a la vorera de la mar. A la desembocadura, hi ha una eolianita i per damunt s'han observat unes taques de dipòsit de platja constituïdes per arenes, clastes arrodonits i fragments de bivalves. Les dimensions d'aquestes taques no supera el metre quadrat cadascuna i una potència d'entre 10 i 15 cm. L'edat es fa molt mal de precisar i no es descarta la possibilitat de que sigui holocena encara que sigui un dipòsit molt cimentat.

### **S'Estanyol**

Coordenades UTM: 522093/4398265

Hi ha un dipòsit subactual constituït per còdols de platja i arenes molt terroses de color marró (7.5YR 4/4) situat sobre una antiga eolianita del Pleistocè superior i que llinda amb la mar (Fig. 2). A la col. DV-SHNB es preserven els següents mol·luscs marins: *Glycymeris violascens*, *Spondylus gaederopus*, *Patella caerulea*, *Astraea rugosa*, Vermetidae, *Trunculariopsis trunculus*, *Thais haemastoma*, *Ocenebra erinacea*. També s'ha trobat el mol·lusc terrestre: *Otala lactea*. Per la qual cosa sense cap tipus de dubte aquest dipòsit



**Fig. 2.** Dipòsit Holocè a S'Estanyol (Artà) per sobre d'una eolianita del Pleistocè superior.

**Fig. 2.** Holocenw deposit at s'Estanyol (Artà) overtopping an Upper Pleistocene eolianite.

és Holocè. Hi ha un dipòsit molt semblant a la part central badia de Pollença.

### **Punta de s'Esquerda (150 m cap a l'E)**

Coordenades UTM: 523009/4398460

Es tracta d'un dipòsit de platja situat sobre una antiga plataforma d'abrasió marina. L'estratigrafia es presenta a la Figura 3:

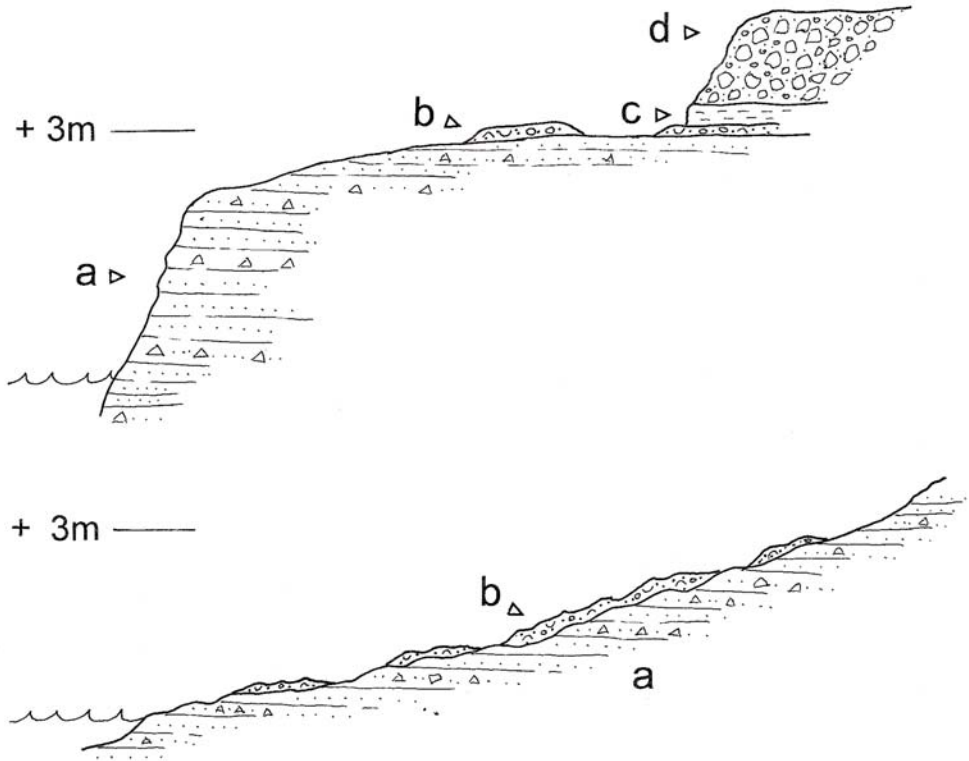
a) Eolianita vermellosa (7.5YR 7/6) amb clastes de diverses mides (per lo general de mida mil·limètrica a decimètrica).

b) Arenes de platja amb fauna marina, de color vermellós degut a la matriu llimosa (7.5YR 5/8) i amb una potència que va dels 10 cm als 50 cm. Aquest dipòsit es troba situat entre el nivell de la mar i uns +3 m i fossilitza una antiga plataforma ascendent sobre l'eolianita Riss. El dipòsit cobreix antigues paleoformes litorals. La fauna trobada és la següent (col. DV-SHNB):

*Cladocora caespitosa*  
*Arca noae*  
*Striarca lactea*  
*Brachidontes senegalensis*  
*Spondylus gaederopus*  
*Cardita calyculata*  
*Emarginula elongata*  
*Patella* sp.  
*Monodonta turbinata*  
*Littorina neritoides*  
*Spirogyphus glomeratus*  
*Lemintina arenaria*  
*Bittium reticulatum* var. *latreillei*  
*Trunculariopsis trunculus*  
*Thais haemastoma*  
*Columbella rustica*  
*Conus mediteraneus*  
 Echinoidea indet.  
 Brachyurus indet.

c) Llims vermells (7.5YR 5/6) amb mol·luscs terrestres, entre ells *Iberellus*





**Fig. 3.** Tall O-E de sa Punta de s'Esquerda (150 m al E): a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. c- Llims vermells amb mol·luscs terrestres. d- Eolianita. e- Bretxes amb clastes subarrodonits.

**Fig. 3.** Stratigraphical log W-E of Punta de s'Esquerda (150 m eastwards): a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils. c- Red silts with terrestrial molluscs. d- Aeolianite. e- Breccias with rounded clasts.

*companionii* i *Trochoidea frater*. També s'han trobat mol·luscs marins procedents del nivell anterior, com són:

*Cardita calyculata*  
*Monodonta turbinata*  
*Columbella rustica*

d) Eolianita de color groguenc en superfície (10YR 5/6), emperò si la tallam presenta un color més vermellós. La seva potència és troba entre 20 i 30 cm.

e) Bretxes no cimentades d'una potència d'1,5 m. Els clastes són de mida

centimètrica i decimètrica i es troben subarrodonits.

Morey i Cabanellas-Reboredo (2008) són els primers en descriure breument el jaciment. Aquests autors comenten que hi ha diverses plataformes fossilíferes en el jaciment, i és possiblement per això que Morey i Cabanellas-Reboredo (2007-2008) donen dues localitzacions per aquest jaciment que anomenen *Col. Sant Pere. S'Esquerda a* i *Col. Sant Pere. S'Esquerda b*. A la primera la plataforma està situada a 1,7 m i a la segona a 1 m. L'extensió

segons aquests autors és de 10 m<sup>2</sup> per a cada jaciment. En una taula en el mateix treball, apareix *C. S. Pere. Est*, i presumiblement es tracta d'aquest jaciment.

Morey (2008a) el cita en el text com *Els Barquerets-s'Estanyol* i a la part gràfica com a *Punta de s'Esquerda* i *s'Esquerda-Colònia de Sant Pere*. Morey (2008b) comenta que entre les dificultats sorgides per a estudiar jaciments, hi ha la utilització de dos topònims distints per a un mateix jaciment. L'eolianita *a* és presumiblement d'edat rissiana.

Referent a l'edat del nivell b, no se poden fer precisions ja que només s'ha trobat una espècie bioindicadora, *Brachidontes senegalensis* per la qual cosa només es pot dir que és del Pleistocè superior. La major part de les espècies són infralitorals de fons rocós.

### **Colònia de Sant Pere**

Coordenades UTM: 523833/4399018

Citat per Cuerda (1975) i Pomar i Cuerda (1979). A la col·lecció JC-SHNB, procedent d'aquest jaciment del Pleistocè superior, hi ha els següents mol·luscs:

*Cardita calyculata*  
*Gibbula* sp.  
*Columbella rustica*  
*Amyclina corniculum*  
*Hinia costulata*  
*Conus mediterraneus*  
*Ovatella bidentata*

S'ha visitat aquesta localitat i s'ha observat una taca de llims vermells endurits amb fauna marina per sobre d'una eolianita, a uns 150 m al NE del port (es donen les coordenades). El fòssils de la col. JC\_SHNB no tenen perquè procedir d'aquest dipòsit. El litoral d'aquesta localitat s'ha vist modificat per la

construcció d'un passeig marítim i per l'ampliació del port.

A la col. AM-SHNB hi ha mol·luscs holocens que segons l'etiqueta procedeixen de la Colònia de Sant Pere, com són:

*Spondylus gaederopus*  
*Patella* sp.  
*Monodonta* sp.  
*Thais haemastoma*  
*Fasciolaria lignaria*

### **S'Estret**

Coordenades UTM: 524554/4399125

Muntaner (1955) va ser el que va donar a conèixer aquest jaciment, si bé el situà de forma aproximada, per la Colònia de Sant Pere, comentant que era un dipòsit pobre en fauna i on bàsicament eren present exemplars de *Cerithium*.

Segons Butzer i Cuerda (1962) hi ha dues platges discordants. La inferior és estèril i la superior és fòssilífera i arriba als +2 m snm. La fauna banal de la platja superior i la posició estratigràfica suggereix que aquest dipòsit és del Tirrenià III. Per sobre hi ha la sèrie continental del Würm.

Vicens i Pons (2007) realitzen un tall, per tal de situar els mol·luscs terrestres presents. Aquests autors també consideren que hi ha dos nivells amb fòssils marins. Comenten que tota la sèrie és del Pleistocè superior. Al nivell c citen *Iberellus companyonii*, *Tudorella ferruginea*, *Trochoidea frater*, *Oxychilus lentiformis* i *Chondrula gymnesica*; al nivell d *Iberellus companyonii*, *Tudorella ferruginea* i *Trochoidea frater*; i al nivell e, *Iberellus companyonii*, *Trochoidea frater* i *Chondrula gymnesica*.

Morey i Cabanellas-Reboredo (2008) presenten una segona localització en aquest indret com un jaciment inèdit i comenten que el *jaciment principal* ocupa la part oriental de la cala i es troba a nivell de mar.

Morey i Cabanellas-Reboredo (2007-2008) donen una alçada per a les dues localitzacions de +0,3 m snm. Morey (2008a) comenta al referir-se a aquest jaciment: *el nivell 5a citat en el anys 60 ha desaparegut*; també esmenta que un jaciment situat molt a prop de la Colònia de Sant Pere és quasi amb tota seguretat el que va citar Muntaner (1955). La primera afirmació sembla un error de localització. De la segona afirmació podem comentar que el jaciment a que es refereix Muntaner (1955) és el de s'Estret i això queda clarificat a Butzer i Cuerda (1962).

A la col. AM-SHNB procedent d'aquest indret hi ha el següents tàxons:

*Patella* sp.  
*Gibbula* sp.  
*Monodonta* sp.  
*Theridium* sp.  
*Iberellus companyonii*

#### Arenalet de son Colom

Coordenades UTM: 525251/4399900

També conegut com caló dels Ermitans. Aquest jaciment es troba envoltant una caleta d'arena. A la vora NE es pot observar la següent estratigrafia, que es representa de forma simplificada (Fig. 4):

a) Arenes de platja d'un color vermellós 7.5YR 6/8 amb fòssils marins. A la part

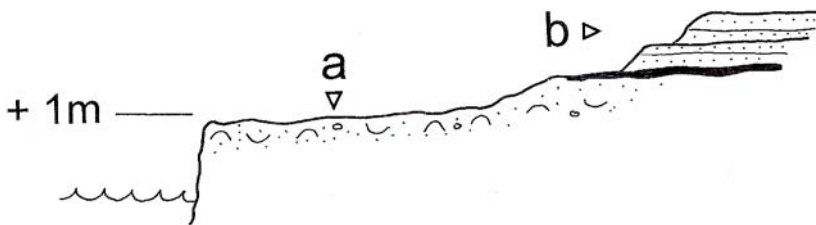
superior hi ha una crosta de color vermellós. Els fòssils presents a aquest nivell són els següents (col. DV-SHNB):

Rhodophyceae  
*Spondylus gaederopus*  
*Pseudochama gryphina*  
*Diodora gibberula*  
*Patella* sp.  
*Gibbula* sp.  
*Monodonta* sp.  
 Vermetidae  
*Theridium rupestre*  
*Trivia* sp.  
*Payraudeautia intricata*  
*Conus mediterraneus*  
*Echinocyamus pusillus*  
 Echinoidea indet.  
 Brachyurus indet.

b) Eolianita que té una potència mínima de 20 cm.

Al tall no s'ha representat el material que hi ha per davall el nivell a, emperò el més probable és que es tracti d'una eolianita. A certs indrets de la cala, el nivell superior són bretxes amb clastes subarrodonits. El fet de no trobar fauna bioindicadora en aquest jaciment fa que no es pugui precisar l'edat i pot ser de qualsevol nivell alt del Pleistocè superior.

Morey (2008a) és el primer en presentar



**Fig. 4.** Tall SO-NE de s'Arenalet de Son Colom: a- Arenes de platja amb fauna marina. b- Eolianita  
**Fig. 4.** Stratigraphical log SW-NE of s'Arenalet de son Colom: a- Beach deposit with marine fossils. b- Eolianite.

un tall d'aquest jaciment. Situa el jaciment per sobre de materials del Riss. La platja quaternària, que la situa a uns +0,7 m snm, es troba envaïda per restes de ventall al·luvial.

Morey i Cabanellas-Reboredo (2007-2008) comenten que l'alçada del jaciment es troba a +1,5 m snm. i l'extensió és de 16 m<sup>2</sup>, encara que possiblement la seva extensió és sensiblement més gran.

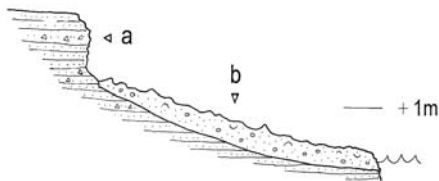
### **Caló des Corb Marí**

Coordenades UTM: 525432/4399990

A la zona S d'aquest caló, hi ha un dipòsit constituït per arenes grolleres de platja cimentades (7.5YR 7/4) que es troben sobre una antiga plataforma d'abrasió marina sobre l'eolianita del Riss (7.5YR 7/4) (Fig. 5). La fauna trobada en aquest dipòsit és la següent (col. DV-SHNB):

- Cardita calyculata*
- Ctena decussata*
- Acanthocardia* sp.
- Patella* sp.
- Lemintina arenaria*
- Conus mediterraneus*
- Hinia* sp.
- Brachyurus* indet.

Hi ha pocs fòssils, i a més no s'ha trobat fauna bioindicadora, per la qual cosa pot ser de qualsevol nivell alt del Pleistocè superior.



**Fig. 5.** Tall SO-NE del Corb Marí: a- Eolianita. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins.

**Fig. 5.** Stratigraphical log SO-NE of caló des Corb Marí: a- Eolianite. b- Beach deposit with marine fossils.

### **Sa Cugussa**

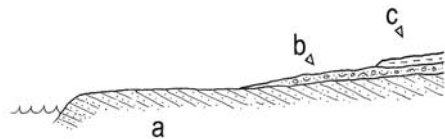
Coordenades UTM: 525634/4400045

Jaciment proper al del caló des Camps i separat d'aquest per un petit promontori constituït per eolianites S'observen arenes de platja amb fòssils molt fragmentats per sobre l'eolianita del Riss. Uns 20 m al N es pot observar una eolianita würmiana per sobre de la rissiana separades per un nivell llimós. L'estratigrafia és la següent (Fig. 6):

a) Eolianita rissiana (7.5YR 7/4).

b) Arenes de platja cimentades que van d'un color vermellós (7.5YR 6/6) fins un color groguenc (10YR 8/4) d'una potència d'entre 20 a 40 cm i situades a una alçada d'entre +1 i 2,5 m snm. A la part superior presenta una costra vermellova (7.5YR 5/4) d'uns 2 a 5 mm de gruixa. S'ha observat algun còdol blanquinós procedent d'una platja eutirreniana. Els fòssils trobats en aquest nivell són el següents (col. DV-SHNB):

- Arca noae*
- Barbatia barbata*
- Glycymeris* sp.
- Spondylus gaederopus*
- Lima lima*
- Ctena decussata*
- Chamelea gallina*
- Dentalium* sp.
- Haliotis lamellosa*
- Diodora gibberula*



**Fig. 6.** Esquema estratigràfic N-S de sa Cugussa: a- Eolianita del Riss. b- Arenes de platja amb fòssils marins. c- Llims vermells.

**Fig. 6.** Stratigraphical log N-S of sa Cugussa: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils. c- Red silts.

*Patella caerulea*  
*Patella aspera*  
*Monodonta turbinata*  
*Astraea rugosa*  
*Bivonia triquetra*  
*Spirogyphus glomeratus*  
*Lemintina arenaria*  
*Thericium rupestre*  
*Payraudeautia intricata*  
*Thais haemastoma*  
*Columbella rustica*  
*Buccinulum corneum*  
*Hinia costulata*  
*Hinia incrassata*  
*Gibberula miliaria*  
*Conus mediterraneus*  
*Bulla striata*  
Echinoidea indet.  
Crustacea indet.

No s'ha trobat cap espècie termòfila, ni tan sols fragments de *Cantharus viverratus* ni de *Barbatia plicata*, malgrat haver-hi bastants de fòssils, per la qual cosa creim que aquest dipòsit es pot correlacionar amb el nivell c de Cuerda i Galiana (1976) (= nivell c-1 de Vicens i Pons, 2007) i per tant és presumiblement del MIS 5a.  
c- Llims vermellosos.

### **Caló des Camps**

Coordenades UTM: 525768/4400047

Es tracta, sense cap tipus de dubte, del jaciment més estudiat de la zona. El jaciment el va localitzar Ramón Galiana i va ser estudiat inicialment per Cuerda i Galiana (1976). Aquests autors presenten la següent seqüència estratigràfica i cronologia:

a) Eolianita basal, sense fòssils i d'edat probablement rissiana. L'abració marina ha entallat una àmplia plataforma d'abració marina situada entre +0,5 i +1 m snm.

b) Sediments marins amb clastes poc rodats, cimentats per un ciment blanquinós

dur. En els que s'han trobat fòssils termòfils com són: *Barbatia plicata*, *Brachidontes senegalesnis*, *Cardita senegalensis*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*. La cronologia és de l'Eutirrenià

c) Llims arenosos de color roig-groguenc amb abundants fòssils marins, en general de mida petita. La cronologia és de l'Eutirrenià final.

d) Els llims anteriors passen insensiblement a formacions integrades per llims de la mateixa natura amb horitzons de clastes angulosos. Es varen trobar mol-luscs terrestres, entre ells l'extingit *Chondrula gymnesica*. La cronologia és del Würm.

Rose *et al.* (1999) realitzen tres columnes estratigràfiques d'aquest indret i fan datacions absolutes.

Vicens i Pons (2007) realitzen un tall per tal de situar els mol-luscs terrestres i diferencienc vuit nivells. A la Fig. 7 es representa el tall de Cuerda i Galiana (1976), el de Vicens i Pons (2007) i la columna B de Rose *et al.* (1999). Els fòssils marins citats o presents a les col·leccions de la Societat d'Història Natural de les Balears es troben a la Taula 1.

Referent als fòssils de mol-luscs terrestres, Vicens i Pons (2007) citen *Iberellus companyonii* al nivell c-2, *Iberellus companyonii*, *Trochoidea frater* al nivell d, *Iberellus companyonii*, *Trochoidea frater* i *Chondrula gymnesica* al nivell f i els tres mol-luscs anteriors més *Oxychilus lentiformis* al nivell g.

Tant Vicens i Pons (2007), com Morey (2008a) cometen una errada quan parlen del nivell neotirrenià de Cuerda i Galiana (1976), ja que aquests darrers autors no ho consideren del Neotirrenià, sinó de l'Eutirrenià final.

Morey (2008a) comenta que possiblement ha desaparegut el nivell fossilífer Neotirrenià segurament referint-se al nivell de l'Eutirrenià final de Cuerda i Galiana

Caló des Camps Tàxon	Nivell b (C&G 1976)		Nivell c (C&G 1976)		Altres Col.
	Col. J.C.	C&G 1976	Col. J.C.	C&G 1976	
<i>Lithothamnion</i> sp.	X	X			
<i>Balanophylia italica</i>			X		
<i>Balanus perforatus</i>	X	X			
<i>Xanto poretta</i>		X			
<i>Paracentrotus lividus</i>	X	X			
<i>Brissus unicolor</i>		X			
<i>Arca noae</i>	X	X			
<i>Barbatia barbata</i>	X	X	X		V(b)
<i>Barbatia plicata</i>	X	X			
<i>Striarca lactea</i>	X	X	X	X	V(c)
<i>S. lactea</i> var. <i>gaimardi</i>				X	
<i>Spondylus gaederopus</i>		X	X	X	
<i>Anomia ephippium</i>	X	X			
<i>Lima lima</i>	X	X			V(c)
<i>Limaria tuberculata</i>		X	X		
<i>Ctena decussata</i>	X	X			V(b)
<i>Loripes lacteus</i>	X	X			
<i>Chama gryphoides</i>	X	X			
<i>Pseudochama gryphina</i>	X	X			V(b)
<i>Acanthocardia tuberculata</i>		X			
<i>Parvicardium exiguum</i>		X			
<i>Parvicardium minimum</i>	X				
<i>Cardita calyculata</i>	X	X	X	X	M, V(c)
<i>Cardita senegalensis</i>	X	X			
<i>Plagiocardium papillosum</i>		X	X	X	
<i>Venus verrucosa</i>	X	X			
<i>Irus irus</i>	X	X			
<i>Dentalium vulgare</i>	X		X	X	
<i>Haliotis lamellosa</i>	X	X			V(c)
<i>Diodora graeca</i>			X	X	
<i>Diodora gibberula</i>			X	X	
<i>Fissurella nubecula</i>		X			
<i>Patella</i> sp.					M
<i>Patella caerulea</i>	X	X		X	
<i>Patella aspera</i>	X	X			
<i>Patella lusitanica</i>		X			
<i>Calliostoma miliaris</i>			X	X	
<i>Gibbula ardens</i>	X	X	X	X	
<i>Gibbula adansoni</i>			X		
<i>Gibbula turbinoides</i>	X	X			

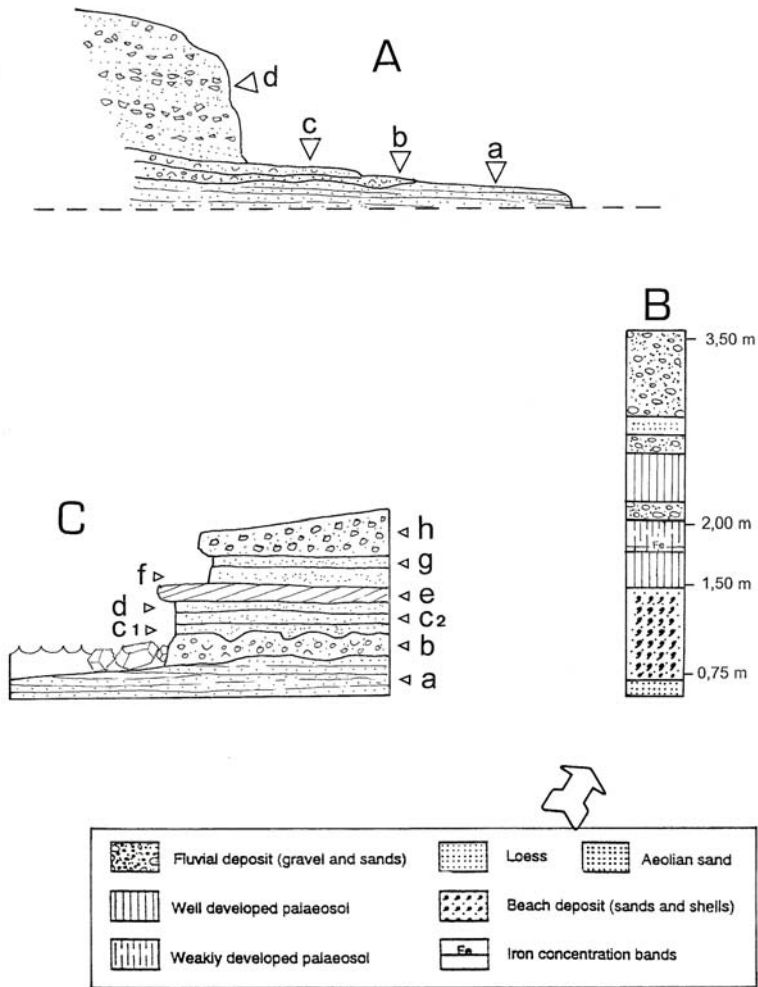
**Taula 1.** Tàxons citats al nivell *b* i *c* del caló des Camps, per Cuerda i Galiana (1976) (A la taula, C&G 1976), i el taxons presents a la col·lecció Joan Cuerda (Col. J. C.), a la col·lecció Andreu Muntaner (M) i a la col·lecció Damià Vicens (V). A la columna *Altres Col.* si se sap de quin nivell procedeix el fòssil es posa una *b* o/i una *c* entre parèntesi. Totes les col·leccions estan dipositades a la SHNB.

**Table 1.** Taxons at levels *b* and *c* from Caló des Camps cited by Cuerda and Galiana (1976) – labelled as C&G 1976– and those remaining at paleontological collections from Joan Cuerda (Col. J. C.), Andreu Muntaner (M) and Damià Vicens (V). *Altres. Col.* column indicates level where fossils appear. All the paleontological material is available at SHNB.

Caló des Camps Tàxon	Nivell b (C&G 1976)		Nivell c (C&G 1976)		Altres Col.
	Col. J.C.	C&G 1976	Col. J.C.	C&G 1976	
<i>Gibbula divaricata</i>	X	X			
<i>Gibbula umbilicaris</i>	X	X		X	
<i>Monodonta articulata</i>	X	X			
<i>Jujubinus exasperatus</i>	X	X	X	X	
<i>Jujubinus gravinae</i>			X		
<i>Clanculus jussieui</i>	X	X	X	X	
<i>Astraea rugosa</i>		X			
<i>Tricolia pulla</i>			X	X	
<i>Tricolia speciosa</i>			X		
<i>Littorina neritoides</i>			X	X	
<i>Barleeria rubra</i>			X	X	
<i>Alvania montagui</i>			X	X	
<i>Alvania cimex</i>			X	X	
<i>Alvania lactea</i>			X	X	
<i>Rissoa variabilis</i>			X	X	
<i>Rissoa guerini</i>			X	X	
<i>Rissoina bruguieri</i>			X	X	
Vermetidae			X		
<i>Bivonia triquetra</i>			X	X	
<i>Bivonia semisurrecta</i>				X	
<i>Spirogyphus glomeratus</i>	X	X			
<i>Bittium reticulatum</i> var. <i>latreillei</i>			X	X	
<i>Theridium vulgatum</i>	X	X			
<i>Theridium rupestre</i>	X	X			
<i>T. rupestre</i> var. <i>minor</i>		X			
<i>Trivia pulex</i>			X	X	
<i>Luria lurida</i>					V(b)
<i>Payraudeautia intricata</i>	X	X			
<i>Cymatium costatum</i>	X	X			
<i>Thais haemastoma</i>	X	X			V(b)
<i>T. haemastoma</i> var. <i>laevis</i>		X			
<i>Ocenebrina aciculata</i>			X	X	
<i>Ocenebrina edwardsi</i>	X	X	X	X	
<i>Ocenebra erinacea</i>					V(b)
<i>Columbella rustica</i>	X	X	X	X	V(c)
<i>Cantharus d'orbigny</i>			X	X	V(c)
<i>Cantharus viverratus</i>		X			V(b)
<i>Chauvetia minima</i>	X	X	X	X	
<i>Amyclina corniculum</i>			X	X	
<i>A. corniculum</i> var. <i>raricosta</i>				X	
<i>Hinia costulata</i>	X	X	X	X	
<i>Hinia incrassata</i>	X	X			
<i>Pusia tricolor</i>			X	X	
<i>Gibberula miliaria</i>	X	X	X	X	
<i>Hyalina secalina</i>			X	X	
<i>Conus testudinarius</i>	X	X			V(b)
<i>Conus mediterraneus</i>	X	X	X	X	V(b,c)
<i>C. mediterraneus</i> var. <i>major</i>		X			
<i>Raphitoma linearis</i>			X	X	

**Taula 1.** (continuació).

**Table 1.** (continuation).



**Fig. 7.** Diferents talls del Caló des Camps. A- Segons Cuerda i Galiana (1976): a- Duna quaternària de base. b- Conglomerats amb fauna marina eutirreniana. c- llims arenosos amb fauna marina. d- Al·luvions integrats per elements detrítics i estrats llimosos amb *Chondrula gymnesica*. B- Secció B del caló des Camps, segons Rose *et al.* (1999). Mirar la llegenda que hi ha a la part inferior del dibuix per a interpretar aquesta secció. C- Tall N-S del caló des Camps segons Vicens i Pons (2007): a- Eolianita del MIS 6. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins del MIS 5e. c1- Llims vermells amb fòssils marins del MIS 5a. c2- Llims vermells. d- Llims vermells. e- Eolianita. f- Llims vermells. g- Llims color oliva del MIS 3. h- Bretxa.

**Fig. 7.** Stratigraphical log N-S of el caló des Camps. A- According Cuerda & Galiana (1976); B According Rose *et al.*, (1999); C- According Vicens & Pons (2007): a- Aeolianite from the MIS 6. b- Deposit of beach with sea fossils from the MIS 5e. c1- Red silt with sea fossils of the MIS 5a. c2- Red silts. d- Red silts. e- Aeolianite. f- Red silts. g- Silt olive colour from the MIS 3. h- Breccia



(1976), doncs el Neotirrenià és present.

A Morey (2008a) i a Morey i Cabanellas-Reboredo (2008) es dona una autoria sobre un tall, en aquest cas de Cuerda i Galiana (1976), que no és correspon amb l'original.

Vicens *et al.* (2001) consideren que el nivell c descrit per Cuerda i Galiana (1976) és correspon amb el MIS 5a per les dades que aporten Rose *et al.* (1999) i per l'absència d'espècies termòfiles.

El nivell b no és un nivell homogeni. Es poden trobar blocs de mida decimètrica arrodonits procedents d'una platja quaternària anterior on el ciment és blanquinós. Entre aquests blocs hi ha conglomerats amb clastes centimètrics i fòssils marins amb espècies termòfiles on el ciment és d'un color rosat. Sembla que la part superior d'aquest nivell presenta una superfície erosiva. El fet de que aquest nivell sigui heterogeni ha fet que l'erosió marina actual hagi donat com a resultat les morfologies irregulars que s'observen.

A diferència de Cala Pudent (Cuerda, 1975), no s'observa el nivell de llims que hi ha entre l'eolianita rissiana i el nivell eutirrenià. Si hem de cercar una semblança amb nivells d'aspecte similar hem d'anar a la cala de sa Font Cel-lada, on també hi ha un nivell eutirrenià molt heterogeni, que es troba directament sobre una eolianita del Riss (Vicens i Gràcia, 1988).

A la taula 1 es llisten els tàxons presents a aquesta zona d'estudi. Es pot comentar que *Balanophylia italica* i *Gibbula adansoni* procedents del nivell c del caló des Camps, no havien estat citades per Cuerda i Galiana (1976). *Gibbula adansoni* tampoc ha estat citat per Cuerda (1987) en aquest indret. *Jujubinus gravinae* no ha estat citat per Cuerda i Galiana (1976), emperò sí per Cuerda (1987).

Hi ha tot una sèrie de tàxons que s'han citat a Cuerda i Galiana (1976) emperò no

estan a la col. JC-SHNB, com són: *Xantoporesa*, *Brissus unicolor*, *Striarca lactea* var. *gaimardi*, *Acanthocardia tuberculata*, *Parvicardium exiguum*, *Fissurella nubecula*, *Bivonia semisurrecta* i *Conus mediterraneus* var. *major*. També *Theridium rupestre* var. *minor* citada per Cuerda i Galiana (1976) i Cuerda (1987) no s'han localitzat a la col. JC-SHNB.

Cuerda i Galiana (1976) citen *Thais haemastoma* var. *laevis* i a la seva col·lecció no s'ha localitzat cap exemplar etiquetat sota aquesta denominació. Això sí, hi ha exemplars que són clarament d'aquesta varietat o de la varietat nodulosa, etiquetats com a *Thais haemastoma*.

A la col. DV-SHNB procedent del nivell b hi ha un fragment de *Luria lurida*.

### **Es Vells Marins Baixos**

Coordenades UTM: 28559/4401841

A uns +2 m snm s'observen un llims ataronjats entre 20 i 60 cm de potència (Fig. 8), on hi ha mol·luscs terrestres.

Els mol·luscs trobats són els següents (col. DV-SHNB): *Iberellus compa-nyonii*,



**Fig. 8.** Foto des Vells Marins Baixos. On hi ha el martell es poden observar els llims vermellós on es varen trobar mol·luscs terrestres.

**Fig. 8.** Photo of Vells Marins Baixos. Red soil were terrestrial fossil molluscs were found.

*Oxychilus lentiformis*, *Trochoidea frater*, *Chondrula gymnesica* i *Lauria cylindracea*.

Per sobre hi ha bretxes d'uns 12 m de potència. La cronologia per als mol-luscs presents a la zona es correspondria amb el Pleistocè superior.

Cal destacar la presència de l'extint *Chondrula gymnesica*. El micropulmonat *Lauria cylindracea* és la primera vegada que es cita fòssil a Mallorca.

### Cala Tonó

Coordenades UTM: 522627/4398262

A aquesta cala hi ha una seqüència estratigràfica molt interessant. S'observen els següents nivells (Fig. 9):

- a) Eolianita amb clastes.
- b) Llims vermells (7.5YR 5/6) entre 10 i 20 cm de potència.
- c) Llims marrons (10YR 6/6) entre 10 i 20 cm de potència. Hi ha una banda ferruginosa entre aquest nivell i l'anterior. Presentes els següents mol-luscs terrestres: *Iberellus companyonii*, *Trochoidea frater*.
- d) Eolianita amb clastes subarrodonits d' 1 m de potència.

e) Llims vermellosos (7.5YR 5/8) d'uns 60 cm de potència, amb els següents mol-luscs: *Iberellus companyonii*, *Trochoidea frater*.

f) Eolianita d'uns 60 cm de potència, amb *Trochoidea frater* i *Chondrula gymnesica*.

g) Bretxes amb clastes subarrodonits.

Per la posició estratigràfica, l'eolianita a podria ser del Riss. La resta del nivells són per la fauna present del Pleistocè superior.

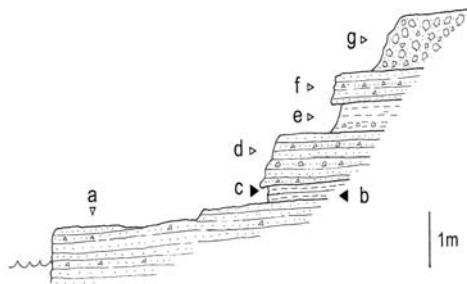
Tots els fòssils citats de cala Tonó estan presents a la col. D.V-SHNB.

### Part paleontològica

La major part dels fòssils trobats als jaciments marins actualment viuen a les aigües de les Balears. Uns quants, actualment extints, denoten unes aigües més càlides que les actuals.

Dels jaciments amb fòssils marins estudiats a la zona només dos han lliurat fauna termòfila. Un d'ells és a la punta de s'Esquerda (150 m cap a l'E) on s'ha trobat *Brachidontes senegalensis* i l'altre al caló des Camps, al nivell b, on s'ha trobat *Barbatia plicata*, *Cardita senegalensis*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*. També en aquest darrer jaciment s'ha trobat *Thais haemastoma* var. *nodulosa* considerada com a pertanyent a la fauna termòfila eutirreniana i actualment extinta de les aigües de les Balears.

La proposta feta per Vicens *et al.* (2001) referent a les faunes de mol-luscs marins al Pleistocè superior de les Balears, basada amb els quatre nivells marins més alts que l'actual, segons la corba eustàtica de Tuccimei *et al.* (2000). Es distingeix una fauna termòfila amb fauna senegalesa en el MIS 5e<sub>1</sub> i 5e<sub>2</sub>, una fauna termòfila empobrida en el MIS 5c i una fauna banal



**Fig. 9.** Tall NO-SE de cala Tonó: a- Eolianita. b- Llims vermells. c-Llims marrons. d- Eolianita. e- Llims vermellosos. f- Eolianita. g- Bretxes amb clastes subarrodonits.

**Fig. 9.** Stratigraphical log NW-SE of Cala Tonó: a- Aeolianite. b- Red silts. c- Brown silts. d- Aeolianite. e- Red silts. f- Aeolianite. g- Breccias with subangular clasts.

en el MIS 5a. Recentment, en vista de la nova corba eustàtica presentada per Tuccimei *et al.* (2006) fa necessari una revisió de la proposta feta per Vicens *et al.* (2001). En aquesta nova proposta hi ha tres nivells més alts que l'actual nivell de la mar. Al MIS 5c el nivell de la mar a Mallorca no arriba a un nivell igual o superior a l'actual nivell marí i només arriba a -10,5 m quan el nivell és més alt, la qual cosa fa poc probable, sempre que la costa hagi estat estable tectònicament durant el Pleistocè superior, el trobar jaciments d'aquest MIS per sobre de l'actual nivell de la mar. Així hi hauria tres nivells més alts que l'actual en el MIS 5, i per tant la hipòtesi més parsimoniosa seria l'existència de tres platges fòssils, una al MIS 5e<sub>1</sub>, una al MIS 5e<sub>2</sub> i una al MIS 5a. Als nivells alts del MIS 5e és on es trobaria la fauna eutirreniana de Cuerda (1975) i al nivell alt del MIS 5a la fauna neotirreniana de Cuerda (1975).

## Mol·luscs terrestres

Referent als mol·luscs terrestres del Pleistocè superior citats a la zona per Vicens i Pons (2007) com són *Iberellus companyonii*, *Tudorella ferruginea*, *Trochoidea frater*, *Oxychilus lentiformis*, *Chondrula gymnesica*, s'ha d'afegir la cita de *Lauria cylindracea*, que n'és un nova cita pel Pleistocè de Mallorca. *Chondrula gymnesica*, l'ènid extint de les Gimnèsies (Quintana, 2006), s'ha citat a s'Estret, el caló des Camps, Betlem O i cala Mata (Vicens i Pons, 2007).

### ***Lauria cylindracea* (Da Costa, 1778)**

Material: 1 exemplar procedent des Vells Marins Baixos (col. DV-SHNB).

Segons Gasull (1965) a l'actualitat és una espècie abundant a Mallorca i Menorca.

Aquest autor dubtava de la seva presència a les Pitiüses. Anys més tard, Gasull (1979; 1984) i Paul (1982) la citen a Eivissa. Pons i Damians (1992) la citen a Mallorca, Menorca i Eivissa. Recentment, Beckmann (2007) la cita a Menorca, Mallorca, Cabrera, Eivissa i Formentera.

Referent a les cites d'aquest tàxon fòssil, a les Pitiüses, Paul i Altaba (1992) al seu complet llistat de mol·luscs terrestres fòssils no l'esmenten. McMinn *et al.* (1993) citen un pupíl·lid indeterminat a la cova d'en Jaume Orat a dipòsits de Pleistocè superior (Eivissa). A Menorca, Quintana (2001) cita aquest tàxon a un dipòsit holocènic del Barranc d'Algendar. Una quant d'anys més tard, Quintana (2006b) cita aquest tàxon a nivells prehumans de sa cova Murada, a un jaciment del Pleistocè superior (barranc d'Algendar, Ciutadella de Menorca) on es va trobar un únic exemplar. A Mallorca és la primera vegada que es cita fòssil i s'ha trobat un únic exemplar a un dipòsit de llms del Pleistocè superior a Es Vells Marins Baixos (Artà).

## Agraïments

A la junta directiva de la SHNB per deixar-me consultar la col·lecció Andreu Muntaner, la col·lecció Joan Cuerda, i la col·lecció Damià Vicens, conformant part del gruix de col·leccions del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears (MNIB-SHNB). Al Dr. Guillem X. Pons per la seva lectura crítica i per les suggerències que han fet millorar el manuscrit original.

## Bibliografia

Alcover, J. A. i Bover, P. 2002. Paleontología, espeleología y ciencias del karst en las

- Balears. *Boletín de la SEDECK*, 3: 92-105.
- Andrews, J. N., Ginés, A., Pons-Moyà, J., Smart, P. L. i Trias, M. 1989. Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca). *Endins*, 14-15: 17-25.
- Arnau, P., Bover, P., Seguí, B. i Alcover, J. A. 2000. Sobre alguns jaciments de *Myotragus balearicus* Bate 1980 (Artiodactyla, Caprinae) de tafonomia infreqüent. *Endins*, 23: 89-100.
- Balaguer, P. 2007. Inventari quantitatiu de les costes rocoses de Mallorca. In: Pons, G. X. i Vicens, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 201-230.
- Balaguer, P., Gómez-Pujol, Ll. i Fornós, J. J. 2008. Assaig de quantificació del retrocés del penya-segats tallats als materials del Quaternari de les badies d'Alcúdia i Pollença. In: Pons, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears 367-369.
- Bate, D. M. A. 1914. The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geological Magazine*, 1: 347-354.
- Beckmann, K. H. 2007. *Die Land- und Süßwassermollusken der Baliarischen Inseln*. ConchBooks. Hackenheim. 255 pp.
- Butzer, K. W. i Cuerda, J. 1961. Formaciones cuaternarias del litoral Este de Mallorca (Canyamel – Porto Cristo). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 7: 3-29.
- Butzer, W. K. i Cuerda, J. 1962. Nuevos yacimientos marinos de las Baleares. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 67: 25-70.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos de la Diputación Provincial de Baleares. 304 pp. Palma.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp. Palma.
- Cuerda, J. i Galiana, R. 1976. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la costa Norte de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 21: 115-124.
- Darder, B. 1925. La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque. *Bull. Soc. Geol. France*, IV sér., 25: 245-278. Paris.
- Garcias-Font, Ll. 1974. Els *Limonium* de la península d'Artà (Mallorca). *Collectanea Botanica*, 9(4): 61-67.
- Gasull, Ll. 1965. Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 7-161.
- Gasull, Ll. 1979. Micropulmonados terrestres de Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 23: 7-23.
- Gasull, Ll. 1984. Terrestrial and fresh-water Gasteropods of the Pityusics (Eivissa and Formentera) excluding *Trochoidea* (*Xerocrassa*) Monterosato 1892. In: Kuhbier, H.; Alcover, J. A. & Guerau d'Arellano, C. (Eds.). *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*. Mon. Biol., 52: 231-241. La Haia.
- Ginés, J. 1995. Les coves turístiques de Mallorca. *Endins*, 20: 191-203.
- Ginés, J. 2000. El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología. Tesi Doctoral. Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- Ginés, J. 2001. El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología. *Endins*, 24: 143-154.
- Gómez-Pujol, L. 1999. Sedimentologia i evolució geomorfològica quaternària del ventall al·luvial des Caló (Betlem, Artà, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 107-124.
- Gómez-Pujol, L. i Fornós, J.J. 2001. Les microformes del litoral calcari de Mallorca: aproximació a la seva sistematització. *Endins*, 24: 169-185.
- Hillaire-Marcel, Cl., Garipey, C., Ghaleb, B., Goy, J. L., Zazo, C. i Cuerda, J. 1996. U-Series measurements in tyrrhenian deposits from Mallorca further evidence for two last-Interglacial high sea levels in the Balearic Islands. *Quaternary Sc. Reviews*, 15: 53-62.
- Kelletat, D., Whelhan, F., Bartel, P. i Scheffers, A. 2005. New tsunami evidences in southern Spain-Cabo de Trafalgar and Mallorca Island. In: Sanjaume, E. i Mateu, J. F. (Eds.) *Geomorfologia litoral i Quaternari. Homenatge al professor Vicenç M. Rosselló i Verger*, 215-222. Universitat de València.

- McMinn, M., Altaba, C.R. i Alcover, J.A. 1993. La fauna fòssil de la cova den Jaume Orat (Parròquia d'Albarca, Sant Antoni de Portmany, Eivissa). *Endins*, 19: 49-54.
- McMinn, M. i Vicens, D. 2007. Presencia de *Phalacrocorax aristotelis* (Linnaeus, 1761) en un depòsit de playa del subestadió isotòpic 5e en Mallorca (Illes Balears, Mediterráneo Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 217-225.
- Morey, B. 2008a. *El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i conservació*. Memòria d'Investigació. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 288 pp.
- Morey, B. 2008b. El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 227-258.
- Morey, B. i Cabanellas-Reboredo, M. 2007-2008. Los yacimientos del Pleistoceno marino mallorquín como puntos de control del litoral (estado en que se encuentran y factores que provocan su destrucción). *Territoris*, 7: 69-86.
- Morey, B. i Cabanellas-Reboredo, M. 2008. Nous afloraments del Pleistocè superior marí de la badia d'Alcúdia (Mallorca). In: Pons, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears 97-100.
- Muntaner, A. 1955. Nota preliminar sobre nuevas localidades de Cuaternario en la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 1: 84-86.
- Muntaner, A. 1956. Nota sobre un fémur de *Myotragus balearicus* hallado en los aluviones de Sancellas. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 115-116.
- Muntaner, A. 1957. Las formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 3: 77-126.
- Muntaner, A. 1966. Distribución en Baleares del *Myotragus balearicus*, Bate. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 12: 25-28.
- Muntaner, A. i Cuerda, J. 1956. Hallazgo de un esqueleto de *Myotragus balearicus* en una duna cuaternaria de Capdepera (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 114.
- Muntaner, A. i Palmer, E. 1956. Nota sobre el hallazgo de *Myotragus balearicus*, Bate, en los aluviones de Bugar (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 2: 95-98.
- Paul, C. R. C. 1982. Pleistocene non-marine molluscs from Cala Salada, Ibiza. *Geol. J.*, 17:161-184.
- Paul, C. R. C. i Altaba, C. R. 1992. Els mol·luscs terrestres fòssils de les Illes Pitiüses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 141-170.
- Pomar, L. i Cuerda, J. 1979. Los depósitos marinos pleistocénicos en Mallorca. *Acta Geol. Hisp.*, 14: 505-514.
- Pons, G. X. i Damians, J. 1992. Fauna malacològica d'algunes cavitats de l'illa de Mallorca. *Endins*, 17-18: 67-72.
- Quintana, J. 2001. Fauna malacològica presente en los sedimentos holocénicos del Barranc d'Algendar (Ferreries, Menorca). *Spira*, 1(1): 33-40.
- Quintana, J. 2006a. Reconsideració taxonòmica de *Chondrula (Mastus)* fòssil de Mallorca i Menorca (Gastropoda: Pulmonada: Enidae). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 21-38.
- Quintana, J. 2006b. Mol·luscs terrestres autòctons i introduïts a l'illa de Menorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Spira*, 2(1): 17-26.
- Rodríguez-Perea, A. 1998. Ventalls al·luvials i sistemes dunars a Betlem (Artà, Mallorca). In: Fornós J. J. (ED.). *Aspectes Geològics de les Balears*. Universitat de les illes Balears: 169-189.
- Rose, J. i Meng, V. 1999. River activity in small catchments over the last 140 ka, North-East Mallorca, Spain. In: Brown, A. G. & Quine, T. A. (Eds). *Fluvial processes and environmental change*: 91-102. John Wiley & Sons. London.
- Rose, J., Meng, X. i Watson, C. 1999. Paleoclimate and paleoenvironmental responses in the western Mediterranean over the last 140 ka: evidence from Mallorca, Spain. *Jour. Geol. Soc. London*, 156: 435-448.
- Sabat, F. 1986. *Estructura geològica de les Serres de Llevant de Mallorca (Balears)*. Tesi Doctoral, Universitat de Barcelona, 128 p.
- Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les illes Balears*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Dep. Ciències de la Terra. Inèdit. 903 pp.

- Servera, J., Gelabert, B., Rodríguez-Perea, A. 2009. Development and setting of Alcudia Bay beach-dune system (Mallorca, Spain). *Geomorphology*, 110: 172-181.
- Solé, L. 1962. Le Quaternaire marin des Balears et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Péninsule Iberique. *Quaternaria*, 6: 309-341.
- Tuccimei, P., Ginés, J., Delitala, M.C., Ginés, A., Gràcia, F., Fornós, J.J. i Taddeucci, A. 2006. Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50, 1-21.
- Vicens, D. 2008. Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 71-102.
- Vicens, D. 2010. *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a la zona Nord-oriental de Mallorca (Badia de Pollença i Badia d'Alcúdia)*. Memòria d'investigació. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1988. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la playa de "Sa Font Salada" (Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 32: 33-46.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1990. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marina en la playa de "Sa Font Salada" (Balears). *II Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*. UIB i SHNB, 61-62.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1998. Aspectes paleontològics i estratigràfics del Plistocè superior de Mallorca. In: Fornós J. J. (ed.) *Aspectes geològics de les Balears*: 191-220. UIB. Palma.
- Vicens, D. i Pons, G. X. 2007. Els mol·luscs terrestres del Pleistocè superior a jaciments costaners de la zona septentrional de Mallorca (Artà, Alcúdia i Pollença). In: Pons, G. X. i Vicens, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 14: 231-258.
- Vicens, D., Pons, G. X., Bover, P. i Gràcia, F. 2001. Els tàxons amb valor biogeogràfic i cronoestratigràfic: bioindicadors climàtics del Quaternari de les Illes Balears. In: Pons, G. X. i Guijarro J. A. (Eds.) *El canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 9: 121-146.

# Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona)

Francesc X. ROIG-MUNAR, Josep PINTÓ i José Ángel MARTÍN-PRIETO

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Pintó, J. i Martín-Prieto, J.A. 2009. Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 81-92. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es realitza la descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras), situat al municipi de Colera (Alt Empordà). El sistema dunar es troba vinculat a tres cales de petit ordre i es desenvolupa amb orientació N-S seguint els pendents topogràfics de les reduïdes conques torrencials associades. Trobem coalescència de formes dunars a les zones més altes del cap, les quals foren fixades per pins a mitjans del segle passat.

**Paraules clau:** duna, descripció geoambiental, paisatge litoral, cala Borró, Alt Empordà.

GEOAMBIENTAL AND LANDSCAPE DESCRIPTION OF THE BEACH-DUNE SYSTEM OF CALA BORRÓ (CAP RAS, ALT EMPORDÀ-COSTA BRAVA, GIRONA). The geoambiental and landscape description of the beach-dune system of Cala Borró, (Cap Ras), placed in the town of Colera (Alt Empordà), is carried out. The dunar system, developed with orientation and N-S, links three beach pockets following the topographic slopes of the torrential basins. We find coalescence of dunes in the upper zones, which were possibly an object of reafforestation in the 19th C. to avoid erosion.

**Keywords:** beach pocket, beach-dune system, geoambiental description, coastal landscape, cala Borró, Alt Empordà.

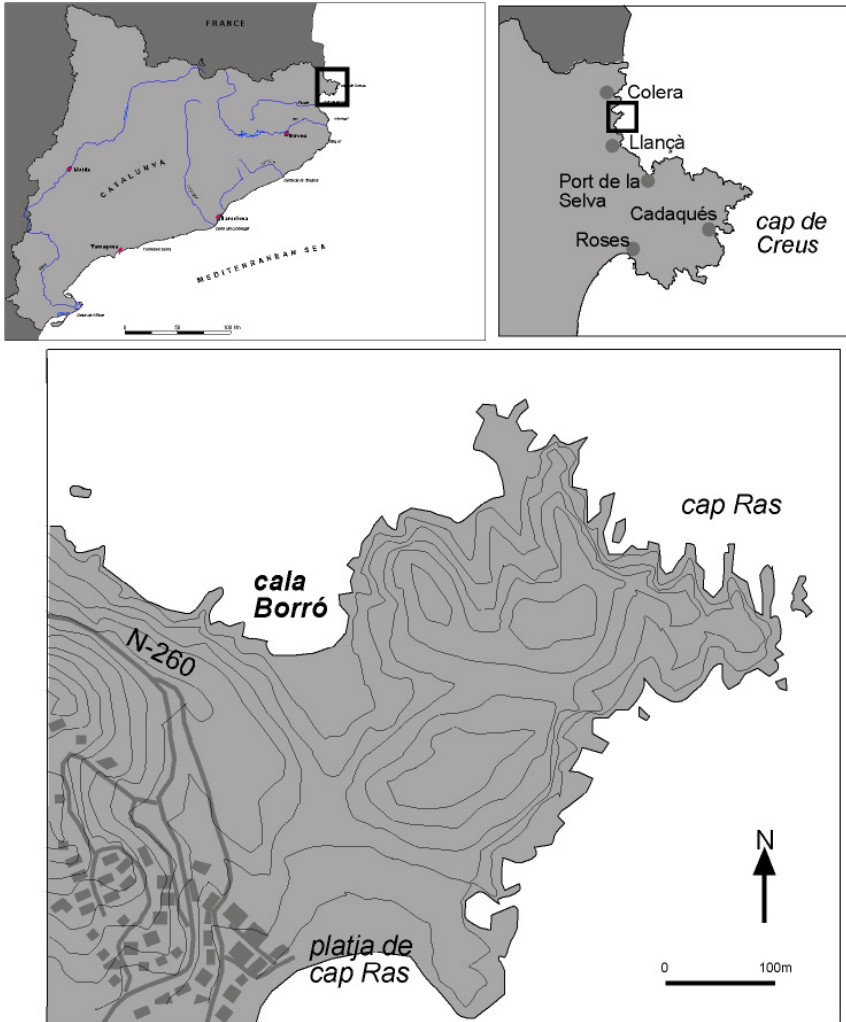
*Francesc X. ROIG-MUNAR y José Ángel MARTÍN-PRIETO; Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma de Mallorca; Josep PINTÓ Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP), Universitat de Girona, Plaça Ferrater Mora, 1. 17071 Girona.*

*Recepció del manuscrit: 10-jul-09; revisió acceptada: 30-des-09*

## Introducció

Segons la bibliografia consultada podríem considerar que els sistemes platja-duna de la Costa Brava (Girona) és redueixen als cordons litorals que es troben a les planes d'inundació del golf de Roses (Alt Empordà), i als de l'arc de Pals (Baix Empordà), els quals han estat descrits i

analitzats a nivell geològic i geomorfològic per Marqués i Julià (1983, 1987), Cros i Serra (1990, 1993), Vilar *et al.* (1994), i Barriocanal i Gesti (2004). No obstant encara queden sistemes platja-duna de reduïdes dimensions que no han estat objecte d'estudi o anàlisi morfològica, tot i existir referències de tipus botànic (Pintó i Panareda, 2007). Aquests sistemes de petit



**Fig. 1.** Localització del sistema platja-duna de Cala Borró (terme municipal de Colera, Alt Empordà).  
*Fig. 1.* Location of beach-dune system of Cala Borró (Colera, Alt Ampordà).

ordre presenten força interès degut a la seva particular dimensió i situació. Si bé és cert que la majoria dels sistemes platja-duna apareixen cartografiats a les cartes geològiques, diferenciant gairebé tots els sectors del sistema, els de petit ordre queden enfosquits per la magnitud de la

geologia que els envolta, i són inexistents els treballs que a ells fan referència com a sistemes actius amb presència de formes dunars. El cas que ens ocupa, la cala Borró o de les Assutzenes, està situada a la península del cap Ras, terme municipal de Colera (Fig. 1), i constitueix un sistema



platja-duna actiu associat a cales de petit ordre. Tot i això aquest sistema no apareix cartografiat a la darrera versió de la carta geològica de la zona (ICC, 2000).

## Litologia

La totalitat dels materials que es troben a la península de cap Ras (Fig. 1) pertanyen a litologies corresponents a l'Ordovicià superior (Caradocia), més concretament a les unitats del Cambroordovicià. Es tracta de materials que presenten alternança d'ordre centimètric i decimètric de nivells de gresos de gra fi i nivells de lutites i grauvaques de gruix mètric. Es diferencien intercalacions de roques leucocràtiques com les que constitueixen el gneis del Port de la Selva i dels entorns més immediats. Les grauvaques, mal classificades i de poca maduresa textural, es poden interpretar com a vulcanoderivades, i les estructures sedimentàries més freqüents són gradacions positives i marques de base. En al cas de cap Ras aquests materials han estat modelats per una petita xarxa torrencial d'escàs recorregut, en direcció S-N, que han donat lloc a una morfologia de cales associades: cala Borró i cala Borró Petit, situades al vessant nord del cap. Just en aquestes cales es desenvolupen morfologies de platja-duna holocenes, amb una direcció nord-sud.

## Descripció geomòrfica

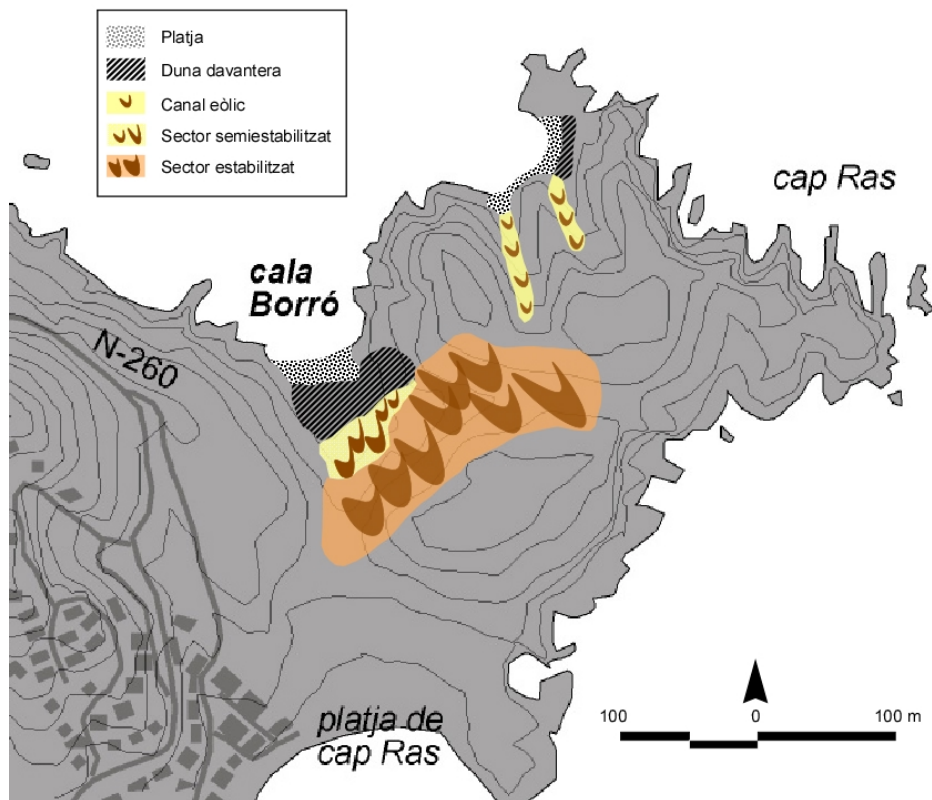
El sistema dunar, en conjunt, està compost de tres unitats de morfologies platja-duna independents a les seves bases, i associades a dues cales vinculades a tres canals torrencials de petita conca i amb capçaleres situades a la carena, amb una altitud no superior als 30 m (Fig. 2). El

sistema dunar ocupa una extensió conjunta de 18.463 m<sup>2</sup>, i es troba condicionat per processos d'escolament superficial, la dinàmica marina i l'encaixament i el desenvolupament de canals força marcats de torrents d'escàs recorregut i fort pendent.

S'observa un domini torrencial de caràcter mediterrani amb aportació de materials provinents dels costers més propers de cadascun dels torrents o canals de drenatge, que donen lloc a la imbricació de materials de deposició de caire torrencial sobre les formes dunars efímeres i sobre les semiconsolidades.

Aquests costers, amb altituds màximes de conca no superiors als 30 m i trams de recorregut a l'entorn dels 200 m, presenten força estabilitat i regularització per la presència de vegetació de port herbaci al llarg dels recorreguts, i de port arbori a les capçaleres de les petites conques. No s'aprecien forts processos d'escolament superficial, ni fenòmens erosius de caire hídic al llarg de la platja i dels sistemes dunars.

Per altra banda, la platja emergida presenta una associació directa amb la platja submergida, la qual compta amb la presència de pradells de *Posidonia oceanica*, que en aquesta zona N de la Costa Brava és on el seu estat de conservació és millor, en relació a la resta del litoral català (Romero, 2002). Aquesta planta és la productora d'un important percentatge de sediment que trobem a les zones emergides (platja-duna). De forma esporàdica, sobre la zona de batuda de l'onatge a la platja de cala Borró, s'observen bermes d'acumulació de restes de fulles mortes de *Posidonia oceanica* (Fig. 3), de potències variables que poden arribar al 1,5 m, fet que implica l'arribada de sediment de tipus bioclàstic a la platja emergida, ja sigui en forma de barres o bé imbricat dins les propies bermes vegetals



**Fig. 2.** Mapa geomorfològic del sistema platja-duna de cala Borró.  
**Fig. 2.** Geomorphological map of Cala Borró beach-dune system.

(Roig-Munar *et al.*, 2007).

Pel que fa a la sedimentologia, a la platja es poden apreciar unes textures de gra força homogènies, amb sediment fi amb un elevat percentatge d'elements carbonatats i bioclàstics, tot i que també destaca a la zona de batuda d'onatge i platja submergida la presència de material litoclàstic provinent de les esclavissades puntuals de les formacions superficials, l'aportació torrencial de la riera de Garbet, i en menor mesura de les conques de cap Ras, i l'erosió dels penya-segats litorals. De forma esporàdica es troben també morfologies de

*beach cups* formades per material litoclàstic d'ordre decimètric força arrodonit sobre la platja alta.

### Descripció del sistema dunar

Les característiques de base d'aquest sistema platja-duna obliguen a fer una descripció separada per cales, tot i que a les zones de capçalera es poden observar fenòmens de coalescència de mantells eòlics remuntants no consolidats i formes dunars semiestabilitzades i estabilitzades,



**Fig. 3.** Acumulacions de bermes de *Posidonia oceanica* sobre la zona de batuda de la platja de cala Borró.

**Fig. 3.** Berms acumulacions of *Posidonia oceanica* over swash zone of Cala Borró beach.

donant lloc a una sola unitat dunar a la part més elevada, al voltant dels 30 m, amb tres fonts d'alimentació de base, ubicades a les dues cales i els tres canals (Fig. 2).

La cala de Borró disposa d'un sistema dunar associat a una línia de costa d'uns 82 m d'amplada, confinada entre penyals regularitzats de baixa alçada als seus dos costats. La platja emergida presenta una amplada variable al voltants dels 15 m, fins els primers talussos de les morfologies dunars davanteres. Aquesta es troba vinculada a la llera d'un petit torrentó esporàdic de 200 m lineals de recorregut amb alguns petits tributaris, que dona lloc a una petita zona d'inundació al darrere de les formes dunars davanteres. Aquests canals, tot i el seu poc recorregut, transporten força material cap a la platja, donant lloc a importants processos hídrics desestructurants incipients al llarg del recorregut, afavorint la denudació del sòl, el desarrelament de la vegetació de port arbori i l'aflorament de la roca mare a les zones adjacents al sistema dunar afavorit, tot això, per una elevada xarxa de camins no regulats que compacten el sòl, donen lloc a pèrdua

de vegetació i fragmentació de l'hàbitat de reraduna o de les dunes semiestabilitzades, no afectant de forma directe a les formes dunars davanteres.

El sistema dunar davanter presenta una potència mitjana de 2,2 m i un bon estat de conservació, amb una extensió de 3.786 m<sup>2</sup>, sols fragmentat per algunes formes erosives davanteres de tipus *blowout* que no presenten gran magnitud ni donen lloc a la fragmentació del sistema per pèrdua de sediment cap a la zona interna. Aquestes morfologies a dia d'avui es troben parcialment estabilitzades per la vegetació dunar, que afavoreix l'estabilització del sistema. Segons la classificació morfoecològica de Hesp (2002), la duna davantera o *foredune* de cala Borró es pot considerar com a ben conservada i es classificaria dins l'estadi 4 del seu sistema (Fig. 4).

Associat al canal de *runnel* de la zona dunar davantera, es troba un sector de sorres semiestabilitzades, marcat per l'existència d'un camí que fragmenta i compacta la zona de contacte. El sistema assoleix una extensió al voltant de les 17 ha



**Fig. 4.** Estadi de conservació del sector dunar davanter de cala Borró.

**Fig. 4.** Stadium of foredune conservacion of Cala Borró.



**Fig. 5.** Alineacions de la sembra de pi (*Pinus halepensis*) a les zones de morfologies estabilitzades.

**Fig. 5.** Alignments showing pine (*Pinus halepensis*) in areas of stable morphologies.

amb força estabilització a la zona més interna i remuntant dels costers. La consulta de la fotografia aèria de 1957 indica que aquest sistema fou reforestat a la part alta de la cala, degut a la homogeneïtat d'alçada de la massa boscosa i la linealitat dels individus (Fig. 5).

La cala de Borró Petit està formada per dues cales de petit ordre vinculades a dues lleres torrencials. Els dos sistemes tenen el seu origen a una línia de costa amb una llargària inferior als 80 m i amplades de platja variables inferiors als 10 m. Les seves superfícies de platja estan separades per un petit promontori rocallós de petita alçada que es configura com a la divisòria d'aigües dels dos canals associats a les platgetes, i sobre els quals es desenvolupen formes dunars de potències inferiors al metre. Vinculades a la cala es desenvolupen formes de tipus grimpant que migren cap a la zona interna mitjançant l'adossament a la topografia dels canals. Tot i això la platja presenta continuïtat morfològica de forma esporàdica.

Les formes dunars tenen el seu inici a la part alta de platja i un desenvolupament

terra endins, amb morfologies dunars davanteres d'escassa potència, inferiors al metre, i superfície variable condicionada a processos hídrics. Els seus fronts presenten un bon grau de cobertura vegetal de tipus herbaci, i a mesura que avancen cap els canals els remunten terra endins per la llera, adaptant-se als sectors hidrològicament menys dinàmics (Fig. 6).

Al llarg d'aquestes formes o mants eòlics remuntants es troba vegetació psammòfila, fet indicatiu del dinamisme existent en aquests dos microambients dunars. Aquestes formes dunars tenen una component mixta fluvio-torrencial i eòlica, detectant-se processos de retroalimentació sedimentària, per erosió hídrica i sedimentació eòlica, entre els materials associats als canals de drenatge (Roig-Munar *et al.*, 2007). Les formes dunars és desenvolupen al llarg de tots dos costers, ocupant la zona menys afectada pels processos de caire hídric. Presenten un grau de colonització vegetal aleatori i associat a petits acumulacions arenoses al llarg de la conca fins a les crestes de duna estabilitzada, per sobre l'alçada de 25 m, i amb un fort encaixament sobre els canals de tipus torrencial. Un cop s'arriba a la zona superior de cadascuna d'aquestes conques que condicionen el desenvolupament de les formes dunars, es troben superfícies de mantells eòlics parcialment consolidats per vegetació herbàcia fins la seva imbricació amb les masses forestals, que es troben a la capçalera de les tres cales i conformen el que possiblement antigament era el sistema dunar semiestabilitzat, i actualment estabilitzat per la realització de tasques de fixació per mitjà d'una plantació de pins (Fig. 4). Actualment els processos de desestabilització del sistema provenen de la zona interna, motivada per una falta de regulació de l'ús públic sobre aquests espais.



**Fig. 6.** Desenvolupament de formes dunars remuntants associades als canals torrencials de Borró Petit.

*Fig. 6. Climbing dune forms associated with torrential channels of Borró Petit.*

Basant-nos en l'observació de la fotografia aèria del vol americà realitzada sobre la zona de Colera el 26 de juliol de 1957 (nombre de fotograma 54.534) es pot establir que els sistemes dunars presentaven força dinamisme i el material sedimentari transportat creuava de la zona N del cap Ras fins a les platges ubicades a la zona sud, on es poden observar als costers de la platja de Borró i del Rasté nivells estratigràfics terrígens amb força matriu d'arenas, que tenen possiblement el seu origen en esclavissades i deposicions corresponents a antics períodes mixtes (eòlics i torrencials) anteriors a la plantació o creixement de vegetació de port arbori que s'hi troba a dia d'avui a la zona més alta del cap Ras i associada a la zona de dunes semiestabilitzades de Cala Borró.

### **Paisatge vegetal**

Des d'un punt de vista fitocenològic les dunes constitueixen ambients azonals en els quals la influència del clima sobre la vegetació es troba mediatitzada per l'existència de factors edàfics que condicionen intensament la colonització vegetal. En les acumulacions eòliques de

sorra es poden distingir diversos ecotops o tesselles, en el sentit donat per Bolòs (1962) i Vigo (1998) a aquest terme, en relació amb la variació espacial dels següents factors: la disponibilitat de nutrients -nitrogen principalment (Escarré, 1989)-, la mobilitat de la sorra per causa de l'acció del vent, la disponibilitat hídrica, la textura del sòl i la deposició de l'aerosol salí.

Un dels factors més importants en la selecció de les espècies vegetals amb capacitat de colonitzar els ambients dunars és la mobilitat del substrat. Les dues aliances fitosociològiques: *Ammophilion* i *Crucianellion*, agrupen respectivament les comunitats dunars que es desenvolupen en els sectors on es dona una alta mobilitat de la sorra empenya pel vent: la *foredune*, i aquelles altres que colonitzen els mantells sorrencs situats a sotavent, on la mobilitat del substrat és molt baixa.

A Catalunya, la transformació de l'espai litoral sota l'embranchida del turisme que s'ha donat en les últimes dècades ha provocat una reducció del paisatge dunar. Un paisatge que era comú en la majoria de la costa baixa catalana fins fa unes dècades, actualment ha desaparegut o bé ha vist reduïda la seva extensió a un estret cordó

dunar atrapat entre la platja i les àrees urbanitzades. Al cap de Creus, el predomini de la costa alta, rocosa, limita el desenvolupament de les dunes. Les escasses platges sorrenques com les del Port de la Selva o Llançà, estan també intensament urbanitzades, fet que ha limitat el desenvolupament del paisatge dunar. Dins l'àmbit estricte de la península del cap de Creus, Franquesa (1995) només esmenta la presència de retalls de comunitats dunars a cala Portaló, cala Serena i les Canyelles Petites. En el sector de costa comprès entre Llançà i Portbou, a l'únic espai on hi ha un desenvolupament notable de la morfologia dunar que permet l'existència d'un nombre considerable de plantes pròpies d'aquest hàbitat és a la cala Borró. Més al nord, a la platja de Garbet i a la de Colera hi prospera alguna espècie de les platges com: *Euphorbia peplis* i *Polygonum maritimum*, i *Elymus farctus* subsp. *farctus* en alguna acumulació de sorra o duna incipient.

A la cala Borró, la duna davantera o foredune, està colonitzada per un conjunt d'espècies psammòfiles que tenen en els ecotops dunars el seu hàbitat exclusiu. Des d'un punt de vista fitocenològic s'hi distingeixen dues comunitats: la comunitat de jull de platja (*Agropyretum mediterraneum*) i la comunitat de borró (*Ammophiletum arundinaceae*). La comunitat de jull de platja ocupa una franja estreta d'un parell de metres allà on s'inicia l'acumulació eòlica de sorra, i està integrada per dues espècies principals: el jull de platja (*Elymus farctus* subsp. *farctus*) i l'esperobolus (*Sporobolus pungens*), que estan acompanyades per la barrella punxosa (*Salsola kali* subsp. *ruthenica*), una planta nitrohalòfila força comuna a la majoria de platges del litoral català. A continuació, la duna està colonitzada per una densa població de borró (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*), amb un recobriment

superior al 90%, i on hi són presents espècies característiques d'aquesta comunitat com el lliri de mar (*Pancremium maritimum*), el violer marí (*Matthiola sinuata* subsp. *sinuata*), la lleterassa marina (*Euphorbia paralias*), la campaneta de mar (*Calystegia soldanella*), el melgó marí (*Medicago marina*) i la silene de platja (*Silene niceensis*).

Sembla ser que la duna ha avançat fins a mig cobrir una petita però molt densa població de tamaris (*Tamarix* sp.), que ja s'observava a la fotografia aèria de l'any 1957, i que colonitzava el sector posterior de la platja alta, un fenomen que es repeteix a altres platges del litoral gironí, on s'acumula sovint l'aigua transportada pels petits reguerots que baixen pels costers de darrera la cala, i on hi apareixen algunes espècies halòfiles com el donzell (*Artemisia gallica*), el salat blanc (*Atriplex halimus*) i un limonium (*Limonium* cf. *tremolsii*). L'espai és travessat per un sender força freqüentat en les immediacions del qual hi tornen a aparèixer el jull de platja i l'esperobolus. En aquest espai i com a conseqüència de l'acumulació d'aigua la humitat del sòl es més elevada i apareixen espècies com el jonc acut (*Juncus acutus*) i el jonc boval (*Scirpus holoschoenus*).

Sobre el mantell de sorra que s'enfila vessant amunt, a la part posterior de la cala encara hi apareix alguna espècie psammòfila com el lliri de mar, envoltada però per un conjunt florístic on predomina la bufalaga marina (*Thymelaea hirsuta*), el plantatge subulat (*Plantago subulata* subsp. *subulata*) i la sempreviva borda (*Helichrysum stoechas*), en una comunitat assimilable al *Thymelaeo-Plantaginetum* que és la comunitat que predomina en els vessants rocallosos que voregen la cala.

La part alta està ocupada per una pineda de pi blanc (*Pinus halepensis*) de repoblació, amb el sotabosc densament



colonitzat pel llistó (*Brachypodium retusum*) i, d'acord amb Franquesa (1995), assimilable a l'associació *Tuberario-Brachypodietum retusi*, en el qual apareixen algunes espècies arbustives pròpies dels alzinars com l'aladern (*Rhamnus alaternus*) i el llentiscle (*Pistacia lentiscus*).

## Evolució del paisatge

L'observació de les fotografies aèries de l'any 1957, i les dades que consten en el cadastre de rústica dels anys 60 del segle passat, mostren un paisatge del cap Ras ben diferent de l'actual.

Les fotografies aèries indiquen un predomini de les cobertes herbàcies i un paisatge forestal inexistent. A la part alta de la cala i en el vessant orientat al sud, s'hi observaven unes parcel·les de conreu que segons la informació que consta en el Cadastre, corresponien a vinyes. Un fet que es pot corroborar actualment al camp a l'existir encara alguns peu de vinya que sobreviuen envoltats per les espècies de la brolla de tomaní (*Lupino-Lavanduletum*) i del llistonar (*Tuberario - Brachypodietum retusi*), que colonitzen en mosaic els vinyars abandonats.

Encara que a la fotografia aèria de l'any 1957 no s'observa cap pineda en tot el cap Ras, a la fitxa cadastral de desembre del 1961 consta que hi havia més de 16 hectàrees corresponents a una pineda de repoblació en el vessant del cap Ras orientat al nord, el qual pertany al municipi de Colera.

Per altra banda, el cadastre de Llançà, al qual pertany el vessant orientat a llevant no indica tampoc la presència de pins a començament de la dècada dels 60, per tant s'ha de suposar que la plantació de pins en aquest sector va ser posterior.

## Gestió

Tot i que podem dir que el sistema dunar presenta un estat de conservació aparentment acceptable, aquest es troba sotmès a una forta pressió de caire turístic-recreatiu, afavorit pels seus elevats graus de publicitat com espai natural no urbà. Aquests índexs de freqüentació sobre ambients fràgils i dinàmics accelera de forma continuada els processos erosius directes sobre les formes i vegetació dunar, i de forma indirecte sobre els ambients directament associats, com ara la xarxa de camins d'accés a la cala.

En els darrers anys, tot i l'aparença, les gestions realitzades sobre aquests espais dunars no han afavorit la seva recuperació i estabilització, ja que aquestes han consistit en l'aplicació de mesures dures de gestió pròpies d'espais fluvio-torrencials i d'estabilització de conques hídriques, no tenint present el sistema dunar com un espai fràgil, dinàmic i vulnerable.

La conservació d'aquest hàbitat dunar depèn de la coherència les gestions directes i indirectes realitzades sobre ell, l'evolució i la tendència del sistema està condicionada a les variables geomorfològiques, ambientals i socials que actuen sobre cadascun dels sectors del perfil platja-duna (Roig-Munar et al., 2006). Es per això que es recomana aplicar mesures toves de gestió basant-nos amb les corbes de sensibilitat morfoecològica dels dos ambientals platja-duna, el submergit i l'emergit (Roig-Munar i Martín-Prieto, 2005). Per una banda gestionar i controlar els impactes sobre l'àmbit submergit, realitzant un control del fondeig de vaixells sobre els pradells de *Posidonia oceanica*, per d'aquesta manera evitar la destrucció de l'ecosistema productor d'una important part del sediment arenós de la platja, per que la

seva presència incrementa la rugositat de fons i disminueix la profunditat crítica que provoca la modificació de l'onatge dels grans temporals, i perquè el desenvolupament i la construcció de la mata fa que els pradells de *Posidonia oceanica* puguin actuar com una barrera natural en la zona submergida. Aquestes gestions són prioritàries en un ambient fortament freqüentat per turisme recreatiu de vaixells (Lloret *et al.*, 2008).

Pel que fa a la platja emergida es fa necessari el manteniment de les bermes acumulades de restes de *Posidonia oceanica*, degut al seu paper protector de platja, aportació de material sedimentari imbricat, i font de nutrients per les comunitats vegetals de les morfologies dunars davanteres (Cardona i Garcia, 2008), i el manteniment dels perfils naturals de platja alta i talussos davanteres de unes, evitant actuacions mecanitzades. El sistema dunar davanter ha de ser el reservori natural del sistema platja-duna, i mantenir la seva integritat passa per controlar i evitar l'ús indiscriminat d'aquestes formes com a àrees de repòs i trànsit d'usuaris, així com reconduir les gestions artificialitzadores i rígides realitzades darrerament.

## Conclusions

L'artificialització que ha sofert en les darreres dècades el litoral català ha afectat d'una manera molt intensa els paisatges dunars. La desaparició d'aquests hàbitats a molts sectors de la costa està provocant l'aïllament biogeogràfic de les poblacions d'espècies psammòfiles que tenen a les dunes el seu hàbitat exclusiu. Aquest aïllament encara és més patent en aquells sectors litorals com el cap de Creus, on els hàbitats dunars es mantenen actualment només en un nombre molt escàs de platges.

La presència a la cala Borró d'un bon nombre d'espècies psammòfiles fa necessària la seva preservació per evitar la degradació i l'empobriment florístic de les comunitats existents a causa dels impactes derivats de la freqüentació dels usuaris de la platja.

Tot i l'escassa magnitud dels sistema dunar es pot afirmar que aquest reduït es troba actualment en unes condicions acceptables, conservant una bona estructura del perfil de platja submergida, amb pradells de *Posidonia oceanica*, i amb un sector de platja estable amb morfologies de dunes davanteres ben conservades, representant, tot plegat, un testimoni dels antics ambients sedimentaris de la Costa Brava, actualment extintes per processos urbans.

## Agraïments

A Jaume Vicens i Perpinyà (Àrea de Medi Natural. Serveis Territorials a Girona del Departament de Medi Ambient i Habitatge). Aquest treball ha estat finançat en part pel projecte del *Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología*: "Delimitación funcional de los elementos de conservación como objetivo de la gestión integrada de zonas costeras: la estructura ecológica principal" (Ref.: CGL2006-13953-C04-02/BOS).

## Bibliografia

- Barriocanal, C. i Gestí, J. 2004. Ecosistemes dunars. Aiguamolls del Baix Ter. *Papers del Mongri*, 23: 128-132.
- Bolòs, O. de. 1962. Botànica i Geografia. *Mem. R. Acad. Cien. y Artes*. Vol 34, nº 14: 443-480 pp. Barcelona.
- Cardona, L. i Garcia, M. 2008. Beach-cast seagrass material fertilizes the foredune



- vegetation of Mediterranean coastal dunes. *Acta Acologica* 34-1, 97-103.
- Cros, Ll i Serra, J. 1990. Las formas dunares del Baix Empordà (Girona). *Notes de Geografia Física*, 19: 45-56.
- Cros, Ll i Serra, J., 1993. A Complex dune system in Baix Empordà (Catalonia, Spain). Geological Society, London, Special Publications, 1993; v. 72: 191-199.
- Escarré, A., Seva, E. i Martín, J. 1989. *Estudios sobre el medio y la biocenosis de los arenales Costeros en la provincia de Alicante*. Publicaciones del Instituto Gil Albert. Alicante.
- Franquesa, T. 1995. *El Paisatge vegetal de la península del cap de Creus*. IEC. Barcelona.
- Hesp, P., 2002. Foredunes and Blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- ICC, 2000. *Mapa Geològic de Catalunya* E: 1:25.000, full Llançà, 221-1-2 (79-20). Barcelona.
- Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D. i Riera, V. 2008. Impacts of recreational boating on the marine environment of Cap de Creus (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*. 51: 749-754.
- Marqués, M. A. i Julià, R. 1983. Características geomorfológicas y evolución del medio litoral de La zona de Empuries (Girona). *Series Cadernos do Laboratorio de Laxe y Nova Terra*, vol. 5: 155-165.
- Marqués, M. A. i Julià, R. 1987. St. Pere Pescador beach-dune interaction. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 3: 57-61.
- Pintó, J. i Panareda, J.M. 2007. Changes in coastal dunes of Catalonia in the last 150 years. In: *Internacional Conference on Management and Restoration of Coastal Dunes, ICCD'07*. Libro de ponencias, 165-166.
- Roig-Munar, F. X. i Martín-Prieto, J. A. 2005. Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística. *Investigaciones Geográficas*. Univ. de México, 57: 39-52.
- Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J. A. i Fraga, P., 2007. Descripció del sistema dunar de Cala en Carbó (NW Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 77-85.
- Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J.A., Comas E. i Rodríguez-Perea, A. 2006. Space-Time Analysis (1956-2004) of Human use and management of the Beach-Dune Systems of Menorca (Balearic Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*, Special Issues, 48: 107-111.
- Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Pons, G.X. 2007. Cuantificación del contenido sedimentario de los restos de *Posidonia oceanica* en las playas y foredunes de Menorca. In: Gómez-Pujol, L. i Fornós, J.J. (eds). *Investigaciones Recientes (2005-2007) en geomorfología litoral*. UIB, IMEDEA, SHNB, SEG, Palma, pp 89-93.
- Romero, J. 2002. Els herbassars submarins de la Mediterrània. *L'Atzavara*, 8: 5-8.
- Vigo, J. 1998. Some reflections on geobotany and vegetation mapping. *Acta Bot. Barc.* 45 (Homenatge a Oriol De Bolòs): 535-556. Barcelona.
- Vilar, Ll., Font, J. i Polo, Ll. 1994. Les dunes litorals, un paisatge singular en regresió. *Revista de Girona*, 164: 62-66.



# Presència de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) en aigües de les Illes Balears

Xavier MAS, María del Carmen ESCANDELL i Xavier CANYELLES

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, X., Escandell, M<sup>a</sup> C. i Canyelles, X. 2009. Presència de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) en aigües de les Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 93-97. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es dona a conèixer la presència de *Sardinella maderensis* a les Illes Balears a partir del registre fotogràfic d'un exemplar capturat l'any 2003 i les característiques morfològiques i mètriques d'un altre exemplar capturat el 2009. Les captures s'han produït a la Badia de Palma i això suposa una ampliació en la seva àrea de distribució en el Mediterrani.

**Paraules clau:** *Sardinella maderensis*, clupeids, Illes Balears, Mediterrani Occidental.

PRESENCE OF *SARDINELLA MADERENSIS* (LOWE, 1839) ON THE BALEARIC ISLANDS. Presence of *Sardinella maderensis* is described in Balearic Islands using a photograph register of an specimen captured in 2003 and the morphometric and meristic characters of another specimen captured in 2009. Both specimens have been fished in Palma Bay. These captures expand its distribution area in the Mediterranean.

**Keywords:** *Sardinella maderensis*, clupeids, Balearic Islands, Western Mediterranean.

Xavier MAS i Maria del Carmen ESCANDELL, C. Santa Florentina, 44, 3<sup>o</sup>-2<sup>a</sup>. 07008. Palma. Illes Balears. xaviermasferra@yahoo.es; Xavier Canyelles, Societat d'Història Natural de les Balears. carrer Margarida Xirgú 16 baixos, 07011 Palma de Mallorca.

Recepció del manuscrit: 7-oct-09; revisió acceptada: 26-des-09

## Introducció

Els clupeids formen part de les captures de diverses pesqueres amb una gran importància comercial, però, segons Durán (2007), és sorprenent que els ictiòlegs hagin fet un tractament molt desigual i sovint erroni malgrat la seva importància econòmica.

Les característiques morfològiques més importants que identifiquen els clupeids són la manca de radis espinosos i de línia lateral, la presència d'una sola dorsal anterior a l'anal, amb les pectorals petites i

sense aletes adiposes, amb la boca terminal i una dentició rudimentària amb el cos més o menys allargat i lleugerament comprimit (Mas i Canyelles, 2003).

Segons Mercader *et al.* (2001), a la mar Catalana estan presents l'alatxa (*Sardinella aurita*), la sardina (*Sardina pilchardus sardina*), l'amploia (*Sprattus sprattus phalericus*), la guerxa (*Alosa alosa*) i la saboga (*A. fallax*). El gènere *Alosa* se suposa extingit a les costes balears i l'amploia es troba en perill crític i sense constància de captures en els darrers vint anys (Mayol *et al.*, 2000) provocat per la



**Fig. 1.** *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) capturat a la badia de Palma (Mallorca, Illes Balears) al 2003.

**Fig. 1.** *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) caught off Palma Bay (Mallorca, Balearic Islands) in 2003.

meridionalització del Mediterrani (Riera *et al.*, 1997; Grau i Riera, 2001).

La diferència del gènere *Sardinella* de la resta dels clupeïds és la presència d'una aleta caudal relativament més escotada que la resta de clupeïds i la vora posterior de les obertures branquials externes amb el costat descendent proveïdes d'un parell de protuberàncies que limiten un sinus (Lozano, 1947). Aquest gènere, a la Mediterrània, inclou dues espècies, *S. aurita*, l'alatxa, i *S. maderensis*.

Les característiques més rellevants que permeten diferenciar *S. maderensis* de *S. aurita* són la presència d'una taca negra arrodonida al costat de la part superior de l'obertura branquial i les puntes de la caudal ennegrides.

La distribució de *S. maderensis*, espècie termòfila i pelàgica, comprèn des del sud d'Angola fins a Gibraltar i entra al Mediterrani seguint la costa meridional i arriba fins a Egipte, on és freqüent però no ha estat vista mai a cap localitat de la mar Catalana (Durán, 2007). Tant Whitehead (1984) com Fischer *et al.* (1987) indiquen estableixen com a límit de distribució

d'aquesta espècie a la Mediterrània Occidental els 39° de latitud nord.

### **Captures de *Sardinella maderensis* a les Illes Balears**

El juny de 2003 es va capturar a la Badia de Palma un exemplar que es va classificar com a *Sardinella maderensis* (Fig. 1). Aquest individu no es va poder conservar però un dels autors d'aquest treball va realitzar un ampli registre fotogràfic. Posteriorment, el 18 d'agost de 2009, es va pescar un altre exemplar (Fig. 2), també a la Badia de Palma (en front de la platja de Can Pere Antoni, a una fondària de 6 m, Fig. 3) i de la mateixa forma, mitjançant una fluixa de superfície.

Els dos exemplars presentaven un dors blavós i els costats platejats amb una banda daurada longitudinal des de la part superior de l'obertura branquial fins a la base de l'aleta caudal, amb la dorsal de color gris verdós, la caudal grisosa i la resta d'aletes blanques. La classificació es va fer amb a la informació aportada per diversos autors



**Fig. 2.** *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) capturat a la badia de Palma (Mallorca, Illes Balears) al 2009.

**Fig. 2.** *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) caught off Palma Bay (Mallorca, Balearic Islands) in 2009.

(Lozano, 1947; Durán, 2007; Whitehead, 1985). Els exemplars compleixen les característiques pròpies de *S. maderensis*, que són: a) la porció visible del glossohial és molt estreta i forma al llarg del centre de la llengua una aresta finament dentada, b) l'altura màxima del cos és continguda 4 vegades o menys en la longitud precaudal, c) presenta una taca negra arrodonida, a l'origen del tronc, al costat de la part superior de l'obertura branquial i una altra a la base dels primers radis de l'aleta dorsal i amb les puntes de la caudal ennegrides, d) al llarg dels costats hi ha una banda daurada pareguda a la que presenta *S. aurita*, però menys pronunciada, i altres encara menys aparents, a les files longitudinals d'escames contigües, e) l'aleta caudal està profundament escotada, de forma que la longitud del costat intern del seu lòbul dorsal és continguda menys de 5 vegades en la longitud precaudal, f) les aletes ventrals tenen 8 radis (un de senzill i set de ramificats). Només es tenen les dades de les característiques morfològiques i merístiques

del segon exemplar (Taula 1), que va pesar 89 g amb una longitud total de 20,9 cm i que es troba conservat en alcohol (70°) a la col·lecció del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears (MNIB-SHNB) amb el número MNIB 0092.



**Fig. 3.** Localització de la captures de *Sardinella maderensis*.

**Fig. 3.** Capture site of *Sardinella maderensis*.

Caràcters morfomètrics	mm
Longitud total	209
Longitud total horquilla	172
Longitud estàndard	164
Longitud cefàlica	37
Longitud predorsal	71
Longitud preanal	122
Longitud postanal	79
Longitud prepèlvica	79
Alçada màxima	48
Alçada prepèlvica	47
Alçada preanal	35
Diàmetre ocular	10
Amplada preorbital	9
Amplària interorbital	9
Longitud maxilar superior	17
Longitud maxilar inferior	18
Amplària	20
Amplària boca	6
Longitud aleta pectoral	31
Longitud aleta pèlvica	16
Alçada peduncle caudal	14
Caràcters merístics	Nombre de radis
Radis dorsal	18
Radis anal	7
Radis ventral	8
Radis caudal	16

**Taula 1.** Caràcters morfomètrics i merístics del segon exemplar capturat de *Sardinella maderensis* a la Badia de Palma (Mallorca, Illes Balears).

**Table 1.** Morphometric characters (measures in mm) and meristic characters (number) of the second *Sardinella maderensis* specimen captured in Palma Bay (Mallorca, Balearic Islands).

## Discussió

En les darreres dècades, diverses espècies típiques de l'Atlàntic de caràcter termòfil han augmentat la seva presència en el Mediterrani a causa de modificacions hidroclimàtiques (Quignard i Tomasini, 2000), de manera que es registra una clara expansió cap al nord de diferents espècies termòfiles (Francour *et al.*, 1994; Astraldi

*et al.*, 1995; Dulcic *et al.*, 1999) i a la vegada una desaparició o un retrocés d'espècies d'afinitat boreal (Riera *et al.*, 1997). Aquest procés de meridionalització està relacionat amb l'escalfament que s'ha observat a diversos indrets de les aigües de la Mediterrània (Berthoux *et al.*, 1990; Pascual *et al.*, 1995; Fernández de Puellas *et al.*, 2003).

La presència de *Sardinella maderensis* a les Illes Balears i al Golf de València (Sanz-Brau i Mezquita, 2009) es deu al procés de meridionalització que sofreix el Mediterrani, ja que es tracta d'una espècie atlàntico-mediterrània de caràcter termòfil present en zones amb aigües d'una temperatures superiors als 24° C (Fischer *et al.*, 1987).

En conclusió, es pot afirmar que els individus descrits pertanyen a l'espècie *Sardinella maderensis* i conseqüentment es confirma la presència d'una nova espècie en aigües de les Illes Balears ampliant cap al nord la seva àrea de distribució dins la Mediterrània occidental.

## Agraïments

Els autors volen agrair a Toni Font, que pescà el 1r exemplar i deixà que se'l fotografiés, i a Miquel Mas i a Marcos Tudurí per proporcionar el 2n exemplar i els detalls sobre la seva captura.

## Bibliografia

- Astraldi, M., Bianchi, C.N., Gasparini, C.P. i Morri, C. 1995. Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). *Oceanologica Acta*, 18(2): 139-149.
- Berthoux, J. P., Gentili, B., Raunet, J. i Tailliez, D. 1990. Warming trend in the western

- Mediterranean deep water. *Nature*, 347: 660-662.
- Dulčić, J., Grbec, B. i Lipej, L. 1999. Information on Adriatic ichthyofauna –effect of water warming? *Acta Adriatica*, 40(2): 33-43.
- Durán, M. 2007. *Àgnats, Condrictis, Osteïctis (Ia part). Noms i descripcions dels peixos de la mar catalana. Tom I.* Editorial Moll. Mallorca. 464 pp.
- Fischer W., Bauchot, M.L. i Schenider M. 1987. *Fishes FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Méditerranée et Mer Noire.* Vol. II. Vertébrés: 761-1530. Roma: FAO.
- Fernández de Puellas, M.L., Pinot, J. M. i Valencia, J. 2003. Seasonal and interannual variability of zooplankton community in waters off Mallorca islands (Balearic Sea, Western Mediterranean):1994-1999. *Oceanol. Acta*, 26: 673-686.
- Francour, P., Boudouresque, C.F., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M.C. i Quignard, J.P. 1994. Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 28 (9): 523-526.
- Froese, R. i Pauly, D. (eds.) 2003. FishBase. World wide Web Electronic Publicació disponible a: <http://www.fishbase.org>
- Grau, A. M. i Riera, F. 2001. Observacions faunístiques i demogràfiques a la ictiofauna de les Illes Balears: un fenomen de meridionalització. In: Pons, G. X. i Guíjarro, J. A. (eds.): *El canvi climàtic: passat, present i futur. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 9: 53-67.
- Larrañeta, M. G. i López, J. 1956. Sobre los métodos de medición en la sardina. *Inv. Pesq.* Tomo IV. 97-108.
- Lozano Rey, L. 1947. Peces Ganoideos y Fisóstomos. *Mem. Real Acad. Cienc. Exactas Fís. Nat. Madrid, Ser. Cienc. Nat.* 11: 1-839.
- Mas, X. i Canyelles, X. 2003. *Peixos de les Illes Balears.* Manuals d'introducció a la Naturalesa, 13. Editorial Moll. Palma.
- Mayol, J., A. Grau, F. Riera i J. Oliver. 2000. *Llista vermella dels peixos de les Balears.* Conselleria de Medi Ambient-Conselleria d'Agricultura i Pesca. Palma de Mallorca. 126 pp.
- Mercader, L., Lloris, D. i Rucabado, J. 2001. *Tots els peixos del mar català. Diagnòsis i claus d'identificació.* Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Pascual, M. J., Salat, J. i Palau, M. 1995. Evolución de la temperatura del mar entre 1973 y 1994 cerca de la costa catalana. *Actes du colloque Scientifique "La Méditerranée: Variabilité climatiques, environnement et biodiversité"*, Montpellier, 5-7 abril 1995: 23-28.
- Quignard, J. P. i Raibaut, A. 1993. Ichthyofaune de la côte languedocienne (Golfe du Lion). Modifications faunistiques et démographiques. *Vie et Milieu*, 43: 191-195.
- Riera, F., Grau, A.M., Pastor, E. i Pou, S. 1995. Faunistic and demographical observations in Balearic ichthyofauna. Meridionalization or subtropicalization phenomena. *Actes du colloque Scientifique "La Méditerranée: Variabilité climatiques, environnement et biodiversité"*, Montpellier, 5-7 abril 1995: 213-220.
- Sanz-Brau, A. i Mezquita, F. 2009. On the presence of the Madeiran *Sardinella maderensis* (Clupeidae) in the Gulf of Valencia (Western Mediterranean). *Cybium*, 33 (3): 251-252.
- Whitehead, P.J.P. 1984. Clupeidae. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M. L., Hureau J. C., Nielsen J. i Tortonese E. (eds.). *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean*: 268-281. Paris: UNESCO.
- Whitehead, P.J.P. 1985. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeioidi). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fish. Synop.* 125(7/1):1-303.





# Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental)

Bernat MOREY i Guillem MAS

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Morey, B. i Mas, G. 2009. Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 99-122. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'estudien els afloraments neògens de Santa Eugènia situats entre les conques sedimentàries de Palma i d'Inca (Mallorca). Es realitza una revisió estratigràfica de la zona i s'aporten noves dades sedimentàries i estructurals. Es descriuen afloraments messinians, pliocens i quaternaris alguns inèdits i a una altura superior als coetanis de la resta de Mallorca. La sedimentació, condicionada per la tectònica local (falla de Sta. Eugènia – Sencelles), és majoritàriament litoral i de colmatació de conca. Es reforça un model de sedimentació regional que inclou: a) un ambient finimiocè restringit seguit d'un breu episodi salobre – lacunar, b) un Pliocè inicial amb restabliment de condicions marines més obertes, c) un Pliocè mitjà més temperat amb sedimentació litoral i platges, i d) sistemes dunars i paleosòls finipliocens i quaternaris. Es constata una diferenciació entre la sedimentació del Pliocè mitjà – superior de la conca d'Inca i la de Palma i l'existència d'activitat tectònica durant el Pliocè i el Quaternari.

**Paraules clau:** *Neogen, estratigrafia, neotectònica, estructura, ambient sedimentari, Mallorca, Mediterrània occidental.*

PRELIMINARY APPROACH TO THE NEOGENE FROM SANTA EUGENIA (MALLORCA, BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). The aim of this paper is a study of Neogene outcrops in Sta. Eugènia zone located between Inca and Palma basins (Mallorca island, Western Mediterranean). This work planned stratigraphy zone and adduced new sedimentary and structural data. Inedited Messinian, Pliocene and Quaternary deposits are described as higher than contemporary Mallorca outcrops. The deposition on the palaeobasin show tectonically influence (Sta. Eugènia-Sencelles fault). They are mainly littoral and they are a terrestrial rangeland contribution. The study confirm the regional sedimentary pattern constituted from: a) brackish Miocene with lagoon episode, b) restitute marine conditions in early Pliocene, c) littoral deposition and temperate beach in middle Pliocene, and d) aeolian systems and palaeo-soils in low Pliocene and Quaternary. Differences between Palma and Inca palaeobasins sedimentation and existence of tectonically activity in Pliocene and Quaternary are observed.

**Keywords:** *Neogene, Stratigraphy, Neotectonics, Structure, Sedimentologic environments, Mallorca, Western Mediterranean.*

Bernat MOREY, Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarida Xirgu, 16 baixos. 07012 Palma. E-mail: bernatmoreycolomar@yahoo.com; Guillem MAS, Museu Balear de Ciències Naturals, Apartat de Correus n° 55, 07100 Sóller (Mallorca), Illes Balears, Espanya. E-mail: masgornals@gmail.com

Recepció del manuscrit: 13-jul-09; revisió acceptada: 26-oct-09

## Introducció

La contrada de Sta. Eugènia es situa a l'interior de l'illa de Mallorca, entre les conques de Palma i d'Inca (Fig. 1). L'àrea objecte d'aquest estudi és una àrea quadrangular delimitada al NW pel puig de Son Seguí (320 m), al SW pel barranc de sa Talaia (destacament militar de Pontiró), al NNE per ses Alqueries i camí des Terrer Blanc, i al SE per ses Planes d'Aireflor. L'àrea s'inclou en part al full 698(38-27) Palma i en part al full 699(39-27) Porreres, del MAGNA (ITGE, 1991).

La zona inclou com a principals localitats, els nuclis urbans de Sta. Eugènia, ses Coves, ses Olleries i ses Alqueries; així com els relleus i accidents formats per l'antiforme de Sta. Eugènia (puig de Son Seguí – puig de Sta. Eugènia – es Puget), part de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles (Sa Cova Monja – ses planes d'Aireflor) i els barrancs de sa Talaia i Pontiró.

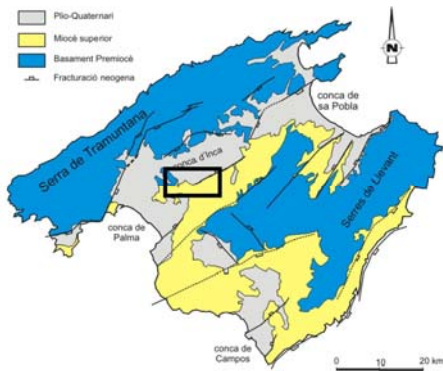
Si bé la zona permet la comparació d'afloraments finimiocens i també pliocens

amb altres d'equivalents propers situats a distintes altures i en els relleus principals, fins ara cap d'ells no han estat estudiats detingudament.

En aquest estudi es pretén una revisió i descripció de les unitats estratigràfiques aflorants. L'estudi d'afloraments (finimiocens, pliocens i quaternaris) rellevants i inèdits localitzats i l'aportació de dades estratigràfiques i estructurals que ajudin a enquadrar millor la zona dins del context postorogènic illenc així com a iniciar la seva caracterització orientada a la revisió i actualització del mapa geològic.

## Marc geològic

L'illa de Mallorca forma part del promontori Balear, considerat la prolongació cap al NE de les serralades Bètiques (Fallot, 1922). L'illa, estructuralment, és una combinació de *horsts* i *grabens* o *semigrabens* allargats en direcció NE-SW i desenvolupats en un context distensiu W-SE actiu des del Miocè mitjà-superior i fins a l'actualitat (Pomar, 1979; Gelabert, 1997; Sabat, 1988) (Fig. 1). Els *horsts* constitueixen les elevacions principals de l'illa mentre els *grabens* corresponen a les conques reblides de materials terciaris i quaternaris post tectònics. Després del plegament alpi, a partir del Serraval·lià (Miocè mitjà) s'inicia una fase distensiva i un joc de falles comença a actuar en els materials dipositats a les cubetes centrals (Colom, 1967; Alvaro *et al.*, 1984; Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994) i en l'estructura escullosa torto-messiniana establida vora les terres emergides (Pomar, 1979; Alvaro *et al.*, 1984). Finalment, després de la important crisi messiniana, la mar pliocena inunda les



**Fig. 1.** Esquema geològic de l'illa de Mallorca i localització (rectangle negreta) de la zona estudiada.

**Fig. 1.** Tectonic map of Mallorca Island and location of study zone.

conques retirant-se progressivament a finals del Pliocè i principis del Quaternari.

Les actuals conques de Palma, Inca i sa Pobla formen el solc sedimentari neogen – quaternari més important de Mallorca (Silva *et al.*, 1998; 2005). Aquestes es situen en paral·lel a la Serra de Tramuntana en direcció NE-SW i responen a *semigrabens* limitats al SE per les falles neògenes de Sta. Eugènia – Sencelles i Sineu – Algaida (Del Olmo i Álvaro, 1984; Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994; Silva *et al.*, 1998; 2001; 2005). Els anticlinals de Marratxí i Sta. Eugènia (NW-SE) separen la conca d’Inca de la de Palma. Aquestes elevacions citades com a estructures compressives anòmales plio-quaternàries rompen o són incoherents amb la tectònica distensiva predominant a l’illa des de finals del Miocè (ITGE, 1991; Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994; Grimalt i Rodríguez-Perea, 1994) i han estat relacionades amb els jocs de falles existents (Benedicto 1994; Silva *et al.*, 1998; 2001; 2005).

## Metodologia

L’estudi s’ha dut a terme a partir de la revisió exhaustiva de la bibliografia geològica publicada de la zona, del treball de camp d’estudi acurat del terreny i l’observació – comparació de les distintes mostres de roques i restes fòssils recollides. Per a la identificació de les unitats s’han fet servir els treballs de Pomar *et al.* (1983); Fornós (1982); Fornós i Pomar (1983); Alvaro *et al.* (1984), Simó i Ramón (1986) i ITGE (1991); així com l’anàlisi micropaleontològica de mostres recollides en distints punts (bàsicament en la determinació del Messinià i dels distints

nivells intrapliocens), comparades amb els resultats de Colom (1980) i Mateu (1982).

S’han consultat les col·leccions Bauzà i Colom del Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (algunes recollides la zona d’estudi) i de la col·lecció particular Martorell (formada quasi íntegrament per mostres recollides a la zona objecte d’estudi i actualment en procés de revisió).

Els terrenys que componen les elevacions es comparen amb els equivalents de les planes adjacents i resta de l’illa. També s’han comparat les dades de superfície amb els sondeigs publicats per Oliveros *et al.* (1968), Colom (1980), Mateu (1982) i Benedicto (1994).

La mesura i determinació d’altures i coordenades UTM (Taula 1) s’ha realitzat mitjançant un receptor – navegador GPS *Garmin eTrex Summit HC*, proveït del programa de cartografia topogràfica digital *Topo España V.3.0*, basat en la cartografia digital BCN 1:25.000 i en el model digital d’elevacions MDT25 (Datum Eur. 1950).

El material geològic i paleontològic estudiat passarà a formar part dels fons del Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller.

## Antecedents

Bouvy (1851; 1853) i Pujó (1851) documenten un intens terratrèmol ocorregut a Mallorca al 1851, situant l’epicentre entre les poblacions de Marratxí i Sta. Eugènia, vers 11 km al NE de Palma. Aquesta zona coincideix amb el límit meridional de l’antiforme de Sta. Eugènia (Silva *et al.*, 2001).

Hermite (1879) en referència als terrenys terciaris (miocè mitjà) dels voltants

Loc.	Denominació	Descripció	Coordenades UTM	Altura	Unitats	Bibliografia	Fig.
1	Sa Farola	Vértex geodèsic. Cota màxima	31s 484220-4385699	320 m	T	Inèdit	-
1b	Ermida de la Pau	Cova / Explanada	31s 484143-4385902	300 m	T	Inèdit	6a
2	Son Sineu	Comellar	31s 485270-4386043	207 m	T	Inèdit	6.c.f.
3	Son Tano	Vessant puig Son Seguí	31s 485218-4385647	273 m	T	Inèdit	7
3b	Cova d'en Pelleringo	Cova	31s 485619-4385243	220 m	T	Inèdit	7
4	Son Palou – es Rafal	Comellar	31s 485640-4385797	200 m	T / P(i,m,s)	Hermite (1879), Benedicto (1994)	7
5	Ses Coves	Nucli urbà / Comellar	31s 484955-4386707	161 m	P(i,m,s)	Fallot (1922), Colom (1975)	-
5b	Comellar Abatzers	Comellar	31s 484700-4386640	171 m	T / P(i,m)	Fallot (1922), Colom (1975)	-
6a	Pinar des Senyor	Vessant puig Sta. Eugènia	31s 484996-4386500	138 m	T / P(s,r)	Inèdit	-
6b	Es Monument	Cingle puig Sta. Eugènia	31s 485494-4386111	245 m	P(m,s)	Hermite (1879)	7
7	Coves de Lourdes / d'en Pala	Coves artificials	31s 485864-4385827	207 m	P(s,b)	Inèdit	7
8	Sa Creueta	Tall escombres casa	31s 486084-4385999	156 m	P(s,r,b)	Inèdit	3
9a	Es Puget	Promontori / nucli urbà	31s 486678-4386310	149 m	P(s,r,b)	Hermite (1879)	-
9b	Can Nadal	Salt falla	31s 486721-4386283	142 m	P(s,r,b)	Inèdit	-
9c	Cova des Negret	Enclotxa natural	31s 486740-4386362	120 m	P(s,r,b) / Q	Inèdit	-
9d	Via del tren	Tall desmunt camí	31s 486837-4386324	121 m	P(s,b)	Inèdit	-
10	Cementiri	Desmunt nau municipal	31s 486907-4386258	120 m	P(s,b)	Inèdit	-
11	Son Vent	Escarpament de falla	31s 487118-4386454	118 m	P(s)	Silva <i>et al.</i> (2001, 2005)	-
12	Ses Alqueries	Tall desmunt camí	31s 486693-4387274	120 m	Q	Benedicto (1994)	-
13	Ses Planes d'Aireflor	Terrenys de cultiu	31s 488330-4386490	121 m	T / P(s) / Q	Inèdit	-
14	Cova Monja	Cova	31s 487682-4386939	120 m	P(m,s,r,b)	Inèdit	-
14b	Son Sant Joan	Tall desmunt camí	31s 487946-4386894	123 m	P(m,s)	Silva <i>et al.</i> (2001)	-
15	Cami Terrer blanc	Tall desmunt camí	31s 488812-4387557	112 m	T / P(i,m,s)	Silva <i>et al.</i> (2001)	-
16a	Cas General 1	Cova natural	31s 486865-4383102	111 m	T	Inèdit	6.d
16b	Cas General 2	Tall espadat torrent	31s 486834-4383142	116 m	T / P(m,s)	Inèdit	4, 6.c
16c	Cova llarga Son Matxina	Cova artificial	31s 487294-4383123	120 m	P(s)	Inèdit	7
17	Pou Nou	Terrenys de cultiu	31s 486620-4385607	124 m	Q	Inèdit	-
18	Sa Cova	Pedres mares	31s 484359-4383666	119 m	P(s) / Q	Rosselló (1998); Mas ( <i>in litt.</i> )	-
19	Destacament militar Pontiró	Espadat barranc	31s 484306-4383017	109 m	P(m,s)	Mas ( <i>in litt.</i> )	-
20	Pontiró	Urbanització / barranc	31s 482507-4385705	142 m	P(s) / Q	Rosselló (1998)	-
21	Vessant W puig Son Seguí	Vessant puig Son Seguí	31s 483664-4385455	253 m	T / P(s)	Inèdit	-
22	Son Seguí	Cases possessió	31s 483536-4387118	131 m	P(s) / Q	Inèdit	-

**Taula 1.** Localitats i altures corresponents als afloraments estudiats. Unitats: T. Complex Carbonàtic Terminal miocè; P. Pliocè (i. inferior, m. mitjà, s. superior, b. bretxificació, r. nivells restringits); Q. Quaternari. Vegeu ubicacions a la fig. 2.

**Table 1.** Locations studied in the present work and highness. T. Miocene Terminal Carbonate Complex; P. Pliocene (i. lower, m. middle, s. upper, b. tectonic breccias, r. brackish; Q. Quaternary. See locations in fig. 2.

de Sta. Eugènia, cita una abundant presència d'ostres fòssils dins els estrats formats per calcàries margoses blanquinoses que afloren al centre del poble i al pla situat sota els molins des Puget. Segons observa, aquestes capes es troben recobertes per calcàries granulades grises i grogues consolidades i localment bretxificades. Aquestes es presenten poc fossilíferes dins del poble, mentre que al promontori situat al W del poble presenten força fòssils, encara que amb poca diversitat d'espècies i amb domini dels pectínids. Finalment considera els puigs que s'estenen entre Sta. Eugènia i Sant Marçal formats per materials miocens.

Fallot (1922) observa que els dipòsits que atribueix al Miocè, disposats de forma horitzontal prop de Sant Marçal (Marratxí), s'inclinen 30° NE a la zona de ses Coves

(Sta. Eugènia). En una figura representa el tall que forma en direcció SSW-NNE el comellar existent entre el puig de Son Seguí i el llogaret de ses Coves, on hi identifica un conjunt de 8 unitats que atribueix totes al Miocè (Helvecià), citant la presència de pectínids, *Amusium*, *Ostrea* i equínids (*Clypeaster*). També atribueix al Miocè, el conjunt de crestes que s'estenen des del puig de Son Seguí fins a sa Cabaneta, que descriu textualment com a constituïts per calcàries vacuolars dures amb estratificació indistinta.

Bauzá (1950, 1951) cita la presència d'*Amusium* i pectínids que atribueix al Miocè (Aquitanià – Helvecià) de Sta. Eugènia.

Colom (1967) correlaciona les molasses miocèniques (Helvecià) de la zona d'Inca amb els afloraments de Santa Eugènia,

indicant que aquests darrers es troben fallats, escalonats i inclinats, enfonsant-se en direcció cap a la conca d'Inca. Colom (1967) considera helvecians els materials que formen el puig de Sta. Eugènia i demés que el segueixen en direcció W, tot en base a un complex de falles normals escalonades relacionades amb una fase de distensió post-burdigaliana i enfonsaments posteriors al Tortonià. Considera particularment interessant, l'estudi del puig de Sta. Eugènia (246 m) separat del puig de Son Seguí (320 m) per un estret comellar que suposa format per una falla que separa clarament els dos promontoris calcaris esmentats, indicant que aquesta ruptura queda ben palesa sobre el propi relleu en el mapa topogràfic. Considera, aquesta separació entre promontoris, com la falla més important de tot el bloc helvecià, que capbussa en direcció E.

Colom (1975) reproduïx el resultat del seu estudi anterior (Colom, 1967) substituint el terme helvecià pel de tortonià, incloent-hi els afloraments anteriorment descrits com a helvecians; també reproduïx el tall de Fallot (1922) ubicant-lo de forma confusa prop de Sant Marçal (Marratxí), seguint atribuint tots aquests materials *molàsics* com a Miocens (Tortonià), sense distingir l'estructura plio-quadernària dels puigs estudiats.

En els anys vuitanta s'incrementen els estudis estratigràfics i sedimentològics sobre el Terciari de Mallorca (Barón i González, 1983; Pomar *et al.*, 1983; Fornós i Pomar, 1983; Álvaro *et al.*, 1984; Simó i Ramón, 1986). S'identifiquen i defineixen diverses unitats i/o formacions neògenes i models deposicionals que afecten a la zona estudiada. Pomar *et al.* (1983) descriuen la falla normal amb capbussament cap al NW de Sta. Eugènia – Costitx com l'accident tectònic més important de la cubeta d'Inca. Barón i González (1983) indiquen que les

fàcies del Complex Terminal miocè sofreixen modificacions a la zona de Sencelles i sa Pobla, amb tendència a fer-se més margoses, amb abundants cerítids, petits ostrèids, i ostràcodes a la base. Finalitzant amb unes margues blanques quasi estèrils llevat d'ostràcodes i grans ambarins. Fornós (1983) proporciona un tall estratigràfic prop del cementiri de Sencelles, on identifica el Miocè Terminal amb nivells estromatolítics. Álvaro *et al.* (1984) identifiquen un conjunt de falles neògenes que controlarien la sedimentació post tectònica a l'illa entre elles la falla Sta. Eugènia – Sencelles.

L'ITGE (1991) en el mapa geològic escala 1:50.000 descriu l'existència d'accidents NO-SE transversals al sistema directiu fonamental de conca (flexió i falles normals) NE-SO, relacionats amb les direccions estructurals aberrants NO-SE que mostren els materials estructurals de la zona de Marratxí – Sta. Maria del Camí. Aquests accidents transversals ja tingueren significació paleogeogràfica durant el Pliocè superior, ja que els materials pliocens apareixen deformats posant de manifest la persistència de la mobilitat de possibles fractures del sòcol amb força continuïtat temporal. L'antiforme de Sta. Eugènia es considerat com un llindar que separa les depressions d'Inca i Palma, condicionat per falles profundes que deformen els materials calcaris neògens, presentant un modelat estructural de costes i *hog-backs*, amb barrancs profunds i cons de dejecció a la perifèria. El Pliocè de Sta. Eugènia presenta capbussament vers la depressió d'Inca. Citen afloraments del Serraval·lià al puig de Son Seguí (vessant SE fins al cim) i al nucli urbà de Sencelles.

Benedicto *et al.* (1993) i Benedicto (1994) estudien la geologia de la cubeta d'Inca a partir de la cartografia geològica disponible, de l'estudi de més de 50

sondeigs (3 d'ells situats dins la zona de Sta. Eugènia) i interpretació de perfils sísmics de reflexió i dades gravimètriques. En referència concreta als afloraments de Sta. Eugènia, citen els treballs anteriors de Colom (1967; 1975). La falla normal de Sta. Eugènia – Sencelles constitueix el límit sud-oriental de la cubeta d'Inca, activa ja des del Serraval·lià, edat de diferenciació de la conca i dels primers sediments dipositats. La zona es rebleix en les successives transgressions tortonianes i pliocenes mostrant una clara subsidència i condicionament tectònic en aquestes edats. Aquesta falla posa en contacte els sediments detrítics quaternaris del centre de la cubeta amb els materials del Miocè superior i Pliocè que constitueixen al seu llinar sud. També es cita una forta anomalia residual negativa (de fins a -13 mgal) a les proximitats (NNW) de la localitat de Sta. Eugènia, que s'interpreta com el punt de màxima espessor de sedimentació de la cubeta (1500 m) controlat pel joc de la falla (750 m de salt). A partir del Quaternari, la reactivació de les falles centrals de la cubeta provoquen el desplaçament del depocentre vers el NW. En relació a l'estratigrafia de la zona ara estudiada, es descriuen específicament:

Dins el Complex Terminal (Calcàries de Santanyí) citen calcàries molt diagenitzades amb porositat de gran mida (Calcàries Pont d'Inca de García-Yagüe i Muntaner, 1968) al puig de Son Seguí i calcàries amb estromatòlits a Sencelles.

Unitat de Calcisiltites de Son Mir (Barón i Pomar, 1978) que afloren al puig de Son Seguí, al SW de Sta. Eugènia.

Unitat de Calcarenites de Sant Jordi (Pomar *et al.*, 1983) que afloren als voltants del puig de Son Seguí, ja sigui en forma de trànsit gradual (les calcisiltites passen gradualment a calcarenites i lumaquel·les) o sobrepasant de forma expansiva les unitats

inferiors. Al SW d'aquest puig graden a sostre a dipòsits litorals i eolianites.

Al NW de Sta. Eugènia es poden observar nivells de conglomerats, corresponents a la Unitat de Llims Rojos de Palma (Pomar *et al.*, 1983), suaument basculats (6°) en direcció N vers la cubeta d'Inca.

Grimalt i Rodríguez-Perea (1994) citen les elevacions i torrents de la zona, suggerint l'existència, en base a evidències geomòrfiques, d'una activitat tectònica postorogènica.

Rosselló (1998) estudia els barrancs encaixats de Pontiró i de sa Talaia, situats al S-SE del puig de Son Seguí, i en fa una descripció detallada com una xarxa hidrogràfica relictada. Comenta el seu condicionament estructural, que considera desenvolupat sobre el rocam calcari finimiocènic, i cita evidents moviments d'alçament o basculament de la zona. En relació a les característiques morfogenètiques dels torrents encaixats a la zona, fa referència a que el bloc alçat i fallat del puig de Son Seguí justifica els forts gradients encara que sense encaixaments vigorosos. També cita eolianites pliocèniques i paleosòls rojos que formen dunes sobre el planell situat entre aquests barrancs i el puig.

Gelabert (1998) proporciona un tall geològic, basat en un perfil sísmic (GESA 10) que travessa la zona W de la zona estudiada, citant la falla de Sencelles com una falla normal de tipus lítric, també observable en superfície.

Els estudis de Silva *et al.* (1998; 2001; 2005) s'han centrat en l'antiforme de Marratxí i la falla de Sta. Eugènia – Sencelles. Silva *et al.* (1998) indiquen que els antiformes de Marratxí i de Sta. Eugènia, formats per dues estructures en relleu de direcció NW-NE, constitueixen l'actual llinar que separa la conca d'Inca

de la badia de Palma. Silva *et al.* (2001) associen el terratrèmol documentat per Bouvy (1851; 1853) i Pujó (1951) amb la falla de Sencelles i indiquen que aquesta falla experimenta un canvi considerable cap al W de Sta. Eugènia. Evidenciat per dades gravitacionals i sísmiques (Benedicto *et al.*, 1993 i Benedicto, 1994) la zona de falla es bifurca, flanquejant les dues parts de l'antiforme de Sta. Eugènia. Segons aquests autors, els materials amb guixos del Serraval-lià (Fm. Margues de Pina) ocupen, i probablement penetren, el nucli d'aquest antiforme i estiguin relacionats amb algun tipus de tectònica salina (diapir) limitada o assistida. Els dipòsits del Neogen superior (Tortonjà – Pliocè) capbussen formant relleus tipus “cuesta”, que són tallats per les branques N i S de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles. La branca S, es desvia cap a Palma, seguint una orientació NE-SW similar a la falla principal; mentre que la branca N adopta una orientació principal NW-SE (Benedicto *et al.*, 1993) enllaçant amb l'antiforme de Marratxí. Vàries anomalies geomòrfiques, com desviaments de drenatges, cons de dejecció i torrents tallats es localitzen en aquesta direcció, indicant l'ocurrència d'esllavissaments durant el Quaternari recent. També citen l'existència de pous d'aigua rica en sulfurs i deformació sinsedimentària d'estrats calcarenítics, coincidint amb l'escarpament de falla del sector de Sta. Eugènia.

Silva *et al.* (2005) indiquen que els antiformes de Marratxí i Sta. Eugènia es troben envoltats per dipòsits calcarenítics plioleptocens d'origen litoral i eòlic (ITGE, 1991; Silva *et al.*, 1998). També indiquen que l'adscripció genèrica d'aquestes calcarenites a una mateixa i única formació estratigràfica genèrica (Fm. de Sant Jordi), ha fet que alguns estudis (Benedicto *et al.*, 1993, 1994; Grimalt i Rodríguez-Perea, 1994) consideressin

aquests estructures antiformes com a vertaders anticlinals.

Giménez i Gelabert (2002) i Giménez (2003) indiquen que l'anticlinal de Marratxí i el plegament dels materials del Miocè superior i Pliocè al llarg de la falla de Sencelles, constitueixen evidències geològiques de que el règim d'esforços de deformació va canviar a partir del Pliocè, passant d'un règim clarament distensiu a un règim de falles de direcció.

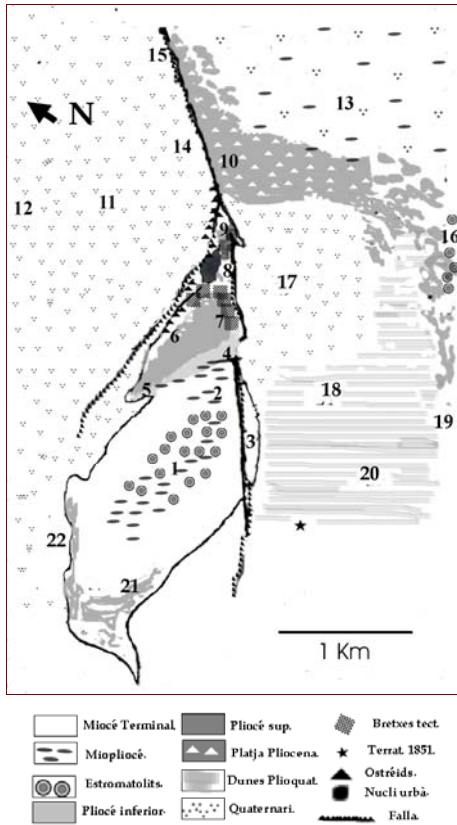
Morey (2008; 2009) avança algunes dades del present estudi, aportant informacions sobre la geologia de la zona en ambdós treballs de caire divulgatiu.

Mas (in litt.) estudia la ictiofauna del Pliocè del barranc de sa Talaia, a la vegada que proporciona dades estructurals i realitza una aproximació als ambients sedimentaris que indiquen l'existència d'un ambient de plataforma litoral, desenvolupat sota un clima de caire temperat durant el Pliocè mitjà-superior.

## Descripció d'afloraments i talls

L'antiforme de Santa Eugènia, els escarpaments de falla, les planes, els barrancs i els comellars adjacents proporcionen afloraments i talls on es poden seguir amb detall i continuïtat lateral molts de terrenys i/o materials, a vegades sols descrits a la resta de l'illa en base a sondeigs. S'han estudiat un total de 22 afloraments (taula 1, Fig. 2), la majoria inèdits. S'han seleccionat les 7 localitats que s'han considerat més significatives per a l'observació de les relacions entre les distintes unitats estratigràfiques:

**Son Sineu – Puig de Son Seguí.**- El camí de pujada al puig de Son Seguí per Son Sineu proporciona un perfil bastant complet del puig. Tot es troba afectat i deformat per



**Fig. 2.** Mapa de la zona d'estudi amb les principals estructures, distribució d'unitats estratigràfiques i localització d'afloraments estudiats (Per a denominacions i descripció a vegeu taula 1).

**Fig. 2.** Map showing location of main sites, stratigraphical units and structures (Names and descriptions in table 1).

acció de la tectònica local, formant i seguint els estrats la forma del puig. Es tracta d'un conjunt Miocè terminal que de base a sostre presenta:

a) Calcàries oolítiques, calcàries margoses bretxificades i microconglomerats. Contenen rars motlles de

gasteròpodes i tubs. Presenten superfícies de carstificació internes (4 – 5 m).

b) Margues blanques bretxificades que lateralment passen a calcàries. Presenten doms d'estromatòlits (Fig. 3f) i *ripples* de corrent que afecten a nivells de lumaquelles de tubs, cardítids, litòfags i gasteròpodes (10 – 20 m). Al vessant de Son Tano aquest nivell presenta una forta diagenització. A la part superior del puig, prop de l'ermita de la Pau, les superfícies i doms estromatolítics presenten evidents esquerdes de dessecació subaèria (Fig. 3a). Localment apareixen conglomerats tasconats (Fig. 3e), amb còdols aplanats de dimensions decimètriques i centimètriques, poc cimentats i matriu pulverulenta. Són azoics i mostren una bona classificació (0,5 – 1,2 m).

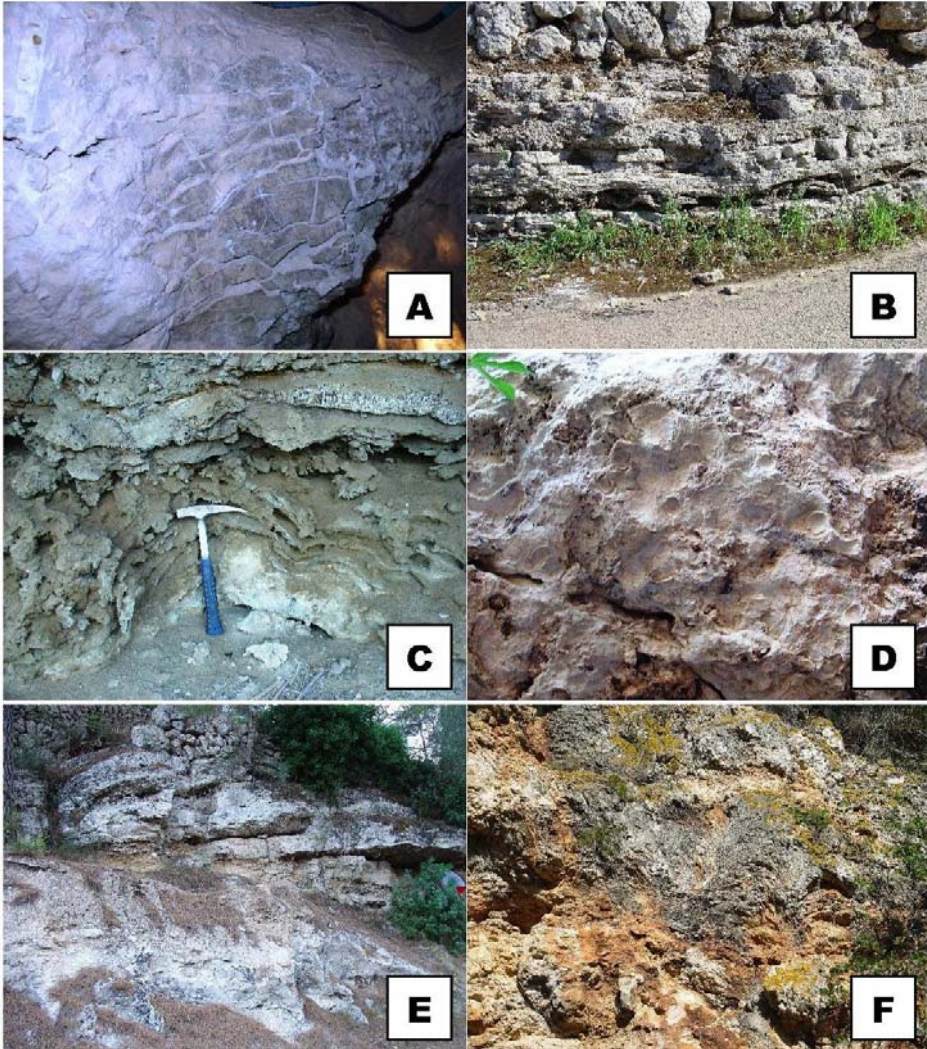
c) Calcàries oolítiques fortament cimentades (1,5 – 3 m). Biocalcarenites i calcàries margoses amb lamel-libranquis, gasteròpodes i vermètids (*trottoirs*) de significació marina litoral (1 – 1,5 m).

d) Lutites de caràcter restringit – lacustre amb restes de petits vertebrats indeterminats, tiges i oogonis de caràcies (*Chara*), motlles d'hidròbids (Fig. 4b), cerítids i petits cardítids, ostràcodes (*Cyprideis*) i foraminífers bentònics (*Elphidium*, *Ammonia*) (15 – 50 cm).

**Ca'n Palou – Comellar des Rafal.**- Al vessant W del puig de Sta. Eugènia (Fíg. 2) es pot observar la sèrie pliocena (a partir del nivell c) gairebé completa que es diposita sobre els trams final de la sèrie miocena (nivells a, b). De forma gradual de base (Can Palou) a sostre (es Monument) es poden observar:

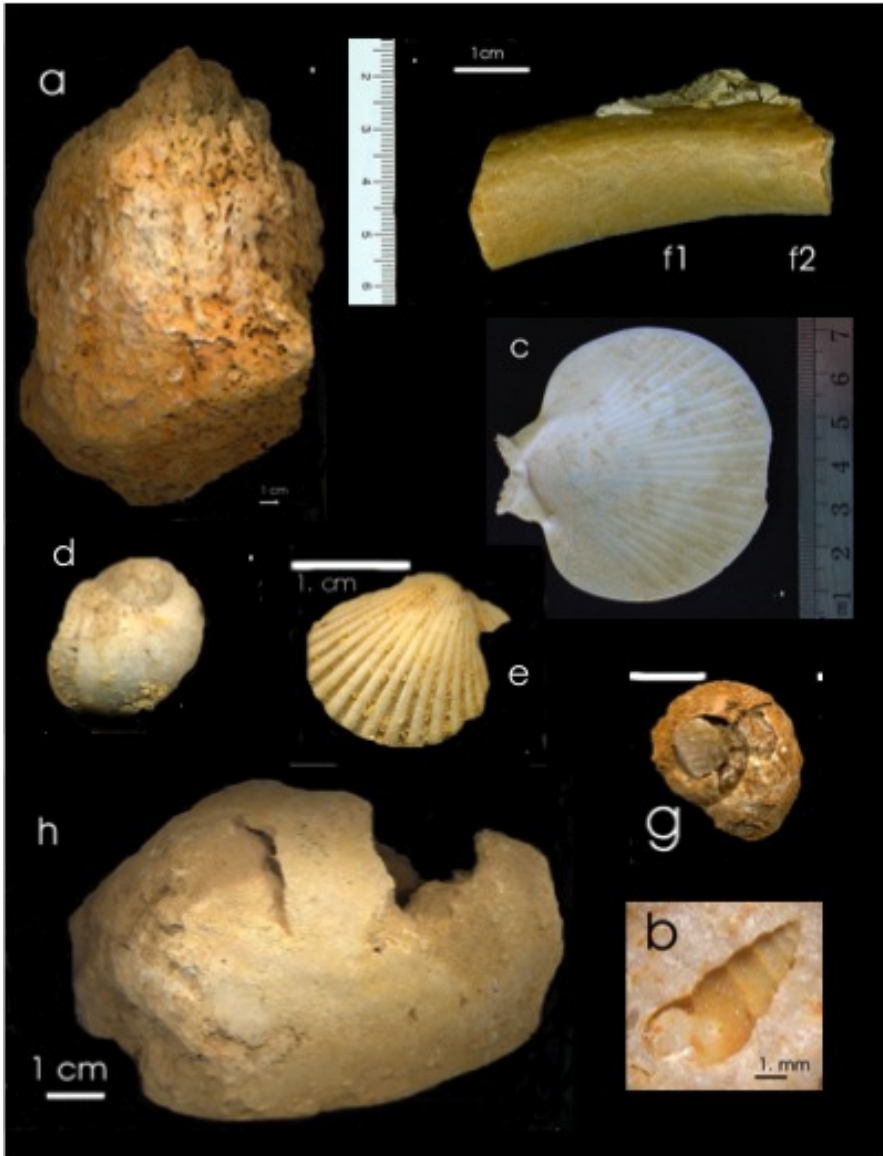
a) Margues blanques i lutites grises amb fauna d'ambient restringit i marí, amb motlles de gasteròpodes i lamel-libranquis (*Anadara* sp., Lucinidae, Lymnocardinae,





**Fig. 3.** Imatges de detall de les morfologies estromatolítiques del Complex Carbonàtic Terminal (Miocè) a la zona estudiada: A) Esquerdes de dessecació subaèria sobre estromatòlit (cova ermita de la Pau – Puig de Son Seguí); B) Laminació estromatolítica i grups trombolítics (Sencelles); C) Doms amb forta recristal·lització tipus fàcies Pont d’Inca (Cas General); D) Laminació amb doms centimètrics tipus LLH (Cas General); E) Conglomerats tasconats passant lateralment a calcàries amb estromatòlits (Son Sineu); F) Calcàries amb doms i *ripples* (Son Sineu).

**Fig. 3.** *Stromatolites morphologies in limestone Miocene system: A) Stromatolites with desiccation cracks (Ermita de la Pau – Puig de Son Seguí cave); B) Laminated stromatolites and thrombolites (Sencelles); C) Pont d’Inca facies tipus domes (Cas General); D) Lamination and LLH type domes (Cas General); E) Conglomerates and stromatolitic limestone (Son Sineu); F) Limestone with ripples and domes (Son Sineu).*



**Fig. 4.** Fòssils de la zona d'estudi: a) Fragment de trottoir de vermètds (Miocè. Puig de Son Seguí), b) *Hydrobia* sp. (Miocè. Puig de Son Seguí), c) *Amusium cristatum* (Pliocè inf.), d) *Natica* sp. (Pliocè mitjà. Comellar des Rafal), e) *Chlamys* sp. (Pliocè mitjà. Comellar des Rafal), f) fragment de costella de sirenid (Pliocè mitjà – sup. Barranc de sa Talaia), g) Gasteròpode pulmonat (Quaternari - Cova des Negret), h) *Panopea glycymeris* (Pliocè sup. Can Xerla – es Puget).

**Fig. 4.** Some fossils of study zone.

cf. *Dreissena* sp.) i rars oogonis de Characea (2 – 3 m).

b) Margues noduloses i gresos margosos de caràcter restringit i lacunar amb oogonis de *Chara* sp., motlles d'hidròbids, cerítids, Lymnocardinae, abundants ostràcodes (*Cyprideis*) i rars foraminífers bentònics (*Elphidium*) (1 – 5 m).

c) Margues i limolites grogues i grises, massives i bioturbades. Contenen *Amusium* (Fig. 4c) i abundants foraminífers planctònics (15 – 20 m).

d) Margues i calcisiltites de color groc – blanquinós que progressivament es van fent més arenoses i enriquint amb fauna, principalment pectínids (*Chlamys*) i equinoïdeus (*Clypeaster*), fins arribar a formar una vertadera lumaquel·la amb els fòssils poc rodats (40 – 50 m).

e) Biocalcarenites compactes de colors groguencs amb restes de lamel·libranquis, que amb contacte amb el nivell anterior donen lloc a la formació de balmes i coves de dissolució, més endurides a sostre formant el cingle del puig (3 – 4 m).

**Ses Coves.** - Entre el vessant NE del puig de Son Seguí i el vessant W del puig de Sta. Eugènia, passant prop del nucli urbà de ses Coves. Perfil representat i atribuït en conjunt al Miocè per Fallot (1922) i ubicat de forma confusa prop de Sant Marçal (Marratxí) per Colom (1975). Mostra la successió normal del Miocè terminal del puig de Son Seguí amb la sèrie pliocena, gairebé completa, del puig de Sta. Eugènia. De NW a SE hi podem observar:

a) Calcàries i margues del Miocè terminal, que es correspondrien amb els nivells 1, 2 i 3 del tall de Fallot (1922) i part superior (Calcàries de Santanyí) del sondeig núm. 4 de Benedicto (1994), que formen el vessant NE del puig de Son Seguí.

b) Margues i limolites grogues, massives passant a laminació paral·lela i ripples. Contenen *Amusium* (Fig. 4c), *Dentalium* i abundants foraminífers (22 m). Nivells 4 i 5 de Fallot (1922) que correspondrien ja al Pliocè inferior.

c) Margues i calcisiltites grogues bioturbades (tubs) que progressivament es van fent més arenoses i enriquint amb fauna, principalment de pectínids (*Chlamys*), *Balanus*, d'equínids (*Clypeaster*), *Dentalium* i restes de peixos, fins arribar a formar una vertadera lumaquel·la massiva amb els fòssils poc rodats (9 m). Nivells 6 i 7 de Fallot (1922).

d) Biocalcarenites compactes de colors groguencs amb motlles de lamel·libranquis (*Panopea*) (Fig. 4h) i dents de peixos (espàrids), que amb contacte amb el nivell anterior donen lloc a la formació de balmes i coves de dissolució, més endurides a sostre fins formar el cingle del puig (2 – 3 m). Nivell 8 de Fallot (1922).

A partir del nivell b) apareix ben representada la sèrie pliocena, encara que Fallot (1922) i Colom (1975) ho hagin atribuït al Miocè.

**Sa Creueta.** - Mostra un Pliocè superior amb força evidències d'activitat tectònica i ambients restringits (Fig. 5). La sèrie capbussa clarament 30-35° N-NW i s'hi poden distingir:

a) Calcàries bretxificades consolidades (0,5 m) (Fig. 5b).

b) Bretxes de calcàries i calcàries margoses amb ostrèids, tubs i motlles gasteròpodes i lamel·libranquis (1 m) (Fig. 5c).

c) Calcàries bretxificades poc consolidades (0,5 – 1 m). c) Margues blanques fines amb gasteròpodes (*Tympanotonos*), briozous i ostràcodes ben conservats, corresponents a un ambient molt restringit





**Fig. 5.** Aflorament de Sa Creueta, situat al nucli urbà de Sta. Eugènia: A) Visió general del Pliocè amb evidències d'activitat tectònica i ambients restringits; B) Calcàries bretxificades consolidades; C) Detall d'un ostrèid inclòs dins les bretxes amb tubs i motlles; D) Detall de les margues blanques fines amb *Tympantonos*, briozous i ostràcodes, corresponents a un ambient molt restringit; E) Biocalcarenites grogues molt bretxificades.

**Fig. 5.** *Sa Creueta site in Sta. Eugènia village: A) Overview of tectonically and brackish Pliocene; B) Limestone and breccias. C) Ostrea in breccias, pipers and print; D) White mud with Tympantonos, bryozoans and ostracoda in brackish Pliocene ecosystem; E) Yellow limestone and breccias.*

(0'2 – 0'3 m). (Fig. 5d).

d) Biocalcarenites grogues del Pliocè superior molt bretxificades (15 – 20 m) (Fig. 5e). Presenten continuïtat adquirint gran potència en direcció SW (coves de Lourdes – d'en Pala), menys bretxificades a sostre fins formar la part superior del puig.

**Es Puget – Cova des Negret.**- Mostra el Pliocè superior força afectat per l'activitat tectònica i esllavissaments, coincidint amb el punt de bifurcació de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles, a partir del cementiri de Sta. Eugènia:

a) Biocalcarenites grogues massives molt bretxificades (5 – 10 m).

b) Margues grises amb ostrèids (*Ostrea*), ostràcodes (*Cyprideis torosa*), foraminífers bentònics (*Ammonia beccari*, *Elphidium crispum*), restes de petits gasteròpodes i cristalls de quars (1 – 2 m). Coincidint pràcticament amb el pla de falla N, hi trobam una enclotxa subvertical (cova des Negret; Fig. 4) formada per un procés de dissolució i erosió d'aquest nivells, amb posterior rebliment parcial de llims i bretxes quaternàries que contenen restes de gasteròpodes pulmonats (*Iberellus*).

c) Calcarenites-calcilutites dures amb blocs amb escassa fauna (lamel-libranquis i dents de peixos) i nivells de bretxes (25 m).

**Cova Monja.**- Cova d'aproximadament 100 m<sup>2</sup> de planta i 7 - 8 m d'altura, oberta dins materials pliocens biocalcarenítics (lumaquel·la massiva) amb el sòtil format per calcarenites endurides. Tant la cova com els materials adjacents coincideixen amb l'escarpament de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles. Els materials calcarenítics pliocens es troben deformats i condicionats per l'escarpament de falla, indicant un clar origen sinsedimentari d'aquesta deformació (Silva *et al.*, 2001). En el tall de la cova i

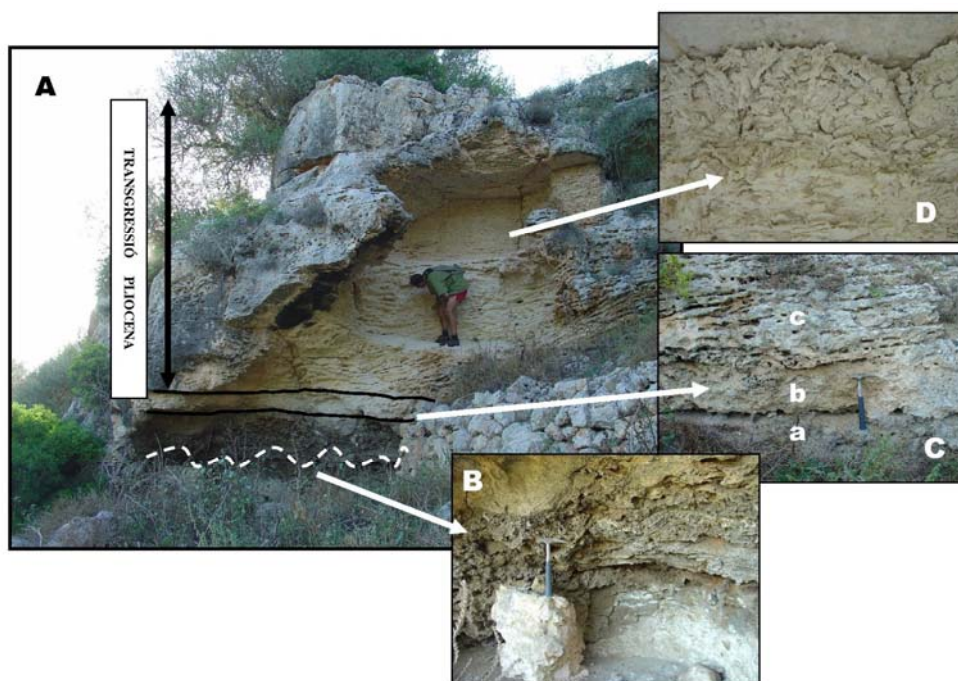
escarpaments dels voltants, podem distingir:

a) Biocalcarenites i lumaquel·les massives, de color groc amb trams rojos. Contenen pectínids ben conservats (*Chlamys*, *Pecten*) (4 – 5 m).

b) Calcarenites grogues i blanques bretxificades poc consolidades (1,5 m).

c) Calcàries fines dures. Contenen restes de guixos i localment pareixen estar afectades per paleocol·lapses (1 – 3 m).

d) Margues grises amb ostrèids i motlles



**Fig. 6.** Aflorament de Cas General, situat al barranc de sa Talaia: A) Visió general del contacte erosiu del Pliocè sobre Miocè; B) Calcàries negres finimiocenes amb laminació i doms estromatolítics; C) Detall contacte mio-pleiocè: a) Mateixos nivells que B, b) Calcàries margoses grises amb ostrèids i motlles de gasteròpodes i lamel·libranquis, c) Nivells pliocens amb laminació; D) Detall de nivells pliocens molt bioturbats.

**Fig. 6.** Cas General site in sa Talaia ravine: A) Overview of erosive contact Mio-Pliocene; B) Black limestone and stromatolites; C) Mio-Pliocene contact: a) *idem* that level B, b) Grey limestone with Molluscs, c) Pliocene laminated; D) Pliocene bioturbation.

de gasteròpodes i lamel-libranquis (0,5 m).

d) Calcarenites blanques que a sostre passen a una lumaquel·la amb peixos i motlles de lamel-libranquis (Cardítids) i gasteròpodes (*Strombus*, *Conus*) que li confereixen una porositat elevada (2 – 3 m).

**Barranc de sa Talaia.** - Des dels col·lectors inicials del torrent fins als escarpaments finals del barranc penjat, els perfils de les vores espadades del barranc ens proporcionen una successió d'afloraments (cova llarga de Son Matxina, Cas General (Fig. 6), sa Cova; destacament de Pontiró) que ens permeten reconstruir tota la sèrie miopliocuatèria, proporcionant un referent comparatiu del perfil sedimentari de la conca de Palma amb nivells coetanis de l'antiforme de Sta. Eugènia i els de la cubeta d'Inca, situats a una banda i a l'altra de falla:

a) Calcàries blanques amb fina laminació estromatolítica d'ordre mil·limètric de potència. Presenten nivells de doms estromatolítics, de dimensions centimètriques, del tipus LLH (Logan *et al.*, 1964) (3 – 4 m) (Fig. 3d).

b) Calcàries negres amb forta recristal·lització. Presenten laminacions estromatolítiques amb forma de doms d'escala mètrica que afecten nivells de calcisilitites blanques (1 – 1,5 m) (figs. 6b, 3c).

c) Superfície d'erosió que afecta les calcàries negres del nivell b i les delimita clarament dels materials superiors del nivell d (Fig. 6c)

d) Calcàries margoses grises que presenten gran porositat de motlle, amb ostrèids i motlles de gasteròpodes i lamel-libranquis (0,2 – 0,3 m) (Fig. 6c)

e) Margues de color blanc groc, molt limolítiques, massives i bioturbades, en ocasions laminades i més arenoses als nivells superiors (Fig. 6d). Es caracteritzen

per la presència d'*Amusium* (Fig. 4c), *Dentalium* i foraminífers (30 – 40 m).

f) Biocalcarenites grogues amb intercalacions de nivells limolítics. El límit amb el tram inferior el constitueix un trànsit gradual. Presenten intercalacions de nivells d'ordre decimètric a hemimètric d'acumulació d'organismes fòssils tipus falúnic, que presenten continuïtat lateral i contenen equinoideus (*Schizaster*), ostrèids (*Ostrea*, *Neopycnodonte*) pectínids (*Pecten*, *Chlamys*), *Dentalium*, motlles de bivalves i gasteròpodes, balànids, peixos i restes de mamífers marins (Fig. 4f1) (Mas, *in litt.*) (10 – 15 m).

g) Calcarenites bioclàstiques que presenten elevada porositat en estar constituïdes essencialment per una lumaquel·la massiva de motlles de bivalves (*Panopea*) (Fig. 4h) i sediments de platja amb retoc eòlic (3 – 5 m).

h) Eolianites amb intercalació de nivells edàfics (paleosòls). Presenten estratificació creuada i abundant bioturbació per rels. A sostre formen abundants coves de dissolució (10 – 15 m).

i) Eolianites amb base discordant sobre el tram anterior, dipositades de forma localitzada sobre els cingles del barranc (sa Cova) i explotades antigament en forma de pedrera per a l'extracció de marès (5 – 8 m).

Els nivells a) i b) corresponen al Miocè terminal, els nivells c) i d) al contacte Miocè – Pliocè. El Pliocè estaria comprès pels nivells e), f) i g) pertanyent el nivell h) ja al límit pliopleistocè, i el nivell i) al Quaternari (Plistocè inferior).

## Discussió

### *Estratigrafia*

A la zona estudiada no afloren materials anteriors al Miocè superior. Els terrenys

citats i/o localitzats en la zona d'estudi comprenen des del Miocè final fins al Quaternari:

a) Miocè:

Serraval-lià. No s'ha pogut observar cap aflorament superficial d'aquesta edat dins de la zona estudiada. En moltes ocasions citat a partir de sondeigs, alguns treballs (ITGE, 1991; Silva *et al.* 1998; 2001; 2005) citen també en superfície dins la zona estudiada, afloraments (puig de Son Seguí, Sencelles) de materials assignats al Serraval-lià. En canvi d'altres (Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994) citen expressament que no afloren dins l'àmbit de la zona estudiada.

S'ha pogut constatar que els terrenys cartografiats com a pertanyents al Serraval-lià al mapa geològic 1:50.000 (unitat 8 del full 699) del MAGNA (ITGE, 1991) i als treballs de Silva *et al.* (1998; 2001; 2005), atesa la seva coincidència amb altres localitzats a la zona (Cas General (Fig. 4), Son Tano, ses Planes d'Aireflor) i amb d'altres indrets de l'illa (García-Yagüe i Muntaner, 1968; Fornós, 1982; Fornós i Pomar, 1983; Mas i Fornós, 2006); realment han d'ésser adscrits dins del Complex Terminal messinià (*vide* apartat corresponent en el present treball). Cal tenir en compte, que Benedicto *et al.* (1993) i Benedicto (1994) citen expressament afloraments d'aquest tipus atribuïts a nivells característics del Complex Terminal (Calcàries de Santanyí) al puig de Son Seguí i Sencelles, sense indicar-ne una situació més concreta. Fornós (1982) també els cita davant el cementiri de Sencelles.

Al subsòl els nivells serraval-lians poden arribar a tenir gran potència (Benedicto *et al.*, 1993; Benedicto, 1994; Gelabert, 1998) i la seva acumulació en forma de margues amb guixos podria estar relacionada amb una possible tectònica

salina implicada en fenòmens distensius i amb l'aixecament de blocs de falla com el que forma l'antiforme de Sta. Eugènia (Silva *et al.*, 2001).

Tortonià – Messinià. Segons Benedicto (1994) la sedimentació en la zona en aquestes edats pareix estar molt condicionada per la tectònica distensiva, registrant importants diferències de potencia a un costat i altre de la falla.

No s'ha pogut observar cap aflorament de les Calcisilitites amb *Heterostegina* (García-Yagüe i Muntaner, 1968), si bé hi han estat citats a sondeigs, amb potències de fis a 204 m, per Pomar *et al.* (1983), Benedicto *et al.* (1993) i Benedicto (1994).

Encara que el MAGNA (ITGE, 1991) considera part del cim i el vesant W del puig de Son Seguí com afloraments atribuïts a la Unitat d'Esculls (Pomar *et al.*, 1983), aquests afloraments realment corresponen a materials del Complex Carbonàtic Terminal (Esteban, 1979) i a nivells de lumaquel·les del Pliocè superior.

En el cim del puig de Son Seguí i en superfície s'han pogut distingir restes de calcàries i calcarenites amb abundància de motlles de gasteròpodes i bivalves, ostrèids i acumulacions massives de vermètds (Fig. 4a), sense que es pugui fer una descripció més acurada d'aquests nivells per tractar-se d'un aflorament molt desestructurat i descontextualitzat per l'erosió i l'acció antròpica. Les unitats de vermètds han estat citades a Portopí (Pomar *et al.*, 1983) en posició intramessiniana, el que fa pensar que aquestes restes pertanyin al Complex Carbonàtic Terminal (Esteban, 1979).

*Complex Carbonàtic Terminal.* En superfície s'han pogut reconèixer bé les fàcies corresponents a les Calcàries de Santanyí (Pomar *et al.*, 1983) o Complex Terminal (Esteban, 1979; Fornós, 1983). Es

tracta d'una unitat molt diversa i molt afectada per fenòmens distensius (Benedicto, 1994). Tot i això, s'han pogut distingir 5 unitats bàsiques:

i) Margues blanques quasi estèrils llevat de la presència d'ostracodes. Afloren al camí des Terror Blanc (Silva *et al.*, 2001) i puig de Son Seguí.

ii) Calcàries tabulars fortament carstificades amb nivells de margues verdes intercalades. Només observades al puig de Son Seguí al vessant de Son Tano.

iii) Calcàries margoses, calcarenites, conglomerats i calcàries oolítiques amb doms estromatolítics i *ripples* de corrent. Presenten acumulacions de lumaques i superfícies de carstificació internes. Poden presentar forta diagenització tipus fàcies Pont d'Inca (García-Yagüe i Muntaner, 1968) o esquerdes de dessecació. Afloren al puig de Son Seguí (cova ermita de la Pau, vessant de Son Tano, Son Sineu), Cas General, ses Planes d'Aireflor i als voltants del nucli urbà de Sencelles (Figs. 6, 3).

iv) Biocalcarenites i calcàries margoses amb fauna d'ambient marí litoral (Puig de Son Seguí, Sa Farola, Son Sineu).

v) Lutites, margues i gresos amb fauna de caràcter restringit – lacunar. Contenen restes de petits vertebrats, hidròbids (Fig. 4b), cardítids, caràcies, ostràcodes i rars foraminífers. Afloren als nivells superiors del puig de Son Seguí i al comellar d'es Rafal – Can Palou.

Part de la fauna de la unitat (v) es podria correlacionar amb les fàcies *lago-mare* reconegudes en bona part de la Mediterrània al final de la crisi de salinitat messiniana i just abans de la reinundació marina pliocena (5,4-5,3 Ma) (Orszag-Sperber, 2006; Esu, 2007). A Mallorca han estat citades expressament fauna i fàcies *lago-mare* d'aquesta època per Mateu (1982), Alvaro *et al.* (1984), Colom (1985),

Mateu *et al.* (1997), Mas i Fornós (2006), però seria la primera vegada que es cita macrofauna a nivell de família o gènere.

b) Pliocè:

A la zona estudiada hi trobem ben representats els afloraments del Pliocè marí. En general, les observacions resultants del treball de camp, coincideixen amb les unitats 21 a 23 del full 698 (38-27) i unitats 11 i 12 del full 699 (39-27) cartografiades en el MAGNA (ITGE, 1991).

El Pliocè aflora principalment al conjunt del puig de Sta. Eugènia – es Puget, al barranc de sa Talaia i zona de Pontiró amb continuïtat cap a Son Seguí on es situa en la vessant occidental del puig fins els 250 m. També aflora de forma intermitent, entre el Quaternari dels camps de conreu, al llarg de l'escarpament principal de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles, essent present a la zona del cementiri de Sta. Eugènia, Son Vent, cova Monja, camí des Terror Blanc; fins acabar, de forma molt més minvada pel domini dels sediments del Miocè cap a Sencelles. El Pliocè superior també s'estén cap al S-SW en forma de sediments dunars i de platja (Son Mateu, Son Matxina, sa Cova i part superior del barranc de sa Talaia).

El conjunt pliocè del puig de Sta. Eugènia – es Puget constitueix una rampa triangular (mes elevada en el caire SW coincidint amb Son Palou – coves d'en Pala / Lourdes) que es capbussa amb direcció a Inca fins a arribar a desaparèixer sota els sediments quaternaris que conformen les terres de conreu existents entre el cementiri del poble i el llogaret de ses Coves (Colom, 1967; ITGE, 1991).

*Pliocè inferior:*

La part visible en els afloraments està constituïda per margues molt limolítiques de color gris – groguenc, que a sostre



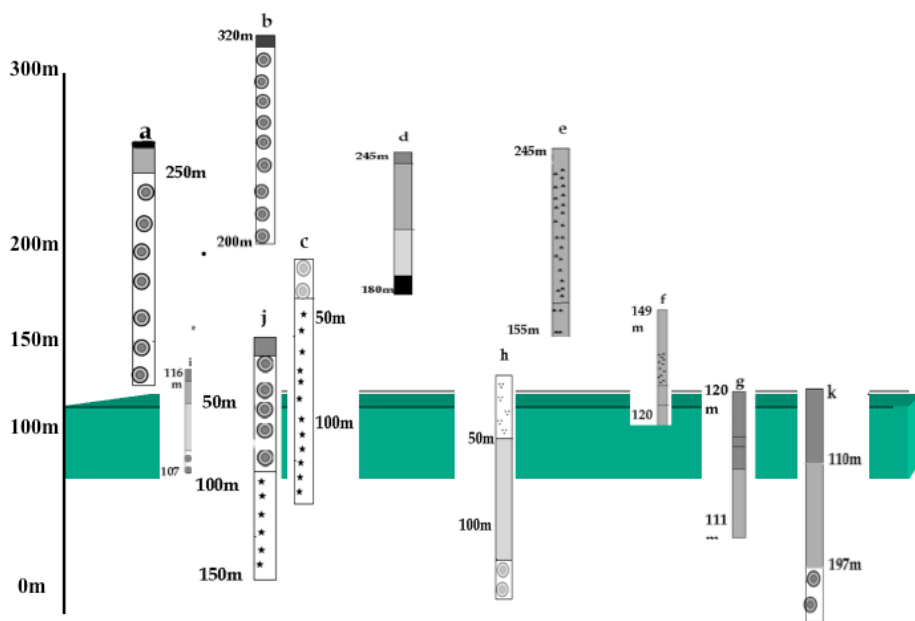
passen a nivells més arenosos fins formar un trànsit gradual amb les calcarenites del Pliocè mitja – superior. La sedimentació presenta aspecte massiu amb nivells de bioturbació. Es caracteritzen per la presència d'*Amusium* (Fig. 3c), *Dentalium*, restes de peixos i una abundant fauna de foraminífers planctònics i bentònics. En conjunt forma una seqüència marina granocreixent corresponent a dipòsits de plataforma o tipus deltaic.

Aflora en el barranc de sa Talaia, Son Palou, camí des Terrer Blanc i part inferior (tàlveg) del comellar des Rafal i ses Coves.

El contacte del Pliocè inferior margós sobre materials miocens, s'ha pogut observar de forma neta al tall del camí des

Terrer Blanc, on se situa de forma clarament erosiva sobre les margues blanques del Miocè terminal (Silva *et al.*, 2001). En els comellars des Rafal / Abatzers, les margues amb *Amusium* pereixen situar-se també, de forma continua i en contacte normal, sobre del nivells amb estromatòlits i margues lacunars del Complex Carbonàtic Terminal, però de forma menys clara ja que es troben parcialment cobertes pels sediments quaternaris que omplen els tàlvegs d'aquests comellars.

Pel seu contingut micropaleontològic es pot atribuir aquesta seqüència al Pliocè inferior (Mateu, 1982, Colom, 1980; 1985; Álvaro *et al.*, 1984, ITGE, 1991),



**Fig. 7.** Columnes estratigràfiques sintètiques corresponents a la zona estudiada i gràfica comparativa amb altres localitats de Mallorca: a) Puig de Son Seguí (Oest), b) Puig de Son Seguí (cim), c) Comellar des Abatzers (sondeig. Benedicto, 1994), d) Puig de Sta. Eugènia (Monument), e) sa Creueta, f) Es Puget, g) sa Cova Monja, h) es Pou Nou (sondeig. Benedicto, 1994), i) Pontiró - Cas General, j) sa Talaia (sondeig. Benedicto, 1994), k) Inca (sondeig. Colom, 1967).

*Fig. 7. Main cross profiles of study zone and highness (antiforme versus plains versus surveys).*

corresponent els nivells arenosos més superiors al Pliocè mitjà.

#### *Pliocè superior:*

Aquesta unitat es disposa en forma de trànsit gradual sobre la descrita a l'apartat anterior (Son Palou, comellar des Rafal, ses Coves), sobre la que és extensiva arribant a sobrepassar-la per situar-se de forma discontinua sobre el Complex Carbonàtic Terminal messinià (Son Seguí; Cas General (Fig. 7).

Els nivells inferiors estan formats per biocalcarenites grogues amb intercalacions de nivells limolítics. Localment apareixen nivells de bioturbació intensa i laminació paral·lela (Cas General) (Fig. 6). Presenten intercalacions de nivells de lumaquel·les i acumulació massiva d'organismes fòssils (tipus falúnic) amb continuïtat lateral i que contenen equinoderms (*Clypeaster*, *Schizaster*), ostrèids (*Ostrea*, *Neopycnodonte*), pectínids (*Chlamys*, *Pecten*), *Dentalium*, motlles de bivalves i gasteròpodes, balànids, peixos i restes de mamífers marins (Fig. 4f1) (cova Monja, ses Coves, es Monument, destacament de Pontiró).

Sobre les anteriors segueix un tram de calcarenites bioclàstiques que presenten elevada porositat al estar constituïdes essencialment per una lumaquel·la massiva de motlles de bivalves (*Panopea*) (Fig. 4h) i sediments de platja amb retoc eòlic (nivells superiors del puig de Sta. Eugènia, es Puget i destacament de Pontiró).

Cal destacar la presència de margues i calcàries margoses de colors clars, corresponents a nivells molt restringits o salobres. Contenen ostrèids (*Ostrea*) (Fig. 5c), *Tympanotonos* (Fig. 5d), motlles de cardítids i gasteròpodes, ostràcodes (*Cyprideis torosa*), foraminífers bentònics (*Ammonia beccari*, *Elphidium crispum*) i petits cristalls de quars. Es situen de forma

extensiva directament per sobre del relleu heretat format per la superfície d'erosió i/o carstificació messiniana (Cas General) (Fig. 6c i b) o de forma intercalada entre els nivells superiors del Pliocè (sa Creueta (Fig. 5c i d), es Puget, Can Nadal, cova des Negret, Cas Senyors, cova Monja). Mas i Fornós (2006) citen a la conca de Campos nivells lutítics restringits similars, situats sobre estromatòlits afectats per una superfície d'erosió.

Corona la seqüència pliocena un conjunt de calcarenites eòliques, amb intercalació de nivells edàfics (paleosòls), que presenten estratificació encreuada i abundant bioturbació per rels (cova llarga de Son Matxina, destacament de Pontiró).

En conjunt, el Pliocè de Sta. Eugènia, conforma una seqüència marina transgressiva amb influències continentals, que es pot interpretar com a dipòsits corresponents a un ambient inicialment marí obert o tipus delta (sistema deltaic) que posteriorment evoluciona a litoral, acabant amb dipòsits de platges i dunes, a mesura que es van reblir les conques sedimentàries de Palma i d'Inca.

S'han pogut observar evidències de diferenciació sedimentològica entre del Pliocè superior de la conca de Plama i la d'Inca, si bé durant el Pliocè inferior la sedimentació és més homogènia, en estar ambdues conques unides per la zona del puig de Sta. Eugènia. Les margues inferiors amb *Amusium* són presents tant a Son Mir i barranc de sa Talaia (conca de Palma), com als voltants de l'escarpament de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles (cubeta d'Inca), així com a la zona intermèdia de ses Coves i el comellar des Rafal (zona inter-conques actualment aixecada).

La sedimentació litoral del Pliocè mitjà-superior del barranc de sa Talaia (conca de Palma) és de tipus més oberta, amb línies de platja marcades i els fòssils més

esmicolats i rodats, en canvi a la zona de Sta. Eugènia – Sencelles (cubeta d’Inca) l’estratificació és més uniforme i representa un ambient menys energètic, amb intercalació de nivells restringits i amb els fòssils, principalment els pectínids que són prims i fràgils, gens o gaire romputs ni redolats.

Diversos factors podrien explicar aquesta diferència observada, com la diferència de subsidència entre ambdues conques (Benedicto, 1984), l’acció dels distints plans de falla, que es bifurquen i capbussen en direccions diferents a partir del cementiri de Sta. Eugènia (Silva *et al.*, 2001), o l’aixecament de l’antiforme que acabaria fent de barrera o al menys constituint un dispositiu estructural aixecat que facilitaria la formació de dues conques diferents, resultant la d’Inca – sa Pobla més restringida, estreta i allargada.

En el cas de la cubeta d’Inca, els escarpaments heretats produïts per l’acció de la falla de Sta. Eugènia – Sencelles podrien haver facilitat l’acumulació sedimentària, justificant la major potència

de sediments amb fòssils litorals acumulats de forma massiva al peu de l’escarpament. Silva *et al.* (2001) citen que ran de l’escarpament de falla a Son Vent, els estrats calcarenítics del Pliocè superior mostren una deformació en el mateix aflorament, indicant la clara naturalesa sinsedimentària de la deformació d’aquestes capes.

Un dels trets diferencials observats en relació al Pliocè, és el seu posicionament elevat fins als 246 m (es Monument) / 253 m (vesant W puig Son Seguí). Al tractar-se d’una sedimentació posterior als moviments tectònics que varen formar les principals elevacions de Mallorca, el Pliocè es presenta normalment a la resta de l’illa sense estar afectat per cap moviment important posterior a la seva sedimentació. No és aquest el cas del conjunt del puig de Son Seguí - puig de Sta. Eugènia - es Puget, on els materials pliocens apareixen aixecats en alguns casos fins a més de 150 m per sobre del mateix Pliocè que podem trobar a les planes adjacents (Fig. 8).



**Fig. 8.** Antiforme de Sta. Eugènia des de sa Talaia (Sud): Puig de Son Seguí (Finimiocè, 320 m s.n.m.), comellar des Rafal – Son Palou (contacte Mio-Pliocè, 200 m s.n.m.), Puig de Sta. Eugènia (Pliocè, 246 m s.n.m.) i Plana des Pou Nou (Quaternari, 124 m s.n.m.).

*Fig. 8. Sta. Eugènia Antiform from sa Talaia (Sud): Son Seguí hill (upper Miocene, 320 m), es Rafal – Son Palou ravine (Mio-Pliocene, 200 m), Sta. Eugènia hill (Pliocene, 246 m), Pou Nou plain (Quaternary, 124 m).*

Un altre tret característic del Pliocè que aflora al puig de Sta. Eugènia – es Puget, - és que el Pliocè superior calcarenític es troba localment molt bretxificat (Fig. 5) coincidint amb la seva proximitat amb les parts immediates als principals plans de falla o coincidint amb possibles esllavissaments de les capes més dures que formen la coberta dels puigs (coves d'en Pala/de Lourdes, sa Creueta (Fig. 5), es Puget - can Nadal, cova des Negret, cementiri municipal). La majoria són bretxes tectòniques monogenètiques de caràcter no sedimentari (Carozzi, 1953), si bé no es descarta la intervenció local de factors sedimentaris (*slumps*) en la formació de les que és situen a la part baixa del conjunt del Puig de Sta. Eugènia (sa Creueta) i es Puget. Els materials del Pliocè inferior, més blans i menys cementats, no es veurien afectats per la bretxificació degut a la seva major plasticitat.

Els sistemes dunars finipliocens amb calcarenites vermelloses dures o més groguenques i arenoses combinades amb nivells de llims vermells endurits, han estat citats també a Algaida i Lluçmajor (Colom *et al.*, 1968; Cuerda *et al.*, 1969) però a una altura superior a les de Sta. Eugènia. En alguns indrets (Pontiró, sa Cova) aquestes dunes es troben a més baixa altura respecte dels voltants (Son Escaliva, Son Tano) coincidint amb la línia de falla. La xarxa torrencial pel mateix motiu es veu interrompuda i reblida pels sistemes dunars en els indrets més subsidents. El fet pot ser una prova d'una estructuració torrencial anterior a la subsidència i del seu posterior enfonsament i rebliment.

Els nivells amb acumulacions d'ostrèids (Hermite, 1879), excepció feta de l'aforament de Can Nadal on es situen clarament intercalats entre els nivells del Pliocè superior, es presenten molt desestructurats per la seva coincidència

amb els plans de falla i/o emmascarats per l'acció antròpica dels terrenys de conreu (es Puget, Son Vent, Cova Monja), no permetent una atribució més específica dels mateixos. Aquests nivells d'acumulacions d'ostrèids pereixen ésser exclusius de la subconca nord, constituint un altre tret diferencial entre les conques d'Inca i Palma.

Per últim també assenyalar que, encara que Rosselló (1998) atribueix l'encaixament del barranc de sa Talaia dins del planell escullós miocènic (Tortonià), s'ha pogut observar que aquest realment s'encaixa dins dels sediments del Pliocè i Quaternari, i en rares ocasions dins del Complex Carbonàtic Terminal (Cas General) (Fig. 6a ib).

#### c) Quaternari:

Els sediments atribuïts al quaternari han estat citats específicament en la zona, tant a superfície com al subsòl, en forma de conglomerats (còdols al·luvials), llims vermells i eolianites (ITGE, 1991; Benedicto, 1994; Rosselló, 1998).

Dipositades sobre les planes superiors immediates als cingles del barranc de sa Talaia, s'han localitzat eolianites pleistocenes de base erosiva i discordant sobre el tram anterior finipliocè (Rosselló, 1998). Presenten estratificació creuada i estarien formades per antigues dunes de platja d'edat quaternària. Per la seva situació a l'interior podrien pertànyer al Pleistocè inferior, ja que es troben a 100 m s.n.m. i a 15 km de l'actual línia de costa més propera. Es tractaria, doncs, d'un nivell significativament superior al sistema dunar des Pas d'es Verro (90 m) i al jaciment de Can Xarpa (50 m), ambdós dins la conca de Palma i atribuïts al Pleistocè inferior per Cuerda (1975). No s'ha pogut observar fauna alguna que permeti datar, de forma més acurada, aquestes formacions.

Encaixats en els al·luvions de la zona de ses Alqueries – Son Mascaró, apareixen magnífics talls inèdits que mostren distintes èpoques d'acumulació de còdols decimètrics a centimètrics de materials secundaris i nivells de llims intercalats (4 – 5 m de potència) fruit de l'activitat torrencial en la zona, que els ha davallat de la serralada. Els materials es troben estratificats capbussant un 6° cap al centre de la cubeta d'Inca (Benedicto *et al.*, 1994).

## Conclusions

El treball de camp ha aportat noves dades que permeten realitzar una revisió de les unitats estratigràfiques aflorants, així com l'apropament a alguns aspectes de la estructura i ambients sedimentaris propis de la zona. L'observació directa derivada del treball de camp permet corregir errors heretats en la determinació d'unitats geològiques i en la cartografia (*e.g.* Colom, 1975; ITGE, 1991; Silva *et al.*, 2001; 2005).

Els afloraments i talls proporcionats com a resultat de l'activitat neotectònica, així com pels els espadats dels barrancs encaixats i comellars (Taula 1, Figs. 5, 6, 7) constitueixen un lloc adequat per a l'estudi del Neogen de Mallorca, quasi sempre difícil d'observar a l'interior de l'illa, si no és en forma d'afloraments deficitaris o mitjançant les dades puntuals del subsòl.

Per altra part, la inclusió de tot el conjunt calcarenític Pliocè i Quaternari dins d'un mateix paquet estratigràfic plioquaternari ha constituït, fins ara, un comodí que dificulta la diferenciació i determinació més específica d'aquests nivells. Es reproduïx llavors el mateix problema, existent abans dels anys 80, derivat de la falta de diferenciació d'unitats neògenes post-burdigalanes, cosa que feu

incloure molts materials pliocens dins del Miocè (*e.g.* Hermite, 1879; Fallot, 1922; Bauzà, 1950, 1951; Colom, 1967; 1975).

En relació a la estratigrafia de la zona, podem concloure que:

S'han localitzat i descrit afloraments messinians, pliocens i quaternaris, alguns d'ells inèdits i a una altura superior als equivalents de la resta de l'illa (Taula 1, Figs. 2, 7).

Els terrenys cartografiats com a pertanyents al Serraval·lià al mapa geològic 1:50.000 (unitat 8 del full 699) del MAGNA (ITGE, 1991) i als treballs de Silva *et al.* (2001, 2005), dins la zona estudiada (Fig. 3) s'han d'incloure dins del Complex Carbonàtic Terminal finimiocè.

Els materials del cim i el vesant W del puig de Son Seguí, considerats en el MAGNA (ITGE, 1991) com afloraments atribuïts a la Unitat d'Esculls (Pomar *et al.*, 1983), es corresponen amb nivells de lumaquel·les del Complex Carbonàtic Terminal i del Pliocè superior.

S'ha observat discontinuïtat entre el Complex Carbonàtic Terminal i el Pliocè, amb presència d'una clara superfície d'erosió finimessiniana (Fig. 6).

S'ha pogut constatar la presència de fàcies *lago-mare* amb micro i macrofauna característiques.

Es pot apuntar un contacte normal entre els sediments finimiocens del puig de Son Seguí i el Pliocè transgressiu del puig de Sta. Eugènia, cosa que ens du a descartar la possible existència d'una falla entre aquests dos puigs (Fig. 8).

S'observa una diferenciació entre la sedimentació corresponent al Pliocè mitja-superior de la cubeta d'Inca i de la conca de Palma. En canvi durant el Pliocè inferior la sedimentació pareix més homogènia al estar ambdues conques interconnectades.

Es detecta la presència de nivells intrapliocens restringits o salobres, que es situen

de forma extensiva directament per sobre del relleu heretat format per la superfície d'erosió/carstificació messiniana o interestratificats dins del Pliocè superior. Es reforça, doncs, l'existència d'un model d'evolució neògena local que inclou des d'un ambient finimiocènic restringit d'aigües somes de caràcter tropical – subtropical i condicions diagenètiques molt especials (probablement hipersalinitat i exposició subaèria), seguit d'un breu episodi salobre - lacunar, amb el restabliment, a l'inici del Pliocè, d'unes condicions marines més obertes. Durant el Pliocè aquestes condicions evolucionen cap a un ambient més temperat de tipus litoral per passar finalment a sistemes dunars i sòls durant Pliocè final i Quaternari.

Per finalitzar, en relació als aspectes estructurals, destacar la presència de materials atribuïts al Complex Carbonàtic Terminal finimiocè a una altura de 320 m al puig de Son Seguí i l'aixecament de la sèrie pliocena fins als 246 m al puig de Sta. Eugènia i fins els 253 m al vesant W del puig de Son Seguí, la qual cosa suposa un tret diferencial insòlit dins del context estructural del neogen distensiu de l'illa (Fig. 8). Fet que constitueix un indicatiu evident d'aixecaments en la zona a partir del Messinià, que diferencien clarament l'antiforme de l'altiplà adjacent. Per altre part, també s'ha pogut constatar l'existència d'activitat tectònica relativament recent, amb presència de bretxes tectòniques. Així doncs es pot considerar el conjunt de l'antiforme de Sta. Eugènia com una evidència d'activitat tectònica a l'illa fins al Quaternari.

## Agraïments

Als Drs. Joan J. Fornós Astó i Bernadí Gelabert Ferrer, del Departament de

Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears, pels seus suggeriments que han ajudat a millorar en bona mesura el contingut final d'aquest treball. A Miquel Martorell “Coves” per posar a la nostra disposició el material paleontològic de la seva col·lecció. Als distints propietaris dels terrenys i finques de Sta. Eugènia, que ens han facilitat l'accés.

## Bibliografia

- Álvaro, M., Barnolas, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J. i Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca: Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geol. Miner.*, 95(1): 3-25.
- Barón, A. i González, C. 1983. Esquema litoestratigráfico del Mioceno medio-superior – Plioceno de las Baleares. In: Obrador, A. (Ed.) *Comunicaciones presentadas en el X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983*. Universidad Autónoma de Barcelona. pp. 7.46 – 7.48. Barcelona.
- Bauzá, J. 1950. Contribución al conocimiento paleontológico del Neógeno balear. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 58 (2): 121-140.
- Bauzá, J. 1951. Contribuciones a la paleontología del Neógeno de Mallorca. Pectínidos (Segunda parte). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 59: 131-152.
- Benedicto, A. 1994. Geología de la Cubeta de Inca (Mallorca): cartografía geológica e interpretación de los datos del subsuelo. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 37: 15-25.
- Benedicto, A., Ramos, E., Casas, A., Sàbat, F. i Barón, A. 1993. Evolución tectosedimentaria de la cubeta neógena de Inca (Mallorca). *Rev. Soc. Geol. España*, 6: 167-176.
- Bouvy, P. 1851. Sobre el Terremoto ocurrido en la Isla de Mallorca el 15 de mayo último. *Rev. Minera*, 2(26): 375-378.
- Bouvy, P. 1853. Notice sur le tremblement de terre du 15 mai 1851, de l'île de Majorque. *Bol. Soc. géol. France*, 10: 359-364.
- Carozzi, A. 1953. *Pétrographie des roches sédimentaries*. Ed. Griffon- Neuchâtel.

- Bibliothèque scientifique 35. 250 pp. Lausanne (Suïsse).
- Colom, G. 1967. Sobre la existencia de una zona de hundimientos, plioceno-cuaternarios, situados al pie meridional de la sierra Norte de Mallorca. *Acta Geol. Hisp.*, 2(3): 60-64.
- Colom, G. 1975. *Geología de Mallorca*. Diput. Prov. Bal. Inst. Estudios Baleáricos. CSIC. 2 vols. 519 pp. Palma de Mallorca.
- Colom, G. 1980. Nota preliminar sobre la existencia del plioceno inferior, marino, en Mallorca (Balears). *Acta Geológica Hispánica*, 15(2): 45-49.
- Colom, G. 1985. Estratigrafía y Paleontología del Andalucense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Bol. Geol. y Min.*, 96(3): 235-302.
- Colom, G.; Sacarés, J. i Cuerda, J. 1968. Las formaciones marinas y dunares pliocénicas de la región de Llucmajor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 46-61.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Balears*. Conselleria de Cultura, Educació i Esports del Govern Balear. 310 pp. Palma.
- Cuerda, J., Sacarés, J. i Colom, G. 1969. Hallazgo de terrenos pliocenos, marinos, en la región de Llucmajor (Mallorca). *Acta Geol. Hisp.*, 4(2): 35-37
- Del Olmo, P. i Alvaro, M. 1984. Los sistemas de fracturación post-orogénicos de la Isla de Mallorca. *Actas I Cong. Geol. Esp.*, 1: 137-148.
- Esteban, M. 1979. Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- Esu, D. 2007. Latest Messinian "Lago-Mare" Lymnocaridinae from Italy: Close relations with the Pontian fauna from the Dacic Basin. *Geobios*, 40 (3): 291-302.
- Fallot, P. 1922. *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Thèse. Libr. Polyt.. Béranger. 480 pp. Paris – Liège.
- Fornós, J.J. 1983. Estudi sedimentològic del Miocè terminal a l'illa de Mallorca. *Tesis Llicenciatura*. Universitat de Barcelona. 228 pp.
- Fornós, J.J. i Pomar, L. 1983. Mioceno superior de Mallorca: Unidad calizas de Santanyí ("Complejo terminal"). In: Pomar, L.; Obrador, J.; Fornós, J. i Rodríguez-Perea, A. Eds. *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca)*. X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983. Grupo Español de Sedimentología. pp 177-206. Palma de Mallorca.
- García-Yagüe, A. i Muntaner, A. 1968. *Estudio hidrogeológico del llano de Palma*. Ministerio de Obras Públicas. D.G.O.P. i S.G.O.P. 3 toms. Madrid.
- Gelabert, B. 1998. *La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca*. Instituto Tecnológico Geominero de España. 129 pp. Madrid.
- Giménez, J. 2003. Nuevos datos sobre la actividad post-Neógena en la Isla de Mallorca. *Geogaceta*, 33: 79-82
- Giménez, J. i Gelabert, B. 2002. Análisis de la actividad tectónica reciente en la isla de Mallorca. In: III Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Valencia, Vol 1: 390-394.
- Grimalt, M. i Rodríguez-Perea, A. 1994. Unidades morfológicas del Llano de Palma (Mallorca). In: Gómez, A., García, J.M. i Arnáez, J. (Coords.): Geomorfología en España. Vol. 2: 403-412. SEG, Madrid
- Hermite, H. 1879. *Études géologiques sur les Îles Balears: première partie Majorque et Minorque*. Thèse. Ed. F. Pichon. 362 pp. Paris.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). 1991. *Mapa Geológico de España. Escala 1:50:000*. Hojas: 698/723(IV) (38-27/38-28) Palma, I. del Toro y Cap de Cala Figuera. 64 pp.; 699 (39-27) Porreras. XX pp. Madrid.
- Logan, B.W.; Rezaki, R.; Ginsburg, R.W. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journal of Geology*, 72: 68-83.
- Mas, G. i Fornós, J.J. 2006. Aportacions al coneixement del Neogen postorogènic de la cubeta sedimentària de Campos (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 67-81.
- Mateu, G. 1982. El Neógeno-Pleistoceno de Mallorca: Biocronoestratigrafía y Paleocenografía en base a los Foraminíferos Planctónicos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 75-133.

- Mateu, G., Viñals, M.J. i Moreiro, M. 1997. Biofacies marginolitorales del Mediterráneo Occidental (Balears, Valencia, Alicante y Murcia). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 123-134.
- Morey, B. 2008. El Puig de Son Seguí i el Puig de Sta. Eugènia. Incògnites geològiques en el centre sud de Mallorca. Testimonis de la història geològica de l'illa i de la Mediterrània en els darrers 15 milions d'anys. *VI Jornades d'Estudis Locals. Ajuntament de Santa Maria* (en premsa)
- Morey, B. 2009. *Santa Eugènia. Natura i medi. Geologia i botànica*. Ajuntament de Santa Eugènia. 280 pp. Santa Eugènia.
- Oliveros, J.M., Escandell, B. i Colom, G. 1960. Estudio de los terrenos postburdigalienses en el llano central de la Isla de Mallorca. *Mem. del Inst. Geolog. y Min. de España*, 61: 349-394.
- Orszag-Sperber, F. 2006. Changing perspectives in the concept of "Lago-Mare" in Mediterranean Late Miocene evolution. *Sedimentary Geology*, 188-189: 259-277.
- Pomar, L. 1979. La evolución tectono-sedimentaria de las Baleares: análisis crítico. *Acta Geologica Hispanica.*, 14: 293-301.
- Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones. X Congreso Nacional de Sedimentología*. Grupo Español de Sedimentología. pp 21-44. Menorca.
- Pujó, M. 1851. Le tremblement de terre du 15 mai 1851 de l'île de Majorque. *Comp. Rend. Acad. Sci. Paris*, 2: 23.
- Rosselló, V.M. 1998. Torrents i cales de Mallorca: aspectes geomorfològics. In: Fornós, J.J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears (Mallorca, Menorca i Cabrera)*. Universitat de les Illes Balears. pp. 331-360.
- Sàbat, F. 1998. Estructura de les Serres de Llevant de Mallorca. In: Fornós, J.J. (ed.): *Aspectes geològics de les Balears (Mallorca, Menorca i Cabrera)*. Universitat de les Illes Balears. pp. 117-135.
- Silva, P.G., González Hernández, F.M., Goy, J.L. i Zazo, C. 1998. Origen y desmantelamiento del Antiforme Plio-Cuaternario de Marratxí (Mallorca, España). *Geogaceta*, 23: 143-146.



# *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha: Cixiidae): first record for Spain

Mateo VADELL and Hannelore HOCH

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Vadell, M. and Hoch, H. 2009. *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha: Cixiidae): first record for Spain). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 123-128. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

A preliminary study on the terrestrial fauna from Cova des Coll (Felanitx, Mallorca), a cave located at the east of Mallorca (Balearic Islands, Spain), was published in 2004. In that study some specimens of the planthopper family Cixiidae remained unidentified. In this paper we report the first record of the epigeal *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 for Spain. A diagnosis of the morphological characteristics of the species as well as information on its geographical distribution and ecology are given.

**Paraules clau:** nova cita, *Cixius pallipes*, Hemiptera, Cixiidae, Balears.

**CIXIUS (CERATOXICIUS) PALLIPES** FIEBER, 1876 (HEMIPTERA: AUCHENORRHYNCHA: FULGOROMORPHA: CIXIIDAE): PRIMERA CITA PER A ESPANYA. Durant l'any 2004 es va realitzar i posteriorment publicar un estudi preliminar de la fauna terrestre de la Cova des Coll (Felanitx, Mallorca), cavitat situada en el llevant de la illa de Mallorca (Illes Balears). En aquest estudi varen quedar pendents d'estudi i determinació distints exemplars d'hemipters (fulgoromorfs), pertanyents a la família Cixiidae. A aquest treball se dona a conèixer per primera vegada a Espanya l'espècie epigea *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 i es comenten les característiques dels exemplars recol·lectats, així com la seva informació biogeogràfica i ecologia.

**Keywords:** new record, *Cixius pallipes*, Hemiptera, Cixiidae, Balears.

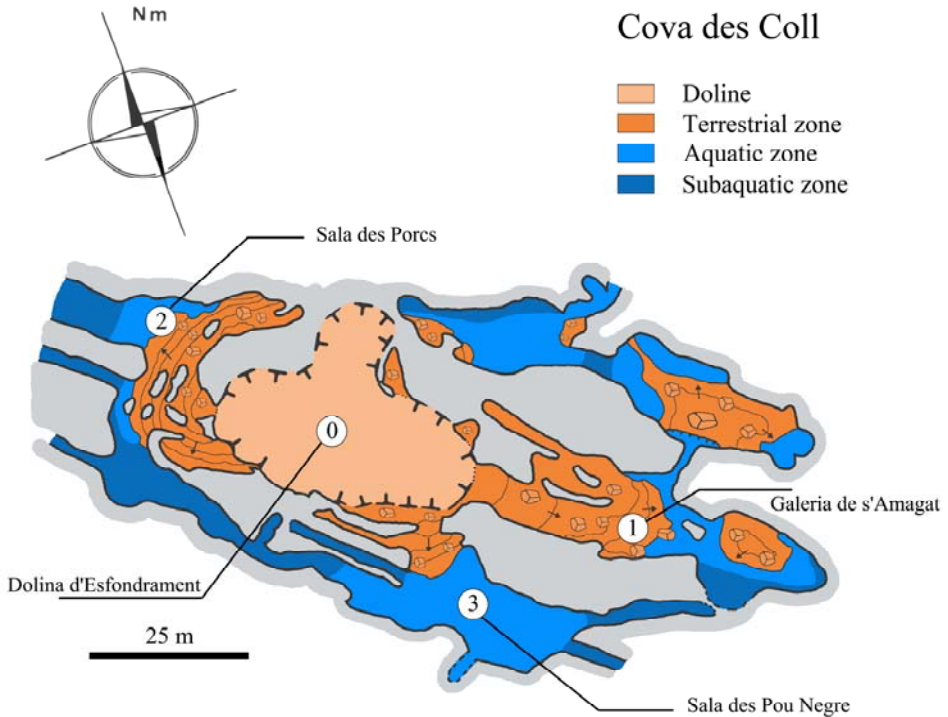
Mateo VADELL, Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, Km 30.5. E-07100. Sóller, Spain; e-mail: lithobius@hotmail.es and Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarida Xirgu, 16 baixos, E-07011. Palma de Mallorca, Spain.; Hannelore HOCH; Museum für Naturkunde, Leibniz Institut für Evolution und Biodiversitätsforschung an der Humboldt-Universität, Invalidenstr. 43, D-10115 Berlin, Germany; e-mail: hannelore.hoch@mfn-berlin.de

Recepció del manuscrit: 23-set-09; revisió acceptada: 29-oct-09

## Introduction

The knowledge of the Cixiidae found in caves from the Balearic Islands is very scarce. The only available data are specimens collected in Coves del Drac from Mallorca by Racovitza (1907). This author reported the capture of several specimens (both larvae and adults) of *Cixius*, sug-

gesting that they should be considered as true troglobitic species because they displayed marked depigmentation, red eyes and they were collected very far from the entrance of the cave. No additional data are available, and this species obviously was never described (Hoch, 1994).



**Fig. 1.** Location of the sampling sites. Cave survey modified from Gràcia *et al.* (1997).  
**Fig. 1.** Localització de les zones de mostreig. Cartografia modificada de Gràcia *et al.* (1997).

Subsequently, some more Cixiidae specimens were collected in other caves from Mallorca, such as Cova des Coll (Felanitx) (Vadell & Zaragoza, 2005), which are presented here, as well as from Coves del Pirata (Manacor) (Vadell *et al.*, 2006) and Cova del Pas de Vallgornera (Llucmajor) (Vadell *et al.*, 2007), which are currently under study.

The Cova des Coll is a cave located at the Mallorcan east locality of Portocolom in the municipality of Felanitx. Currently, the cave has a length of 7.020 m of which 5.529 are underwater galleries and is excavated in Miocene limestones and calcarenites. The cave has two natural entrances, one of them

contacting the sea and the other one located near the village. The latter is accessible through a collapse doline adjacent to the village. There are also two artificial pits, which connect to the cave (Gràcia *et al.*, 1997; 2005).

In 2003 and 2004 a preliminary study was carried out on the terrestrial fauna of the cave in the collapse doline area (Vadell & Zaragoza, 2005) (Fig.1). This doline initially allows the entrance to three halls of the cave: at SE, the Galeria de s'Amagat, at NW the Sala des Porks and at S the Sala des Pou Negre, all of them mostly dry and of easy access; this first paper reported the occurrence of 7 araneid species, 2 pseudos-

corpions, 5 isopods, 1 centipede, 1 millipede, 2 psocopterans, 1 de orthopteran, 2 dipterans, 1 coleopteran and 1 hemipteran (Auchenorrhyncha) (Vadell & Zaragoza, 2005).

The Auchenorrhyncha were captured 35 m inside the Galeria de s'Amagat on roots and in complete darkness. Several specimens (a male, three females and four nymphs) were submitted to the University of Madeira. Other specimens (a male and two nymphs) are included in the Mateo Vadell collection (CMV) and they are curated at the Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN).

## Taxonomy

*Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876  
*Cixius pallipes* Fieber, 1876: 191 [type locality: Italy]

*Cixius pallipes notaticollis* Rey, 1894: 14 [France]

*Cixius pallipes fumipennis* Horváth, 1897: 620 [Croatia]

*Cixius (Ceratoxicius) intermedius pallipes*: Wagner 1939: 103, misinterpretation of *C. intermedius* Scott sec China 1942: 87-88.

Cova des Coll (Felanitx) U.T.M 522770 / 4364500-11: 1 ♂ 2-X-2004, M Vadell leg.,



**Fig. 2.** Male of *Cixius pallipes*.

**Fig. 2.** *Masclle de Cixius pallipes*.

(Reg. CMV n° 021004-CI2). The body size of the collected specimen in male is 5.5 mm (Fig. 2).

## Diagnosis

Genus *Cixius* Latreille: mesonotum tricarinate; apical margins of tegmen without distinct bases of setae between apical veins, those only on veins themselves; pterostigma without scattered bases of setae.

For a key to the subgenera of *Cixius* see China (1942).

Specific characters in the male genitalia of *C. pallipes*: anal tube distally with two comparatively small processes, aedeagus (male copulatory organ) with one movable spine-like appendage on each side of flagellum base and left dorsal lobe of phallosome only weakly developed. The male genitalia are figured in Holzinger *et al.* (2003). The adult specimens display well developed compound eyes as well as tegmina and wings. As no obvious troglomorphy is observed, it is unlikely that the cavernicolous cixiid species reported from Coves del Drach by Racovitza (1907) are identical with *C. pallipes*.

## Distribution

In the Iberian Peninsula the subgenus *Ceratocixius* are represented by *Cixius simplex* (Herrich-Schäffer, 1835), *Cixius cunicularius* (Linnaeus, 1767), both widely distributed in Europe, and *Cixius trirhacoides* only found in the Spanish provinces of Cádiz and Granada (Remane & Holzinger, 1998).

The species *Cixius pallipes* has been recorded in Afghanistan, Armenia,

Azerbaijan, Bulgaria, Corsica, Cyprus, France, Georgia, Greece, Hungary, Iraq, Israel, Italy (type locality), Moldova, Romania, Sardinia, Serbia, Slovakia, Switzerland, Tadzhikistan, Turkey, former Yugoslavia (Nast, 1972; 1987; Lodos & Kalkandelen, 1980; Kalkandelen, 1987; Dlabola, 1977; Drosopoulos, 1980; Demir, 2008).

Records of *C. pallipes* from the Eastern Mediterranean region, Near- and Middle East are doubtful and probably refer to different species, e.g. those from Eastern Europe are likely to concern *C. wagneri* China (M. Asche, Berlin, pers. comm., used with permission).

## Ecology

Although the specimens reported here were found inside a cave, *Cixius pallipes* displays no obvious troglomorphy, and thus is an epigeal (surface dwelling) species.

Even though the collecting site in Cova des Coll is in complete darkness, the adults were found only 35 m away from the entrance suggesting that the physical conditions comply with those of the entrance/transition zone (Howarth, 1983).

## Evolutionary implications

Although little is known about their phenology and habitat requirements of *C. pallipes* elsewhere (Holzinger *et al.*, 2003), it is not unusual for adult Cixiidae to seek dark, humid spaces for shelter from hot and dry conditions in surface environments. In doing so, they may incidentally end up in caves or underground galleries, and there may oviposit on penetrating roots of surface vegetation. The nymphs eventually hatch,

and –as the nymphs of all Cixiidae live in leaf litter or inside the soil– may even occasionally complete their larval development underground. Yet, only if adults manage to locate and recognize potential mating partners under cave conditions (i.e., complete darkness, constant temperature, and constant relative humidity), the evolutionary step from a facultative cavernicolous (troglophilic) to an obligatory cavernicolous (troglobitic) way of life can be realized (Hoch, 1994). Nevertheless, numerous lineages within the Cixiidae and other Fulgoromorpha taxa, have evolved troglobitic and highly troglomorphic species (Hoch, 2002). Therefore, the troglophilic behavior displayed by *C. pallipes* on Mallorca may represent an early stage of troglobite evolution. As Mallorca is rich in caves and apparently offers adequate subterranean habitat for cavernicolous Cixiidae, further exploration and inventory of the cave fauna should yield exciting discoveries.

## Acknowledgements

We sincerely thank Dr. Pere Bover (IMEDEA, Mallorca), D. Juan Antonio Zaragoza (Dept. of Ecology, Faculty of Science, University of Alicante) and Dr. Manfred Asche, Berlin, for helpful comments and suggestions on the manuscript.

## References

- China, W.E. 1942. A revision of the British species of *Cixius* Latr. (Homoptera), including the description of a new species from Scotland. *Transactions of the Society for British Entomology* 8 (3): 79-110.
- Demir, E. 2008. The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part I: Mediterranean region (Homoptera). *Munis Entomology & Zoology*, 3(1): 447-521.
- Dlabola, J. 1977. Chorologische Ergänzungen zur Zikadenfauna des Mittelmeergebietes (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Acta Musei Nationalis Pragae*, 33 B, 1-2: 21-39.
- Drosopoulos, S. 1980. Hemipterological studies in Greece Part II. Homoptera-Auchenorrhyncha, a catalogue of the reported species. *Biologia Gallo-Hellenica*, 9 (1): 187-194.
- Fieber, F.X. 1876. Les Cicadines d'Europe d'après les originaux et les publications les plus récentes. Deuxième partie: Descriptions des espèces. Traduit de l'allemand par Ferd. Rieber [sic]. *Revue et Magasin de Zoologie pure et appliquée* (3) 4: 11-268, pls.3-13
- Gràcia, F., Watkinson, P., Monserrat, T., Clarke, O. and Landreth, R. 1997. Les coves de la zona de ses Partions Portocolom (Felanitx, Mallorca). *Endins*, 21: 5-36.
- Gràcia, F.; Clamor, B.; Jaume, D.; Fornós, J. J.; Uriz, M. J.; Martín, D.; Gil, J.; Gràcia, P.; Febrer, M. and Pons, G.X. 2005. La cova des Coll (Felanitx, Mallorca). Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna i conservació. *Endins* 27: 141-186.
- Hoch, H. 1994. Homoptera (Auchenorrhyncha Fulgoroidea). In Juberthie, C. & V. Decu (Eds), *Encyclopaedia Biospeologica*, Tome I (pp. 313-325), Moulis-Bucarest, 834 pp.
- Hoch, H. 2002. Hidden from the light of day: planthoppers in subterranean habitats (Homoptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha): 139-146. In: Holzinger, W.E. (ed.) *Zikaden. Leafhoppers, Planthoppers and Cicadas* (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha) *Denisia* 4 (Katalog des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge 176, Linz, Austria, 556 pp.
- Holzinger, W.E., Kammerlander, I. and Nickel, H. 2003. The Auchenorrhyncha of Central Europe. Vol. 1: Fulgoromorpha, Cicadomorpha. Cicadellidae. Brill, Leiden, 673 pp.
- Horváth, G. 1897. Homoptera nova ex Hungaria. *Természettudományi Füzetek* 20: 620-643.
- Howarth, F.G. 1983. Ecology of cave arthropods. *Annual Review of Entomology* 28: 365-389.
- Kalkandelen, A. 1987. Türkiye Cixiidae (Homoptera) Türleri Üzerinde Taksonomik

- Calismalar. 1– Familyanın Morfolojik Özellikleri Ve Cins Teshis Anahtari. *Bitki Koruma Bülteni* 27 (3-4): 119-146.
- Lodos, N. and Kalkandelen, A. 1980. Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey. I. Family Cixiidae Spinola. *Türkiye Bitki koruma Dergisi* 4 (1): 15-27.
- Nast, J. 1972. Palaearctic Auchenorrhyncha (Homoptera). An annotated check list. Polish Scientific Publishers, Warszawa, 550pp.
- Nast, J. 1987. The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Europe. *Annales Zoologici Warszawa* 40: 535-661.
- Racovitza, E. 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Biospeleologica Arch. Zool. exp et gén.*, 6: 371-488.

# Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca

Francesc X. ROIG-MUNAR, Pere FRAGA, José Á. MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2009. Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 129-140. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es documenten mesures de diàmetres dels pins (*Pinus halepensis* Mill.) de 18 sistemes platja-duna de Menorca per constatar que aquestes ambients dinàmics han estat objecte d'actuacions de forestació per a la fixació de processos actius en els sectors de dunes semiestabilitzades i estabilitzades, generalment associats a camps de conreus. Els resultats obtinguts, i l'observació de formes dunars erosives internes actualment estabilitzades, ens demostren que aquests sistemes foren objecte d'actuacions antròpiques amb la finalitat de fixació de les formes. Així mateix els resultats demostren que els treballs realitzats en base a l'evolució històrica dels sistemes dunars, que fins ara partien d'un estat òptim de conservació, no tenien presents els processos de fixació previs a les possibles actuacions de forestació. Tot plegat permet establir algunes recomanacions per a una gestió a llarg termini d'aquests hàbitats.

**Paraules clau:** *Pinus halepensis*, antecedents històrics, antropització, diàmetres, gestió, conservació.

FIXATION AND STABILISATION OF COASTAL DUNES IN THE BALEARIC ISLANDS THROUGH AFFORESTATION: A CASE STUDY IN MINORCA. It is a well documented issue that coastal dune systems of Spain have been systematically fixed and stabilised through afforestation initiatives developed both from public or private landowners mainly in the first half of the XX century. Most beaches of Minorca have a pine forest (*Pinus halepensis* Mill.) associated to their dune system. In order to verify their anthropogenic origin measurements of the trees in 18 localities have been taken. Results show a high uniformity in diameters ranges, thus supporting the presumption that this type of vegetation may be not natural from most of the dune systems of the island as have been indicated by previous authors. Moreover, seems to be a strong relationship between these altered dune systems and the presence of cultivated lands. These results may be of worth consideration in a long term management of these habitats.

**Keywords:** *Pinus halepensis*, historical background, anthropic, DBH, management, conservation.

Francesc X. ROIG i MUNAR, QUATRE, consultoria ambiental, Carrer Carritxaret, 18-6, Es Migjorn Gran, 07749, Menorca i, Institut Menorquí d'Estudis, Camí des Castell, 28, 07702 Maó, Menorca; Pere FRAGA, Institut Menorquí d'Estudis, Camí des Castell, 28, 07702 Maó, Menorca; José Ángel MARTÍN PRIETO, Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma; Guillem X. PONS (guillemx.pons @uib.es) i Antonio RODRÍGUEZ PEREA, Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa km 7,5, Palma.

Recepció del manuscrit: 2-des-09; revisió acceptada: 30-des-09

## Introducció

Els processos de fixació de dunes mitjançant actuacions de forestació estan recollits en abundant bibliografia tant a l'àmbit estatal com a l'internacional (Valls, 1870; Artigas, 1887; 1889; 1890; 1896; Anònim, 1890; de Castro, 1900a, 1900b; Codorniu, 1908; Tiismann, 1924; Whitehead, 1964; Ranwell i Boar, 1986; Gadgil i Ede, 1998; Tastet i Pontee, 1998; Hilton *et al.*, 2000; Lemauviel i Roze, 2000; Pausas *et al.*, 2004; Hilton, 2006; Mayol, 2006). En general, el seu objectiu és evitar que els fronts dunars afectin de manera negativa a zones d'interès per l'activitat humana, com ara terres d'interès agrari o nuclis de població (Ranwell i Boar, 1986; Gadgil i Ede, 1998). Tanmateix, aquestes actuacions estan reconegudes com un impacte negatiu pel que fa a la conservació d'aquests ambients (Ranwell i Boar, 1986; Gallego Fernández *et al.*, 2003).

A finals del s. XVIII les zones litorals eren encara espais hostils i inhòspits, a l'hora que perillosos per a la població, fet que queda de manifest amb els pocs nuclis urbans associats al litoral, molt d'ells emmurallats. Una situació encara més evident i agreujada en els territoris insulars (Grove i Rackham, 2003).

Abans del període turístic actual, que es fonamenta principalment en l'explotació litoral dels sistemes platja-duna com a espai d'oci (Valdemoro i Jiménez, 2006), es mantenia un dinamisme natural i equilibrat en aquests que suposava en alguns indrets de la costa un perill per a la població i per als conreus, degut a l'avanç de les dunes cap a les zones internes. Segons Madariaga (1909) en determinats punts de la costa existien grans superfícies ocupades per arenals que avançaven terra endins conquerint terrenys fèrtils, fent-los improductius i enterrant cases i poblacions

senceres. L'autor cita que en casos de terrenys productius afectats per arenes voladores no queda més opció que la forestació per retenir i estabilitzar terrenys arenosos mòbils fins el cobriment definitiu de les arenes, tornant aquests espais o camps de desolació en fonts de riquesa i hermosura.

És a partir de 1902 que s'utilitza l'arbrat com a mesura eficaç per evitar l'avanç de l'arena en l'àmbit estatal, on el cos d'enginyers forestals assumeix gran part d'aquestes tasques de fixació mitjançant projectes executius al llarg de tota la costa espanyola (Figueras, 1981). Dins d'aquests projectes destaquem les forestacions dels sistemes dunars de la badia de Roses, l'Alt Empordà (Catalunya), on s'estabilitzaren les dunes provinents del Montgrí (Artigas, 1887; 1889). Les dunes de la zona d'Andalusia també foren objecte d'estabilització, com ara les de Huelva (Maceira, 1890) i Cadis (Fernández de Castro, 1917). També ho foren les de Guardamar (Mira, 1903, Codorniu, 1908) a la província d'Alacant o les del País Basc (Uriarte Ayo, 1998). En el cas de les Illes Balears, Mayol (2006) aporta la primera referència de forestacions referent al *Proyecto de corrección de dunas de las isla de Formentera*, amb data de l'any 1944, on s'utilitzen diferents tècniques de fixació amb l'ús d'*Ammophila arenaria* i *Ampelodesmos mauritanica*, com herbàcies, i l'ús de vegetació de port arbori amb *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* i plantacions puntuals de xipresos (*Cupressus* sp. pl.), tamarells (*Tamarix* sp. pl.), fassers (*Phoenix dactylifera*) i ricí (*Ricinus communis*). Aquestes tasques de fixació dirigides per l'escola espanyola de forestals no es centraren sols en territori espanyol, sinó que també realitzaren tasques de forestació a les zones de protectorat, com és el cas de la zona de Tetuán (Marroc), on els



campes dunars envaïen les noves zones urbanes i agràries, així com les infraestructures viàries (Cantarino i Seva, 1997).

Segons Artigas (1890), les arenes poden avançar terra endins des de metres a més de 14 km, variant la seva forma a causa de l'extrema finor dels grans que cobreixen camps, monts i edificis, convertint els més fèrtils terrenys i poblacions en silenciosos i inhospitalaris deserts. Aquestes arenes voladores en continu moviment, segons definició de l'autor, no destrossen ni ofenen res, sols modifiquen, ja que les fulles dels arbres estan encara verdes abans de desaparèixer sota l'arena. Per desenvolupar les tasques encaminades a la consolidació dels arenals, Artigas (1890) proposa el seguiment de diferents etapes com ara:

a) aixecament d'un plànol i fitació de les propietats objecte de repoblació quan siguin de l'Estat. En cas de propietats privades que desitgin fixar les arenes ho podran fer ajustant-se al projecte aprovat per l'estat.

b) creació de cordons de defensa, anomenats dunes litorals o contradunes, considerat treball indispensable per el bon èxit de les tasques de repoblació i formació de la duna litoral. Les tasques consisteixen en la fixació, a una distància de 100 a 200 m de la major alçada ordinària assolida per les aigües de la mar, amb la creació de pantalles de taulons en direcció paral·lela a la línia de costa. Presenten 1,60 m de llarg, de 12 a 15 cm de taula i 3 cm de gruixa, amb una profunditat de 6 cm, col·locant 5 per metre lineal deixant un interval de 2 a 3 cm a fi i efecte de deixar el pas d'arena. Amb aquest mètode l'autor estima que amb un període d'un any estan coberts de sediment, per la qual cosa es proposa aixecar els taulons per, posteriorment, replantar sobre la nova forma no

consolidada gramínies, generalment borro (*Ammophila arenaria*), a banda i banda de la neofoma dunar (les cares d'*stoss* i *lee*) que haurà estat formada per processos d'interferència eòlica (Savage, 1963; Savage i Woodhouse, 1969).

c) repoblacions de vegetació de port arbori, ja dins la zona interna del sistema condicionat per la nova duna litoral es repoblarà amb espècies dominants com el *Pinus pinaster* i amb plantes auxiliars o protectores (*Ulex europaeus*, *Genista scoparia*, *Ammophila arenaria*, etc.).

Aquesta metodologia d'actuació, dissenyada al 1890, té més consistència i rigor que alguns dels mètodes utilitzats a dia d'avui per part de la Direcció General de Costes de l'Estat en alguns dels sistemes dunars de Balears, on s'afavoreix la fragmentació i erosió del sistema per l'ús de tècniques poc adients (Roig-Munar i Juaneda, 2010).

També es pot destacar algunes tasques de fixació de dunes que no es trobaven vinculades a projectes de l'estat, com ara les fixacions de les dunes de Begur, Baix Empordà (Catalunya), que foren fixades, segons Carandell (1979), honrosament pels propietaris que sembraren de pins el que eren vinyes i erms, i on actualment trobem masses de *Pinus pinaster*. L'autor atribueix a aquestes tasques privades la transformació de zones desèrtiques i d'amenaça constant cap a la població, referint-se a les dunes. Tampoc no poden deixar d'esmentar-se les tasques de fixació a petita escala de formes dunars semi-estabilitzades associades a cala Borró, Alt Empordà (Roig-Munar et al., 2009). En el cas de Menorca, Roig-Munar et al. (2008b) fan un recull d'informació oral de les forestacions dels sistemes dunars semiestabilitzats de les platges de Morella, es Grau i cala de sa Torreta, les quals van ser realitzades per la propietat. En relació

amb aquest darrer treball, basat en l'observació, fotografia històrica i fonts orals, el present estudi pretén verificar la possible existència d'altres casos semblants a l'illa prenent com a referència una caracterització quantitativa bàsica de l'espècie vegetal més habitual per aquestes actuacions: *Pinus halepensis*.

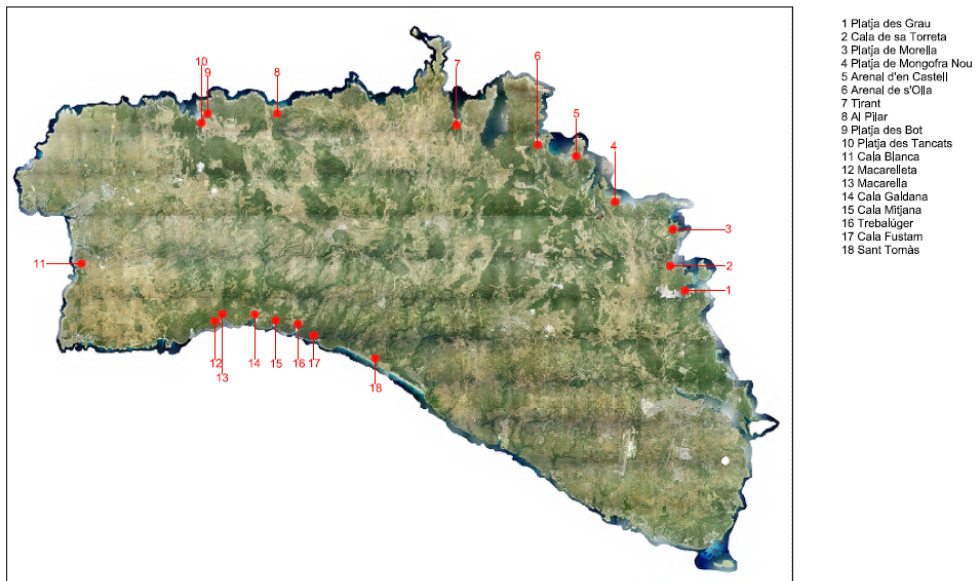
### Àmbit d'estudi

L'àmbit d'estudi es centra en els sistemes platja-duna de Menorca que aparentment presenten masses forestals de tipus homogeni (ordre i alçada) als sectors de formes semiestabilitzades i estabilitzades. S'han analitzat 18 sistemes platja-duna que, a priori, presentaven fenòmens d'antropització per processos de fixació mitjançant la forestació arbòria (Fig. 1).

### Material i mètodes

Per a la realització d'aquest estudi s'ha fet una revisió inicial dels sistemes dunars coneguts actualment a Menorca. D'aquests s'ha fet una selecció dels que presentaven possibles evidències d'haver-hi fet actuacions de fixació mitjançant la introducció intencionada o la discriminació positiva de *P. halepensis*. La selecció d'aquesta espècie com indicadora de possibles actuacions antròpiques obeeix a diferents raons:

- a) Hi ha evidències clares que no és una espècie habitual en la vegetació dels sistemes dunars dinàmics (Bolòs, 1967).
- b) El seu creixement ràpid i el seu comportament pioner la fan una espècie adequada per estabilitzar ambients alterats (Ortuño, 1990; Pastor-López i Martín-Martín, 1993).



**Fig. 1.** Ubicació dels 18 sistemes platja-duna estudiats.  
*Fig. 1.* Distribution of the 18 dune systems studied.

- c) La producció ex situ a partir de llavors és relativament fàcil (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)
- d) El procés d'adaptació del lloc de cultiu al definitiu és també senzill i amb pocs problemes (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)
- e) Es té constància del seu ús per a forestacions en diferents fonts bibliogràfiques tant en tot l'àmbit de la regió mediterrània (Quézel i Médail, 2003), com especialment a l'estat espanyol (Escarré *et al.*, 1989; Ortuño, 1990; Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Olivera *et al.*, 2003; Quézel i Médail, 2003).

La determinació de la presència d'aquesta espècie en els sistemes dunars s'ha fet a partir d'una inspecció visual i també gràcies als coneixements previs dels propis autors. Una vegada confirmada la presència d'aquesta espècie, s'han seleccionat aquelles localitats que reunien els següents de criteris:

- a) La població de *P. halepensis* estava formada per un nombre suficient d'individus com per fer una mesura aleatòria de les característiques quantitatives.
- b) La població de *P. halepensis* mostrava evidències clares d'estar situada damunt morfologies dunars.
- c) La població de *P. halepensis* mostrava una disposició més o manco homogènia pel que fa a la distribució i característiques dels individus.

Una vegada seleccionades les localitats a cada una d'elles es va mesurar el diàmetre a 1,30 m del terra (diàmetre normal o diàmetre a l'alçada del pit) mitjançant una

cinta de diàmetre de 20 individus escollits aleatòriament dins cada massa boscosa. Aquesta dada quantitativa és una de les més habituals per l'inventari i caracterització de masses boscoses amb predomini d'espècies arborescents (p. ex. Tsitsoni i Karagianakidou, 2000; Montero *et al.*, 2001; De Luis *et al.*, 2009).

Al mateix temps, per a cada un dels sistemes també s'han realitzat observacions per determinar la possible presència d'actuacions antròpiques que afectessin a la morfologia dunar. Igualment, i d'acord amb el que s'ha exposat a la introducció sobre els motius que han provocat les actuacions de fixació mitjançant forestació, també s'ha realitzat una observació senzilla dels ambients del seu entorn, especialment pel que fa la possible presència, actual o en temps passat d'activitat antròpica (cultius, pastures o altres aprofitaments de recursos naturals).

## Resultats

Aplicant els raonaments i criteris exposats en l'apartat anterior s'han seleccionat un total de 18 sistemes dunars amb poblacions de *P. halepensis* (Fig. 1). Els resultats de la mesura del diàmetre i les característiques dels sistemes dunars es poden veure resumits a la taula 1 i en el gràfic de la Fig. 2 per a cada un dels sistemes dunars. En aquest gràfic es posa en evidència que a la majoria de localitats el diàmetre mitjà se situa entre els 34 i 37 cm, només a tres localitats: Macarella, cala Fustam i Sant Tomàs la mitja aritmètica dels diàmetres és significativament superior situant-se per damunt de 40 cm.

Aquest resultat uniforme no respon només a una operació matemàtica, sinó que com es pot comprovar a la taula 2 i en el gràfic de la Fig. 3, és també el reflex de

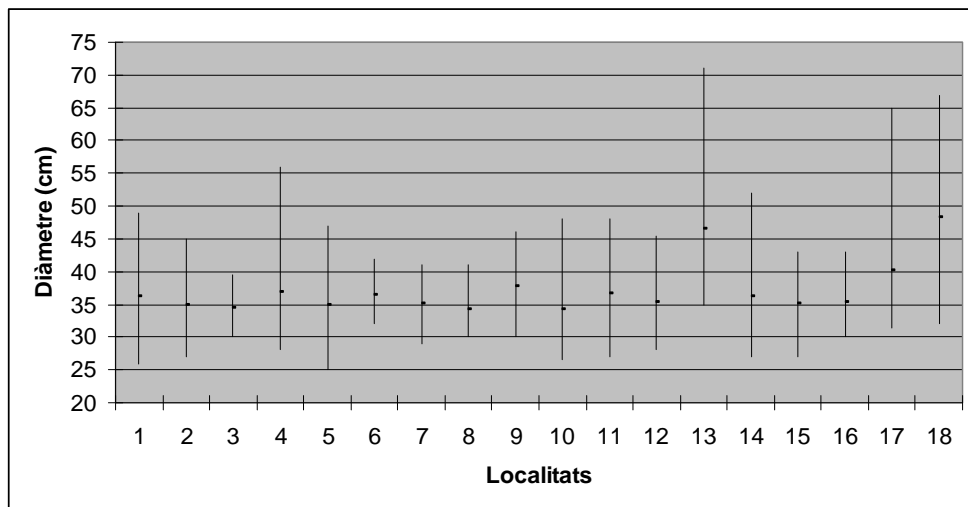
	Denominació	Diàmetre màxim (cm)	Diàmetre mínim (cm)	Mitjana diàmetres (cm)	Superfície forestada (m <sup>2</sup> )	Perímetre superfície forestada (m)	Ambients, característiques de l'entorn immediat
1	Es Grau	49,0	26,0	36,175	64.667	1.347	Terres amb interès agropecuari
2	Sa Torreta	45,0	27,0	34,875	33.226	742	Terres amb interès agropecuari
3	Morella	39,5	30,0	34,5	71.945	1.059	Terres amb interès agropecuari
4	Mongofre	56,0	28,0	36,9	30.170	1.139	Ambients forestals
5	Arenal d'en Castell	47,0	25,0	34,825	21.837	753	Ambients forestals
6	S'Olla	42,0	32,0	36,475	286.240	2.687	Terres amb interès agropecuari
7	Tirant	41,0	29,0	35,05	194	37.61	Terres amb interès agropecuari
8	Pilar	41,0	30,0	34,325	226.689	2.139	Terres amb interès agropecuari
9	Es Bot	46,0	30,0	37,675	43.655	816	Terres amb interès agropecuari
10	Tancats	48,0	26,5	34,3	158.032	2.908	Terres amb interès agropecuari
11	Cala Blanca	48,0	27,0	36,625	9.315	471	Terres amb interès agropecuari
12	Macarelleta	45,5	28,0	35,275	15.894	940	Terres amb interès agropecuari
13	Macarella	71,0	35,0	46,575	13.010	641	Terres amb interès agropecuari
14	Cala Galdana	52,0	27,0	36,275	15.403	717	Ambients forestals
15	Cala Mitjana	43,0	27,0	35,125	17.178	1.456	Ambients forestals
16	Trebalúger	43,0	30,0	35,25	86.048	1.642	Terres amb interès agropecuari
17	Cala Fustam	65,0	31,5	40,05	12.547	647	Ambients forestals
18	Sant Tomàs	67,0	32,0	48,214	13.235	836	Terres amb interès agropecuari

**Taula 1.** Resum dels diàmetres per localitat i dimensions de les àrees forestades.

*Table 1.* Summary of diameters ranges and dimensions of forested areas.

l'interval de diàmetres més freqüent en el conjunt de les localitats estudiades, representant al voltant del 70% dels individus mesurats.

Per altra banda, segons les observacions realitzades in situ, sembla que els sistemes platja-duna analitzats no presenten creacions artificials de contradunes, ja que



**Fig. 2.** Representació gràfica dels intervals de diàmetres per localitat.

*Fig. 2. Graphic representation of diameters ranges in each dune system.*

en alguns d'ells es pot observar formes fixades corresponents a canals de defalcació interns, per trencament de morfologies davanteres, fixats per repoblacions en la zona interna del sistema dunar semiestabilitzat i estabilitzat, com ara Es Grau, Torreta, Es Bot i Es Tancats (Fig. 1). En aquests sistemes s'observen morfologies fixes ben definides de lòbuls d'avanç intern, com s'intueix a la Fig. 4.

Al llarg dels 18 sistemes no s'aprecien, ni es té constància, segons les entrevistes orals realitzades (Roig-Munar *et al.*, 2008b), de la sembra de vegetació de port herbaci per afavorir processos de retenció. Tampoc no s'aprecien, ni es té constància, segons aquestes (Roig-Munar *et al.*, 2008b), de la creació de tasques amb la finalitat de retenció sedimentària a cap dels sistemes dunars.

Pel que fa a les característiques dels ambients o entorns immediats (Taula 1), la gran majoria dels sistemes es troben en contacte directe o indirecte amb terres

d'interès agropecuari, fins i tot encara en l'actualitat. Només un pocs sistemes dunars queden envoltats d'ambients forestals sense evidències classes d'un ús agrícola recent. Segons les entrevistes orals, les actuacions de forestació que s'han pogut constatar obeeixen més a una voluntat dels propietaris que no a un projecte planificat per part de les institucions públiques.

## Discussió

Agafant com a referència dades de Tsitsoni i Karagiannakidou (2000) i considerant que les condicions ambientals de Menorca afavoreixen un creixement relativament ràpid per aquesta espècie (Gil *et al.*, 2003), l'estimació d'edat per als individus mesurats es podria situar entre 40 i 50 anys, açò és que les possibles plantacions s'haurien fet cap als anys 60 del segle passat. Una dada que també es veuria recolzada pels testimonis gràfics consultats.

Intèrval (cm)	N	%
25-29	25	7
30-34	117	33
35-39	133	38
40-44	43	12
45-49	22	6
50-54	6	2
>55	8	2

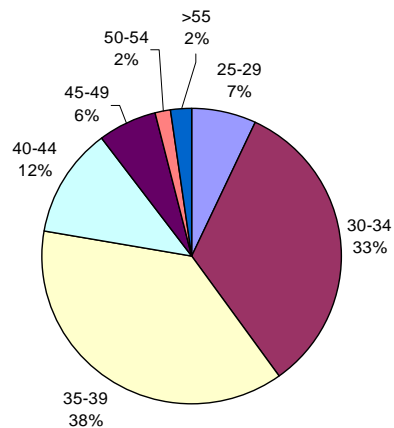
**Taula 2.** Representació dels intervals de diàmetre en el conjunt de localitats.

**Table 2.** Proportion of diameters ranges for the whole studied dune systems.

La similitud dels diàmetres a les diferents poblacions estudiades també dona peu a pensar que es tracta de plantacions o com a mínim de poblacions derivades d'una clara discriminació positiva (De Luis *et al.*, 2009). Només els sistemes corresponents a les localitats de Macarella, cala Fustam i Sant Tomàs quedarien fora d'aquesta suposició per presentar uns diàmetres sensiblement més grossos, però aquesta desviació també es pot explicar per unes condicions més favorables pel creixement de *P. halepensis*, com ara sòls més profunds o ambients més protegits, unes condicions que efectivament hi són presents en el cas de Macarelleta i cala Fustam on aquestes formacions forestals queden encaixonades dins petits barrancs associats directament a la llera torrencial amb constància, al menys a la segona, de fonts d'aigua dolça properes a la zona de creixement. En canvi, aquest no és el cas de Sant Tomàs, on la massa forestal estudiada es troba en un espai obert i relativament elevat respecte a les terres que l'envolten.

Així, en aquesta localitat l'edat de les plantes podria ser més important o bé van rebre algun tipus de tractament que afavorir el seu desenvolupament, un fet del tot possible ja que dins aquesta formació hi ha evidència d'una certa intervenció: camins, murs de retenció, anivellació, etc. En

qualsevol cas seria necessari fer altres tipus d'estudi, com ara dendrocronologies, per verificar aquestes suposicions. També s'ha de fer notar, d'acord amb el que és habitual a l'illa, que a les localitats de migjorn els diàmetres són lleugerament més grossos que a les de tramuntana per la major idoneïtat dels sòls calcaris i permeables pel desenvolupament d'aquesta espècie (p. ex. Ceballos i Ruiz de la Torre, 1979; Do Amaral Franco, 1986). Les raons que causen aquestes possibles actuacions no s'han pogut esbrinar del tot, malgrat algunes fonts orals (Roig-Munar *et al.*, 2008b), però podrien ser vàries. Des de les purament estètiques o paisatgístiques fins les lligades a la productivitat forestal o la consideració dels sistemes dunars com a llocs erms necessitats d'una forestació. Tampoc s'ha de descartar que les possibles actuacions volguessin establir una possible protecció de les terres d'interès agropecuàries a l'avançament dels sistemes dunars. El fet que la gran majoria tinguin un contacte directe amb aquestes recolzaria



**Fig. 3.** Representació gràfica dels intervals de diàmetre en el conjunt de localitats.

**Fig. 3.** Graphic representation of diameter ranges for the whole studied dune systems.



**Fig. 4.** Morfologia erosiva per trencament de formes dunars davanteres fixada per processos de reforestació, Es Grau.

**Fig. 4.** Erosive morphology by breaking of the dune front forms set for reforestation processes, Es Grau.

aquesta hipòtesi. Igualment s'ha de considerar la diferenciació entre els sistemes que delimiten directament amb terres agrícoles i aquells caracteritzats per dunes remuntats.

Així doncs es pot diferenciar aquells sistemes platja-duna ubicats en zones dominades per un relleu pla, com ara es Grau, es Tancats o Tirant, o les dominades per un relleu còncav, com ara Morella o Macarella, on la forma de platja o cala i les terres internes associades afavoreixen el desenvolupament de formes dunars cap a l'interior amb contacte amb camps de conreus, els quals foren possiblement en el seu moment guanyats al sistema amb l'eradicació de les formes dunars internes, com el cas més clar d'es Tancats o sa cala Blanca. També aquells sistemes dunars associats a cales de petit ordre que foren forestades per evitar l'evolució de formes dunars remuntats i morfologies de *falling-dune* associades a la presència de veles

agràries, com és el cas de Macarelleta, o de terres internes de conreus, ja llunyanes a la platja, com és el cas de Mitjana, Galdana, Fustam o Trebalúger, aquestes actuacions obeeixen possiblement a evitar l'avanç de possibles mants eòlics o de l'arribada de material sedimentari en suspensió. Dins aquestes actuacions sobre camps dunars interns actius de tipus grim pant destaca la forestació realitzada al sistema intern de cala Pilar, dins la zona centre del sistema remuntant més actiu per evitar l'arribada de sediment a les finques d'Alfurí, ja dins una plana interna i ubicada a més de 1.200 m de la platja.

Ja sigui per una raó o per altra, tampoc no seria descabellat pensar amb una possible relació amb el *Plan para la repoblación forestal de España* aprovat l'any 1939, encara ben vigent en aquesta època i precisament més enfocat a la restauració d'àrees considerades com a degradades (Ortuño, 1990).

## Conclusions i recomanacions per a la gestió

Els resultats obtinguts demostren que alguns dels treballs evolutius en l'espai-temps de sistemes platja-duna (Roig-Munar *et al.*, 2006) no partien d'una realitat de naturalitat, ja que aquests sistemes havien estat antropitzats prèviament mitjançant les forestacions, tot i que els resultats obtinguts en l'anàlisi evolutiva no varien pel que fa als objectius marcats en aquest tipus de treballs, l'evolució de línia de costa i morfologies dunars.

En base a altres observacions realitzades a l'illa de Mallorca no es descarta que els sistemes dunars existents o relictos corresponents a formes semiestabilitzades o estabilitzades de les badies de Palma i Alcúdia no haguessin estat objecte de forestacions, ja que a dia d'avui podem apreciar masses boscoses de pi amb diàmetres de similar ordre i alçades homogènies de les seves copes.

Els resultats d'aquest estudi també mostren, tot coincidint amb altres autors (Bolòs, 1967; Costa i Mansanet, 1981), que *Pinus halepensis* en la majoria de casos no es pot considerar una espècie vegetal característica dels sistemes dunars naturals, sinó que la seva presència pot obeir a actuacions antròpiques.

A la vegada, com ja han observat altres autors (Maestre i Cortina, 2004; Pausas *et al.*, 2004), aquestes actuacions tenen efectes negatius a la llarga especialment pel que fa la conservació de la biodiversitat (Ranwell i Boar, 1986; Gadgil i Ede, 1998; Hilton *et al.*, 2000; Bellot *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2006; Hilton, 2006) i la dinàmica pròpia dels sistemes platja-duna. En aquest sentit, s'ha de tenir present, que encara recentment s'han fet actuacions semblants en alguns sistemes dunars de Menorca (Roig-Munar *et al.*, 2008a).

## Bibliografia

- Anònim. 1890. Estudio sobre la fijación de las dunas situadas en el término municipal de Almonte, en la provincia de Huelva. *Revista de Montes*, 14: 281-287, 311-318, 343-348, 367-373, 388-397, 448-457, 472-479, 496-502, 505-510.
- Artigas, P. 1887. Las dunas de Torroella de Mongri. *Revista de Montes*. Año XI, núm 257: 489-491.
- Artigas, P. 1889. Dunas procedentes del Golfo de Roses. *Revista de Montes*, 300: 329-331.
- Artigas, P. 1890. *Selvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta de Moreno y Rojas. Madrid.
- Artigas, P. 1896. Las dunas del golfo de Rosas. *Revista de Montes*, 20: 536-541, 9-15.
- Baeza, M.J., Pastor, A., Martín, J., Ibáñez, M. 1991. Mortalidad post-implantación en repoblaciones de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Ceratonia siliqua* y *Tetraclinis articulata* en la provincia de Alicante. *Studia Oecologica*, 8: 139-146.
- Bellot, J., Maestre, F.T., Chirino, E., Hernández, N. i de Urbina, J.A. 2004. Afforestation with *Pinus halepensis* reduces native shrub performance in a Mediterranean semiarid area. *Acta Oecologica*, 25: 7-15.
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 38: 3-280.
- Cantarino, C.M. i Seva, E. 1997. Transformaciones en el paisaje natural del litoral mediterráneo de Marruecos durante la época del Protectorado español (1912-1956). I: política de desecación de zonas húmedas en la región de Tetuán. In: Ater, M. i Dakki, M. (eds.). *Actes du séminaire sur les marais Smir-Restinga (Maroc): Écologie et propositions d'aménagement (Tetouan, 16-17 mars 1995)*: 69-83. Travaux de l'Institut Scientifique. Memoire hors serie. Rabat.
- Ceballos, L. i Ruiz de la Torre, J. 1979. *Arboles y arbustos de la España peninsular*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.



- Codorniu, R. 1908. Las dunas de Guardamar. *Revista de Montes*, 754: 445-451.
- Costa, M. i Mansanet, J. 1981. Los ecosistemas dunares levantinos: la dehesa de la Albufera de Valencia. *Anales del Real Jardín Botánico de Madrid*, 37: 277-299.
- De Castro, A.F. 1900a. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 559, 561: 225-232, 281-285
- De Castro, A.F. 1900b. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 565: 395-400.
- De Luis, M., Novak, K., Čufar, K. i Raventós, J. 2009. Size mediated climate-growth relationships in *Pinus halepensis* and *Pinus pinea*. *Trees*, 23: 1065-1073.
- Do Amaral Franco, J. 1986. *Pinus* L. In: Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, P., Muñoz Garmendia, F., Paiva, J. i Vilar, L. *Flora iberica*. Vol. I. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid.
- Escarré, A., Martín, J. i Seva, E. 1989. *Estudio sobre el medio y la biocenosis en los arenales de la provincia de Alicante*. Diputación Provincial de Alicante.
- Fernández, C., Lelong, B., Vila, B., Mévy, J.-P., Robles, C., Greff, S., Dupouyet, S. i Bousquet-Mélou, A. 2006. Potential allelopathic effect of *Pinus halepensis* in the secondary succession: an experimental approach. *Chemoecology*, 16: 97-105.
- Fernández de Castro, M. 1917. Dunas de la provincia de Cádiz. *Revista de Montes*, 961: 77-85.
- Gadgil, R.L. i Ede, F.J. 1998. Application of scientific principles to sand dune stabilization in New Zealand: past progress and future needs. *Land Degradation & Development*, 9: 131-142.
- Gallego Fernández, J.B., García Mora, R. i Ley Vega de Seoane, C. 2003. Restauración de ecosistemas dunares costeros. In: Rey Benayas, J.M. (ed.). *Restauración de ecosistemas en ambiente mediterráneo*: 157-172. Asociación Española de Ecología Terrestre.
- Gil, L., Manuel, C. i Díaz-Fernández, P. 2003. La transformación histórica del paisaje forestal en las Islas Baleares. IFN 3. Madrid.
- Grove, A.T. i Rackham, O. 2003. *The nature of Mediterranean Europe. An ecological history*. Yale University Press. New Haven and London.
- Hilton, M.J. 2006. The loss of New Zealand's active dunes and the spread of marram grass (*Ammophila arenaria*). *New Zealand Geographer*, 62: 105-120.
- Hilton, M.J., Macauley, U. i Henderson, R. 2000. *Inventory of New Zealand's active dunelands*. Science for Conservation, 157. Department of Conservation. Wellington.
- Lemauviel, S. i Roze, F. 2000. Ecological study of pine forest clearings along the French Atlantic sand dunes: Perspectives of restoration. *Acta Oecologica*, 21: 179-192.
- Maceira, A.G. 1890. Estudio sobre la fijación de las dunas situadas en el término municipal de Almonte, en la provincia de Huelva. *Revista de Montes*, 322: 281-510.
- Madariaga, J.A. 1909. Repoblación forestal. Medios de dar valor a eriales y terrenos pobres Madrid. Imprenta alemana.
- Maestre, F.T. i Cortina, J. 2004. Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas?, *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317.
- Mayol, J. 2006. Un gran projecte de postguerra: La repoblació forestal de les dunas de Formentera. *Eivissa*, 44-45: 9-16.
- Mira, F. 1903. Reseña de las dunas de Guardamar. *Revista de Montes*, 635: 862-888.
- Montero, G., Cañellas, I. i Ruiz-Peinado, R. 2001. Growth and yield models for *Pinus halepensis* Mill. *Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales*, 10: 179-201.
- Oliveras, I., Martínez-Vilalta, J., Jiménez-Ortiz, T., Lledó, M.J., Escarré, A. i Piñol, J. 2003. Hydraulic properties of *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* and *Tetraclinis articulata* in a dune ecosystem of Eastern Spain. *Plant Ecology*, 169: 131-141.
- Ortuño, F. 1990. El plan para la repoblación forestal de España del año 1939. Análisis y comentarios. *Ecología*, Fuera de Serie 1: 373-392.
- Pastor-López, A. i Martín-Martín, J. 1993. Los bosques protectores de *Pinus halepensis* en la provincia de Alicante. Características de

- un proceso de revegetación. *Mediterránea Series de Estudios Biológicos*, 14: 57-58.
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. i Vallejo, R. 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for and old practice – a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Quézel, P. i Médail, F. 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier. Paris.
- Ramos Figueras, J.L. 1981. Repoblaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Ranwell, D.S. i Boar, R. 1986. *Coast dune management guide*. Institute of Terrestrial Ecology. University of East Anglia. Norwich.
- Roig-Munar, F. X. i Juaneda, J. 2010. La gestió litoral dins el marc de Menorca Reserva de Biosfera: quinze anys d'experiència. In: Vidal Hernández, J.M. i Comas, E. (eds.). *Jornades sobre els 15 anys de Reserva de Biosfera a Menorca*: 101-105. Col·lecció Recerca, 17. Institut Menorquí d'Estudis.
- Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J.A., Comas-Lamarca, E. i Rodríguez-Perea, A. 2006. Space-time Analysis (1956-2004) of human use and management of the Beach-Dune Systems of Menorca (Balearic Islands, Spain). *Journal Coastal Research*, Special Issue, 48: 107-111.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008a. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 103-116.
- Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J. A., Rodríguez-Perea, A. i Pons, G. X. 2008b. Notes sobre la repoblació dels sistemes dunars d'es Grau, Torreta i Morella (parc natural de s'Albufera d'es Grau, Menorca). In: Pons, G.X. (ed.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*: 333-335. Societat d'Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca.
- Roig-Munar, F. X., Pintó, J. Martín-Prieto, J. A. 2009. Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de Cala Borró (Cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52.
- Savage, R. 1963. Experimental study of dune building with sand fences. *Proceedings of the 8th Conference in Coastal Engineering*: 380-396. American Society of Civil Engineers. Nova York.
- Savage, R. i Woodhouse, W. W. 1969. Creation and stabilization of coastal barrier dunes. *Proceedings of the 11th Conference in Coastal Engineering*, 1: 671-700. American Society of Civil Engineers. Nova York.
- Tastet, J.-P. i Pontee, N.I. 1998. Morphochronology of coastal dunes in Médoc. A new interpretation of Holocene dunes in Southwestern France. *Geomorphology*, 25: 93-109.
- Tiismann, B. 1924. Coastal dunes of Hiiumaa, their stabilisation and forestation. *Tartu Ülikooli Metsaosaakonna Toimetised*, 1: 1-95.
- Tsitsoni, T. i Karagiannakidou, V. 2000. Site quality and stand structure in *Pinus halepensis* forests of north Greece. *Forestry*, 73: 51-64.
- Uriarte Ayo, R. 1998. Economías campesinas y explotación forestal en el País Vasco durante el Antiguo Régimen. *Zainak. Cuadernos de Antropología-Etnografía*, 17: 101-110.
- Valdemoro, H.I. i Jiménez, J.A. 2006. The influence of shoreline dynamics on the use and exploitation of Mediterranean tourist beaches. *Coastal Management*, 34: 405-423.
- Valls, A. 1870. Las dunas de la ciudad de San Sebastián, su repoblación y su cultivo. *Revista de Montes*, 3: 89-94.
- Whitehead, P.S. 1964. Sand dune reclamation in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry*, 9: 146-153.

# Descripció del sistema platja-duna de dunar de Trebalúger i Sant Llorenç (Sud de Menorca, Illes Balears)

Francesc X. ROIG-MUNAR, Pere FRAGA, José Á. MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2009. Descripció del sistema platja-duna de dunar de Trebalúger i Sant Llorenç (S de Menorca, Illes Balears). Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 52: 141-154. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

En aquest treball es realitza una descripció del sistema dunar de Sant Llorenç, associat al fons de la cala de Trebaluger, situat al S de l'illa de Menorca (Illes Balears). El treball descriu un sistema platja-duna que es troba trencat per la sortida d'aigua del barranc de Trebalúger. Es tracta d'un sistema format per la unitat de platja i un camp de dunes remuntats, més enllà del torrent, associades al modelat càrstic d'aquesta regió. Aquest sistema ha estat fixat per la sembra de vegetació de port arbori. A més de la descripció física també s'incorpora un inventari florístic i una breu discussió sobre les característiques de la vegetació.

**Paraules clau:** Menorca, Arenal de Sant Llorenç, cala Trebalúger, sistema dunar, barranc, flora, vegetació.

DESCRIPTION OF THE BEACH-DUNAR SYSTEM OF SANT TREBALÚGER AND LLORENÇ (SOUTH OF MINORCA, BALEARIC ISLANDS). The dunar system of Sant Llorenç, placed in the S of the island of Menorca (Balearic Islands), is carried out. The work describes a beach-dune system fractionated for the outlet of the Trebaluger Torrent. It is a system formed by the beach and foredune and a field of dunes surmounted beyond the torrent, associated with the karstic modelling of this region. This system has been fixed by the sowing of arborescent vegetation. Besides the physical description an inventory also incorporates floristic and a brief discussion about the characteristics of the vegetation.

**Keywords:** Menorca, Arenal de Sant Llorenç, Cala Trebalúger, dunar system, creek, flora, vegetation.

Francesc X. ROIG-MUNAR, QUATRE, consultoria ambiental, Carrer Carritxaret 18-6, Es Migjorn Gran, Menorca, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS (contacte e-mail. guillemx.pons@uib.cat), Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Bernadí GELABERT; Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma. F.X. ROIG-MUNAR, P. FRAGA, G.X. PONS i A. RODRÍGUEZ-PEREA, Institut Menorquí d'Estudis, camí des Castell, 28; 07702 Maó.

Recepció del manuscrit: 4-nov-09; revisió acceptada: 30-des-09

## Introducció

Menorca compta amb gran quantitat de sistemes platja-duna que encara avui es troben en bon estat de conservació, tot i ser aquests ambients litorals la base on gravita l'economia de l'illa. Malgrat tractar-se de formacions naturals importants, ja sigui com ecosistemes ja sigui com a recurs turístic, hi ha escassa bibliografia sobre aquests i alguns d'ells no han estat descrits a dia d'avui, com és el cas del sistema platja-duna de Trebalúger i Sant Llorenç. Revisada la bibliografia existent sobre sistemes dunars a Menorca (Roig-Munar *et al.*, 2008a; 2008b) es troben diverses cites de Trebalúger, moltes d'elles associades als estudis de formació i rebliment de barrancs (Rosselló *et al.*, 1997; 2003; Rosselló, 2004a; 2004b; Fornós i Segura, 2004), i d'altres referents al propi sistema platja-duna (Servera i Riquelme, 2004). Pel que fa a la cartografia aquest sistema apareix grafiat al mapa geològic de Bourrouilh (1973), mentre que al mapa de Rosselló i Gómez-Gras (1989) apareix marcat tan sols la zona propera a la mar, corresponent a la zona de morfologies davanteres de la platja de Trebalúger. Així doncs, el present treball és una aportació a la descripció geomorfològica i botànica de detall del sistema de l'arenal de Sant Llorenç i de la cala de Trebalúger, situats al S de Menorca (Fig. 1).

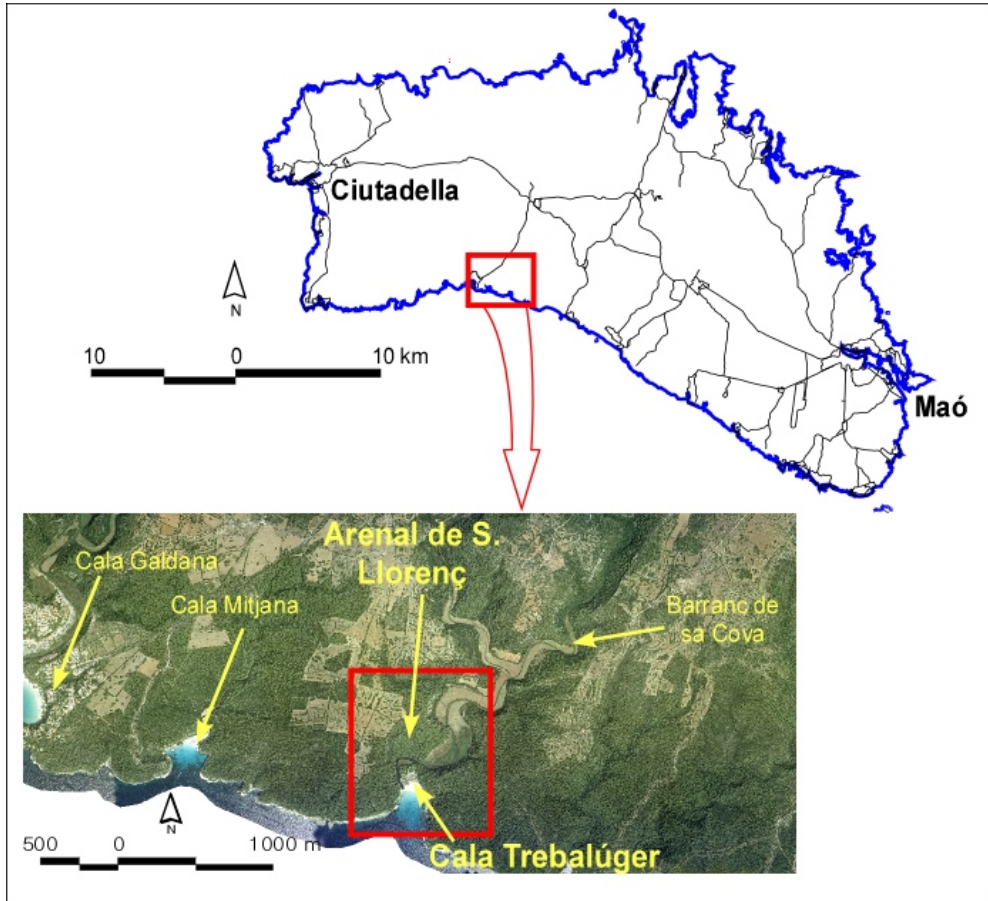
El cas que ens ocupa, l'arenal de Sant Llorenç i la cala de Trebalúger, situat a la costa S (Fig. 1), constitueix un dipòsit eòlic actiu de fons de cala, ubicat a la sortida del barranc de Trebalúger. La seva ubicació, lluny de carreteres, urbanitzacions o d'altres tipus d'assentament humà i el fet de gaudir de la protecció de la figura ANEI ha permès la seva protecció i per tant el desenvolupament de processos geomòrfics de forma natural.

## Litologia

La plataforma carbonàtica del Migjorn de Menorca es caracteritza per una forta homogeneïtat geològica, formada per calcarenites miocèniques, materials força permeables, gràcies a una elevada proporció de diàclasis que els travessen (Obrador i Pomar, 2004). La disposició general del relleu es correspon amb una plataforma inclinada que capbuça suaument cap el sud, en torn al 1 %, acabant en una línia de costa brusca amb una sèrie de penya-segats que atenen la seva màxima expressió a la zona central, disminuint de forma progressiva cap els seus extrems.

Bourrouilh (1973), proposà una segmentació d'aquesta plataforma en tres blocs, essent el límit oest del bloc central al voltant de Macarella i Cala Turqueta (fins a Torrellafuda), mentre que el seu extrem oriental es situa a son Bou (fins Alaior). En el bloc central és on es localitza aquesta zona d'estudi, la qual es caracteritza per ser el sector més elevat, amb una altitud mitjana de més de 83 m, on només el 6 % del seu espai està per davall dels 30 m, limitant amb la mar amb penya-segats de diferents alçades que oscil·len entre els 70 i els 40 m, i segmentats pels diferents torrents que la travessen de nord a sud donant lloc a una sèrie de barrancs paral·lels (Pardo i Porres, 2004).

La confluència de dos d'aquests barrancs, el de Trebalúger i el de sa Cova, a poc més de 1 km lineal de la platja, donen lloc a la formació d'una plana al·luvial meandriforme, totalment antropitzada i vorejada de penya-segats verticals que arriben fins a la cinquantena de metres (Fig. 2a i b). La seva gènesi és deguda al modelat càrstic, on la presència d'una sèrie de dolines col·lapsades de diàmetre hectomètric són les responsables de la disposició ondulant del barranc (Rosselló, 2003).



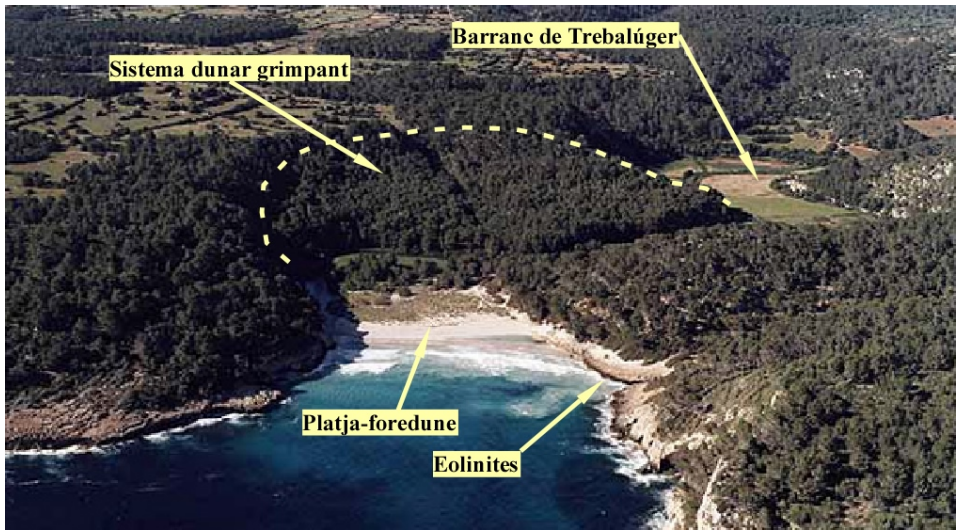
**Fig. 1.** Localització del sistema dunar de Sant Llorenç i Trebalúger, S de Menorca.  
*Fig. 1. Location of dunar system of Sant Llorenç and Trebalúger, South Minorca.*

Aquest modelat càrstic està força desenvolupat i supera gairebé sempre al torrencial. L'altre factor a tenir en compte en el seu desenvolupament obeeix a les diferents pulsacions marines que han anat reblint de material el fons del barranc, que al cas de Trebalúger arriba a una profunditat de fins 50 m. Actualment, el rebliment es troba mediatitzat per una àmplia restinga, i per l'albufera residual posterior per on circula el canal funcional

que manté la cota zero fins els Horts de Trebalúger (Rosselló, 2003).

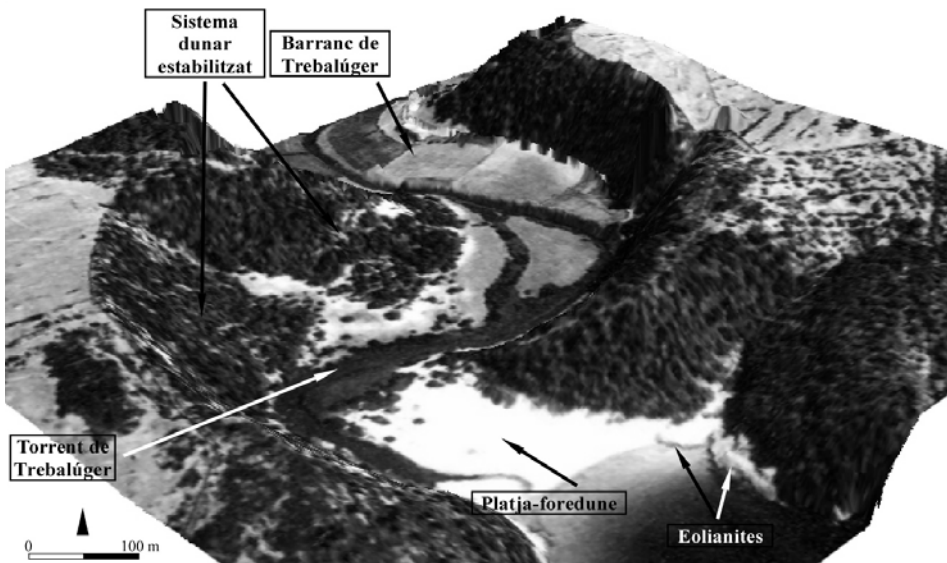
### **Descripció geomorfològica**

Els materials eòlics que conformen el dipòsit de sa marina de Sant Llorenç estan formats majoritàriament per arenes bioclàstiques de mida fina a mitjana, tot i que la platja de Trebalúger podem trobar



**Fig. 2a.** Vista obliqua de Trebalúger, amb el barranc a la dreta de la imatge. En primer terme la platja i al fons el sistema dunar grim pant per darrera del torrent (Font: Ministerio de Medio Ambiente).

*Fig. 2a.* Lateral sight of Trebalúger, with the creek in the right of the image. In first term the beach and in the background the dunar system climbing up behind the creek.



**Fig. 2b.** Model en 3d de l'àrea d'estudi, elaborat a partir de la fotografia aèria de 1956.

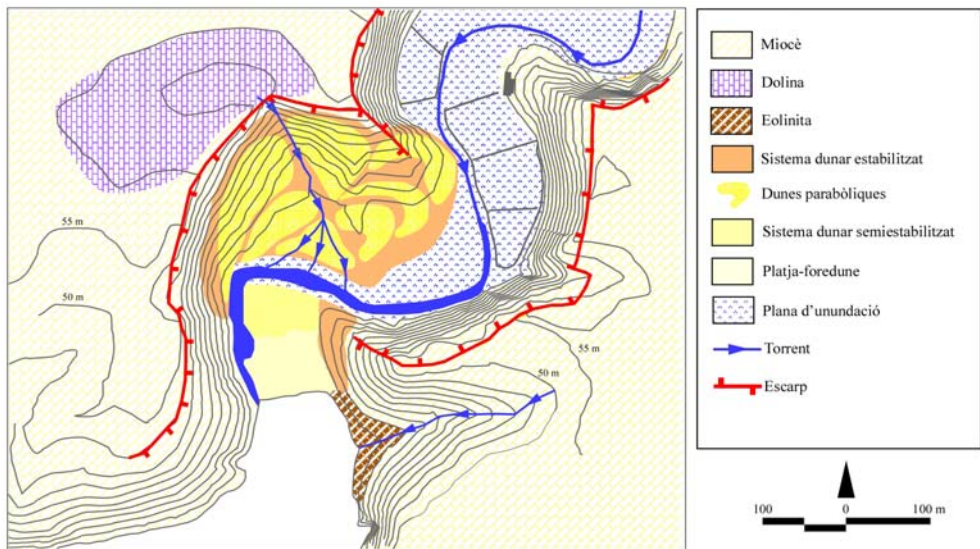
*Fig. 2b.* 3d model of the area, created from 1956 aerial photography.



presència de litoclàstica de quars amb continguts que oscil·len entre el 6 i el 19%, atribuïbles al transport d'origen terrigen aportat pels barrancs des dels afloraments rics en quars de Tramuntana, capçalera del barranc de Trebalúger (Gómez-Pujol *et al.*, 2004). Els dipòsits eòlics es situen al llarg de la cala, des de la mateixa platja fins el sector de dunes estabilitzades situat darrera la restinga. Aquest sistema en conjunt ocupa una superfície total d'aproximadament 95.717 m<sup>2</sup> i es desenvolupa direcció S-N seguint la sortida del torrent (Fig. 3).

La platja ocupa una superfície d'aproximadament 4.500 m<sup>2</sup> i s'estén en un front de 150 m de longitud amb una amplària variable (entorn els 40 m) fins a peu de l'avantduna. Es tracta d'un ambient amb presència habitual de bermes vegetals de *Posidonia oceanica*. Als extrems de la platja podem observar dipòsits fòssils d'eolianites que presenten colors vermellós, possiblement fruit del transport de

materials provinents del N de l'illa, de la part silícica de Tramuntana. Les morfologies davanteres presenten un cordó continu, ocupant una superfície aproximada de 17.974 m<sup>2</sup>. Aquest camp de dunes davanteres es troba ben delimitat per la platja i per les parets de la cala i pel seu trencant a la seva vertent oest del sistema per la sortida natural del torrent del barranc de Trebalúger, el qual duu aigua tot l'any. Aquest trencament està força delimitat a dia d'avui, tot i que les consultes de fotografia aèria de 1956 sembla que la sortida no era sempre la mateixa, entre altres possibles factors degut a la manca d'estabilització del sector actualment denominat semiestabilitzat. Aquest cordó dunar presenta una escassa potència, inferior al 1,3 m, i no es detecten morfologies erosives incipients o consolidades al seu front dunar, considerant el seu estat, segons Hesp (2002), com estadi 5. Al seu tram final s'observa un camp de dunes semiestabilitzades per vegetació de



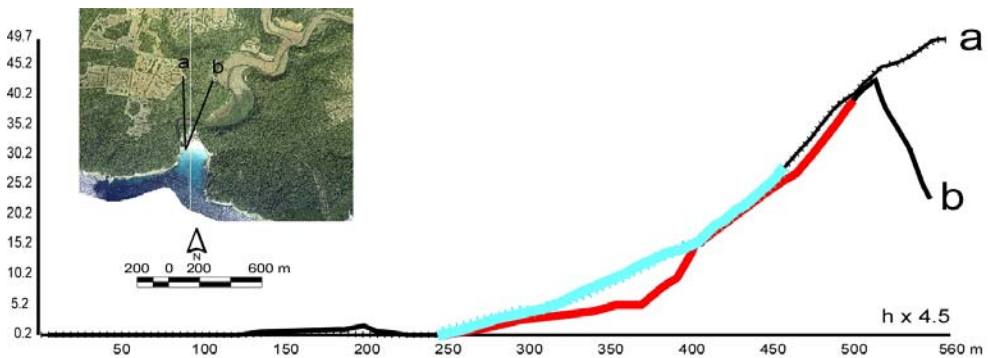
**Fig. 3.** Cartografia geomorfològica de la platja de Trebalúger i el sistema dunar de Sant Llorenç.  
**Fig. 3.** Geomorphological cartography of the Trebalúger beach and dunar system of Sant Llorenç.

port arbori que queda confinat entre al camp de dunes davanteres i el torrent. Aquestes dunes semiestabilitzades ocupen una franja de 60 m d'amplària i es desenvolupen paral·leles per darrera les morfologies *foredune*. En aquesta unitat les formes ocupen una superfície d'aproximadament 6.700 m<sup>2</sup> i no es poden apreciar formes poc definides degut a que al llarg del temps han estat sotmeses a una forta pressió antròpica (acampada i zona d'esbarjo i de sombra) eradicant part de les formes, la vegetació i afavorint el compactant del sòl, actituds corregides en la darrera dècada.

Al vessant E de la cala i sobre els materials d'eolianites fòssils, trobem un petit camp de dunes remuntats que ocupen una superfície de 9.916 m<sup>2</sup>. No presenten formes definides i tenen una escassa potència, es tracta més de deposicions remuntants causades per cert regolfament eòlic sobre la platja que no pel desenvolupament de formes dunars definides, aquests presenten colonització de vegetació de port herbaci i arbustiu, i actualment no presenten dinamisme aparent.

El sector de dunes estabilitzades ocupa una àrea de 67.827 m<sup>2</sup> i es troben desvinculades del sector platja-duna pel torrent que interfereix entre les dues unitats, definint de forma clara les formes dunars de cala Trebalúger amb l'arenal de Sant. Llorenç. Es tracta d'un sector estabilitzat per la repoblació de pins i que a dia d'avui presenta poc dinamisme. Aquest sector es troba condicionat per un petit torrent que fragmenta el camp dunar amb dues unitats. En funció d'aquesta divisió, s'aprecien dos camps de morfologies (Fig. 3).

Aquelles morfologies situades a la banda dreta del petit canal de drenat que forma un tàlveg dins el propi camp dunar i que constitueixen formes remuntants amb aparença d'ecodune al seu contacte amb les parets superiors (Fig. 3), degut a l'efecte del vent sobre la paret oest de la cala, que arriba fins els 50 m d'altura formant una paret pròxima a la vertical, amb inclinacions que comencen amb 4° de pendent a la seva part més baixa pròxima al torrent, fins arribar als 28° (Fig. 4). L'altre camp es localitza a la banda esquerra del torrent, on es pot apreciar un altre morfologia tipus ecodune que es situa front



**Fig. 4.** Perfils longitudinals (línies negres) i extensió del sistema dunar sobre ells a ambdós costats del torrent que fragmenta el sistema dunar.

**Fig. 4.** Long profiles (grey lines) and extension of the dunar system on them in both sides of the creek wich divides de system.



al penya-segat paral·lel a la línia de costa. Confinades entre aquesta forma i el límit Est del sistema es desenvolupen tres morfologies de dunes parabòliques simples que intenten remuntar la forta pendent (Fig. 4), que comença amb  $2.5^\circ$  a la zona propera al torrent fins arribar als  $22^\circ$  de màxima pendent. La més septentrional d'aquest grup es situa per damunt i per darrera de l'escarp que tanca tot el conjunt, avançant suauement cap la plana d'inundació del torrent de Trebalúger (Fig. 5), aspecte que en fa pensar en que actualment hi podem trobar una certa activitat en cas de forts temporals eòlics que aprofiten material arrossegat pel torrentet central del sistema, el qual crea un petit delta amb material no consolidat per vegetació. Tot just al punt de connexió entre aquest petit delta és on forma una altre duna parabòlica simple amb desenvolupament intern (Fig. 3).

A la Fig. 5 se pot observar el lòbul d'avanç de les formes dunars més internes del sistema, actualment poc dinàmic, tot i que al llarg de la plana d'inundació (Fig. 3) trobem símptomes clars de deposicions d'arena en forma de mants eòlics, actualment molt retreballats per les tasques d'aprofitament agrari d'aquests camps.

## Flora i vegetació

Per a l'estudi de la flora vascular de l'arenal de Sant Llorenç s'ha seguit la mateixa metodologia emprada a la descripció recent d'altres sistemes dunars (Roig-Munar *et al.*, 2007, 2008a; 2008b). Aquesta ha consistit bàsicament en la realització d'inventaris florístics de presència (Taula 1). La identificació concreta de les espècies s'ha comprovat que és una informació útil com a indicadora de processos geomorfològics i de la dinàmica dels sistemes dunars (Levin *et al.*, 2008).

En la realització d'aquests inventaris s'ha considerat tot el sistema, des de la platja o primera línia de costa fins a la part més interior amb evidències clares de presència de dipòsits d'arena d'origen eòlic. En el cas d'aquest sistema s'ha de fer constar que hi ha una clara discontinuïtat provocada pel torrent de Trebalúger i que sense cap dubte té una marcada influència en la distribució de certs tàxons.

L'inventari florístic per aquest sistema dona un resultat de 180 tàxons (Taula 1) de flora vascular que s'han trobat creixent dins els límits establerts (Fig. 3). Aquest quantitat es la més important, amb diferència, dels sistemes dunars descrits recentment (Roig-Munar *et al.*, 2007; 2008a; 2008b). És relativament fàcil establir diferents factors i circumstàncies per explicar-lo. Per una banda hi hauria la seva extensió, tant en superfície ( $95.717 \text{ m}^2$ ) com en longitud cap a l'interior (566 m). Aquesta darrera característica afavoreix un gradient de distància al mar que es tradueix en una diversificació d'ambients i hàbitats i d'aquí una major probabilitat de



**Fig. 5.** Duna parabòlica més septentrional que avança cap a la plana d'inundació del torrent. Es pot observar des del centre cap la part superior esquerra de la foto la cresta de la mateixa.

**Fig. 5.** Northern most parabolic dune moving forward the inundation area of the creek. Note from the centre to the upper left the crest of the dune.

**Taula 1.** Catàleg florístic de l'arenal de Sant Llorenç.  
**Table 1.** Checklist of the plants from l'Arenal de Sant Llorenç.

Tàxon	Tàxon	Tàxon
<i>Aegilops geniculata</i> Roth	<i>Clematis flammula</i> L.	<i>Kundmania sicula</i> (L.) DC.
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>bulbosa</i>	<i>Convolvulus althaeoides</i> L. subsp. <i>althaeoides</i>	<i>Lagurus ovatus</i> L. subsp. <i>ovatus</i>
<i>Aira cupaniana</i> Guss.	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker	<i>Launaea cervicornis</i> (Boiss.) Font Quer et Rothm.
<i>Ajuga iva</i> subsp. <i>pseudoiva</i> (DC.) Briq.	<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) Koch	<i>Leucocjum aestivum</i> subsp. <i>pulchellum</i> (Salisb.) Briq.
<i>Allium roseum</i> L.	<i>Crythmum maritimum</i> L.	<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Linum strictum</i> L. subsp. <i>strictum</i>
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i> H. Lindb.	<i>Cynoglossum creticum</i> Mill.	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv. subsp. <i>maritima</i>
<i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poir.) T. Durand et Schinz	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin
<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	<i>Chenopodium murale</i> L.	<i>Lonicera implexa</i> Aiton
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	<i>Chondrilla juncea</i> L.	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench
<i>Anthyllis tetraphylla</i> L.	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	<i>Lotus cytisoides</i> L.
<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	<i>Lotus edulis</i> L.
<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Lotus glaber</i> Mill.
<i>Arisarum vulgare</i> Targ. Tozz. subsp. <i>vulgare</i>	<i>Desmazeria rigida</i> subsp. <i>hemipoa</i> (Delile ex Spreng.) Stace	<i>Lotus ornithopodioides</i> L.
<i>Arum italicum</i> Mill. subsp. <i>italicum</i>	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>	<i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel.
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.	<i>Medicago marina</i> L.
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Runemark ex Melderis	<i>Medicago minima</i> (L.) L.
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	<i>Erica multiflora</i> L.	<i>Melica major</i> Sibth. et Sm.
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	<i>Erodium chium</i> (L.) Willd. subsp. <i>chium</i>	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.
<i>Aster squamatus</i> (Spreng.) Hieron	<i>Eryngium maritimum</i> L.	<i>Micromeria rodriguezii</i> Freyn et Janka
<i>Avena barbata</i> Pott. ex Link subsp. <i>barbata</i>	<i>Euphorbia paralias</i> L.	<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill.
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	<i>Euphorbia peplus</i> var. <i>peploides</i> (Gouan) Vis.	<i>Myrtus communis</i> L.
<i>Bellis annua</i> L. subsp. <i>annua</i>	<i>Euphorbia terracina</i> var. <i>retusa</i> (Boiss.) Willk. et Lange	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> Brot.
<i>Beta maritima</i> L.	<i>Euphorbia terracina</i> var. <i>retusa</i> (Boiss.) Willk. et Lange	<i>Ononis minutissima</i> L.
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>serotina</i> (Koch ex Rchb.) Vollm.	<i>Euphorbia terracina</i> L. var. <i>terracina</i>	<i>Ononis ornithopodioides</i> L.
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	<i>Festuca arundinacea</i> subsp. <i>fenas</i> (Lag.) Arcang.	<i>Ononis reclinata</i> L. subsp. <i>reclinata</i>
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult.	<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach ex Webb	<i>Ononis viscosa</i> subsp. <i>breviflora</i> (DC.) Nyman
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	<i>Fumaria capreolata</i> L.	<i>Ophrys lutea</i> (Gouan) Cav. subsp. <i>lutea</i>
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) Beauv. subsp. <i>sylvaticum</i>	<i>Galactites tomentosa</i> Moench	<i>Orobanche ramosa</i> subsp. <i>nana</i> (Reuter) Cout.
<i>Briza maxima</i> L.	<i>Galium murale</i> (L.) All.	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.
<i>Bromus madritensis</i> L.	<i>Geranium molle</i> L.	<i>Pancreatium maritimum</i> L.
<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	<i>Parentucellia viscosa</i> (L.) Caruel
<i>Cakile maritima</i> Scop.	<i>Gladiolus illyricus</i> Koch	<i>Parietaria lusitanica</i> L. subsp. <i>lusitanica</i>
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R. Br.	<i>Glaucium flavum</i> Crantz	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz
<i>Campanula erinus</i> L.	<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>	<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.
<i>Carex flacca</i> Schreb.	<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt	<i>Phoenix canariensis</i> hort. ex Chabaud
<i>Carex hallerana</i> Asso	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	<i>Phyllirea media</i> var. <i>media</i> L.
<i>Carex hallerana</i> Asso	<i>Hippocrepis biflora</i> Spreng.	<i>Pinus halepensis</i> Mill. var. <i>halepensis</i>
<i>Carex oedipostyla</i> Duval-Jouve	<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> L.	<i>Piptatherum coerulescens</i> (Desf.) Beauv.
<i>Carlina corymbosa</i> L. subsp. <i>corymbosa</i>	<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.
<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. et Link) Melderis	<i>Hyozeris radiata</i> L. subsp. <i>Radiata</i>	<i>Pistacia lentiscus</i> L.
<i>Centaurium tenuiflorum</i> (Hoffmanns. et Link) Fritsch	<i>Hypericum perforatum</i> L. subsp. <i>perforatum</i>	<i>Plantago bellardii</i> All. subsp. <i>bellardii</i>
<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufur. subsp. <i>calcitrapae</i>	<i>Hypochoeris achyropohrus</i> L.	<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>Coronopus</i>
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	<i>Juncus acutus</i> L.	<i>Plantago lagopus</i> L.
<i>Cistus albidus</i> L.	<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> (Guss.) Nyman	<i>Plantago lanceolata</i> L.
<i>Cistus monspeliensis</i> L.		<i>Poa trivialis</i> subsp. <i>sylvicola</i> (Guss.) H. Lindb.
<i>Cistus salvifolius</i> L.		<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.
		<i>Polygonum maritimum</i> L.
		<i>Psoralea bituminosa</i> L.
		<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i> L.

**Taula 1.** Catàleg florístic de l'arenal de Sant Llorenç (continuació).

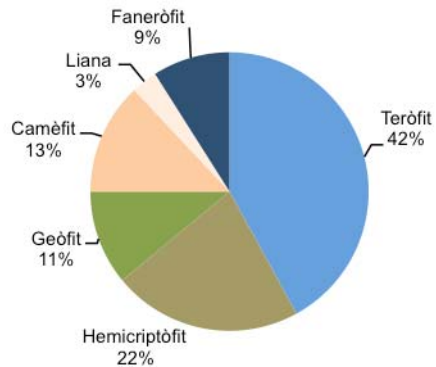
**Table 1.** Checklist of the plants from l'Arenal de Sant Llorenç (continuation).

Tàxon	Tàxon	Tàxon
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	<i>Scrophularia peregrina</i> L.	<i>Trifolium angustifolium</i> L.
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Scrophularia ramosissima</i> Loisel.	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. var. <i>officinalis</i>	<i>Serapias parviflora</i> Parl.	<i>Trifolium cherleri</i> L.
<i>Rubia peregrina</i> var. <i>longifolia</i> (Poir.)	<i>Sherardia arvensis</i> L.	<i>Trifolium scabrum</i> L.
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	<i>Silene nocturna</i> L.	<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker
<i>Rumex bucephalophorus</i> subsp. <i>gallicus</i> (Steinh.) Rech f.	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>vulgaris</i>	<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt
<i>Rumex conglomeratus</i> Murray	<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>aspera</i>	<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt
<i>Rumex crispus</i> L.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	<i>Urtica membranacea</i> Poir.
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	<i>Valantia muralis</i> L.
<i>Ruta angustifolia</i> Pers.	<i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>majoricum</i> (Rouy) T. Navarro et Rosúa	<i>Verbascum sinuatum</i> L.
<i>Salsola kali</i> subsp. <i>kali</i> L.	<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	<i>Vicia angustifolia</i> L.
<i>Scabiosa atropurpurea</i> var. <i>maritima</i> (L.) Fiori et Paol.	<i>Torilis arvensis</i> var. <i>heterophylla</i> (Guss.) Burnat	<i>Vicia parviflora</i> Cav.
<i>Scorpiurus subvillosus</i> L.	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort. subsp. <i>ciliata</i>
		<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link

presència d'espècies diferents (Hesp, 1991; Maun, 2009). El contacte directe del sistema amb una diversitat d'ambients com ara zona humida, tanques de pastura, torrent d'aigües permanents, etc., també afavoreixen la presència, especialment cap els seus límits, de tàxons vegetals més habituals en altres hàbitats no lligats als sòls arenosos. L'efecte en la biodiversitat de les zones de transició entre hàbitats és un fet prou conegut i estudiat (Ries *et al.*, 2004). La ruderalització i la influència antròpica en general, són altres factors que també poden explicar aquesta inflació numèrica en la flora vascular (Collins *et al.*, 1998; Kutiel *et al.*, 1999; Yu *et al.*, 2008). És prou sabut que aquestes alteracions afavoreixen la presència d'espècies vegetals amb un comportament pioner, com ara aquelles amb un cicle de vida anual (Shmida, 1985; Kutiel, 1998). De fet, l'anàlisi de les formes vitals (Fig. 6) dona uns resultats molt semblants als que s'obtenen pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004) amb un clar predomini dels teròfits.

Els tàxons que a Menorca es poden considerar habituals dels sistemes dunars (Cardona *et al.*, 2005) suposen a l'entorn de

26 (14%), però d'aquests només 12 es poden considerar com a psammòfils: *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, *Cakile maritima*, *Calystegia soldanella*, *Elymus farctus*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *E. terracina* var. *retusa*, *Glaucium flavum*, *Medicago marina*, *Pancratium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Salsola kali* subsp. *kali*.



**Fig. 6.** Representació de les formes vitals al sistema dunar de l'arenal de Sant Llorenç.

**Fig. 6.** Life forms representation at the Arenal de Sant Llorenç dune system.

Si a més es pren en consideració la divisió física del sistema per la presència del torrent, es pot veure que la gran majoria d'aquests tàxons es troben només a la part de la platja.

L'element endèmic és encara més reduït en representació, només cinc tàxons: *Launaea cervicornis*, *Leucojum aestivum* subsp. *pulchellum*, *Micromeria rodriguezii*, *Scrophularia ramosissima* i *Teucrium capitatum* subsp. *majoricum*, i encara tots ells amb una distribució àmplia en el territori insular. Només un d'aquests tàxons considerats com endèmics, *S. ramosissima*, presenta una relació clara amb els sistemes dunars (Bolòs *et al.*, 1970; Cardona *et al.*, 2005). Precisament, la presència d'aquesta espècie que està representada per uns pocs individus, molt deteriorats, juntament amb d'altres com *Chondrilla juncea*, seria un testimoni de què no fa molts anys la part més interior del sistema (el que realment es coneix com arenal de Sant Llorenç) era molt més dinàmic i amb una coberta vegetal completament diferent a l'actual. Aquesta situació es pot comprovar consultant la imatge aèria de l'any 1956, a on es veu clarament que la cobertura vegetal era molt menor a l'actual.

Tot i també ser baixa proporcionalment, és significativa la presència de tàxons al·lòctons: *Amaranthus retroflexus*, *Conyza sumatrensis*, *Oxalis pes-caprae*, *Paspalum vaginatum* i *Phoenix canariensis*. Encara que cap d'ells estigui relacionat amb els sistemes dunars, alguns destaquen per la seva agressivitat i capacitat de transformació de l'hàbitat que colonitzen, com ara *P. vaginatum* (Campos *et al.*, 2004; Siemans, 2005). En qualsevol cas la presència d'aquest element al·lòcton es pot considerar com una conseqüència més de la ruderalització i la influència antròpica (Lonsdale, 1999; Sher i Hyatt, 1999).

La resta de tàxons de l'inventari florístic

es poden considerar com a més generalistes pel que fa a les seves preferències d'hàbitat, així la gran majoria (93%) estan considerats com a comuns o molt comuns pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004). Només mereixerien ser destacats per la seva distribució més restringida *Carex oedipostyla*, més habitual en els ambients silicícoles de la Tramuntana, i *Ononis ornithopodioides*, citat per primera vegada a l'illa fa relativament pocs anys (Fraga, 1996), però que de cada vegada es comprova més que té una àrea de distribució àmplia, però restringida a un sector concret de l'illa.

Una característica a destacar de la vegetació d'aquest sistema dunar es l'abundància de *Clematis flammula*. Aquesta espècie, ja de per si, és habitual en aquests ambients i en els sòls arenosos de l'illa en general, però aquí presenta un densitat d'individus elevada, i de fet és la planta dominant en el sotabosc de la part més interior. Encara que sigui un comentari especulatiu, l'explicació a aquesta situació podria estar en la discriminació positiva que temps enrere va fer l'home damunt ella.

Diferents fonts orals consultades de persones que van ser pagesos (amos i missatges) al lloc de Sant Llorenç han coincidit que aquesta espècie era emprada com a farratge d'estiu pel bestiar una vegada segada en verd i deixada assecar.

Al ser una espècie amb una forta capacitat de persistència gràcies al seu sistema subterrani, el seu afavoriment per part de l'home com a planta útil podria haver arribat fins als nostres dies, tot i que ja fa anys que no s'empra amb aquell objectiu.

La mateixa mà de l'home, de manera voluntària o involuntària, sembla també la responsable de la vegetació arborescent que cobreix la part més interior del sistema. L'elevada densitat d'individus de *Pinus*

*halepensis* semblaria més fruit d'una plantació o discriminació positiva que no d'una colonització natural del sistema. Aquestes actuacions eren habituals fins més enllà de la primera meitat del segle XX (Valls, 1870; Artigas, 1889, 1896; De Castro, 1900a, 1900b).

De fet, en aquesta part del sistema es fa difícil establir una zonificació de la vegetació com correspondria a un arenal en què el dinamisme de l'arena afavoreix comunitats vegetals diferenciades. Actualment apareix més com una massa homogènia de *Pinus halepensis* amb un sotabosc dominat per *Clematis flammula*. Una situació que sembla ben diferent a la que s'aprecia a les imatges aèries de 1956.

## Discussió i conclusions

El sistema dunar de Trebalúger i Sant Llorenç es caracteritza per la seva fragmentació en dos sectors: el més proper a la mar, format per un sistema platja-avantduna amb un sector intern de dunes semiestabilitzades i un segon sector situat més enllà del torrent de Trebalúger (que fragmenta tot el conjunt del sistema platja-duna) format per dunes estabilitzades, les quals varen ser objecte de reforestació. Aquest sector està format per morfologies tipus ecoduna, condicionades per la verticalitat dels penya-segats que actuen com a trampa sedimentària i sobretot per dunes parabòliques simples que avancen a la esquerra d'un petit torrent que fragmenta aquest sector, fins la plana d'inundació del torrent.

Com podem observar a la Fig. 3, les morfologies es troben sotmeses i condicionades al desenvolupament relacionat amb episodis eòlics de mar a terra, que es manifesta amb l'avanç de formes dunars cap a terra. El perfil singular de l'avantduna

i del sector semiestabilitzat, força aplanat, planteja la discussió sobre el transport de sediment, tant de mar a terra com a l'inversa (Servera i Riquelme, 2004). Si bé és certa l'influència del vent de Tramuntana que es canalitza pel barranc, i que és capaç de mobilitzar sediment cap a la mar, considerem que el principal modelador correspon al vent de component sud, tal i com es pot apreciar al desenvolupament de la seqüència de la vegetació psamòfila (amb una cobertura superior al 70-80% de l'avantduna), i el pas a un altre de tipus de cobertura arbustiva i arboria de mar cap a terra, així com les ombres d'acumulació associades a la vegetació, també de mar cap a terra.

En canvi, en el sector de dunes estabilitzats, es pot considerar que el principal modelador ha estat el vent de migjorn, tal i com es pot apreciar a la cartografia (Fig. 3), on l'orientació tant de les morfologies de tipus ecoduna i les morfologies de tipus parabòliques mostren una clara orientació sud-nord i en el cas de les darreres, el seu eix mostra una direcció que apunta cap el nord-est.

A títol de conclusions la flora vascular de l'arenal de Sant Llorenç destaca per la riquesa d'espècies que hi creixen, com s'ha exposat anteriorment, a causa principalment de la seva ubicació i de les particulars característiques geomorfològiques, aquest importància quantitativa no és tradueix en l'aspecte qualitatiu. La majoria d'espècies que s'hi han trobat mostren una distribució àmplia a l'illa, i les més característiques d'aquest ambient queden limitades a la zona més propera a la platja. Però hi ha evidències que açò no sempre ha estat així. Les poblacions residuals d'*Scrophularia ramosissima* en són un exemple. La mà de l'home segurament hi té molt a veure en aquestes alteracions i també és un aspecte a tenir en compte per a una gestió a llarg

termini. Pel que fa la gestió d'aquest espai, a dia d'avui es fa sota la tutela de la Demarcació de Costes de l'Estat, mitjançant l'acordonament del front dunar de les morfologies davanteres. No creiem que aquesta sigui una solució efectiva ni que afecti les formes i la recuperació o manteniment del sistema, ja que el sistema en conjunt no presentava símptomes erosius incipients i es tal com estava es mantenia en equilibri. Pel contrari, aquestes gestions han afavorit un paisatge antropitzat dins una zona ANEI.

## Bibliografia

- Bolòs, O., Molinier, R. i Montserrat, P. 1970. Observacions phytosociològiques dans l'île de Minorque. *Acta Geobot. Barcinon.*, 5: 1-150.
- Bourrouilh, R. 1973. Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminasion Nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale. Memorias del Instituto Geológico y Minero de España 99, 1-672.
- Campos, J.A., Herrera, M., Biurrún, I. i Loidi, J. 2004. The role of alien plants in the natural coastal vegetation in central-northern Spain. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2275-2293.
- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F. X. i Estaún, I. 2005. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca 2002. Institut Menorquí d'Estudis. Inèdit.
- Collins, S.L., Knapp, A.K., Briggs, J.M., Blair, J.M. i Steiauer, E.M. 1998. Modulation of diversity by grazing and mowing in native tall grass prairie. *Science*, 280: 745-747.
- Fornós, J.J. i Segura, M.F. 2004. El reblliment holocènic dels barrancs del Migjorn. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>. (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 169-176.
- Fornós, J.J. i Segura, M.F. 2004. Morfologia costanera i processos litorals. El paper de la fracturació i el carst. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup> (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 201-212.
- Fraga, P. 1996. Notes florístiques de les Illes Balears (IX). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 205-208.
- Fraga, P., Mascaró, C., Carreras, D., Garcia, O., Pallicer, X., Pons, M., Seoane, M. i Truyol, M. 2004. *Catàleg de la flora vascular de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Gómez-Pujol, L., Balaguer, P., Mateu, J. i Roig-Munar, F. X. 2004. Composició i textura del sediment de les platges del Migjorn. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup> (eds.). Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 235-244.
- Hesp, P.A. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments*, 21: 165-191.
- Hesp, P.A. 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- Kutiél, P. 1998. Annual vegetation of the coastal sand dunes of the northern Sharon, Israel. *Israel Journal of Plant Sciences*, 46: 287-298.
- Kutiél, P., Zhevelev, H. i Harrison, R. 1999. The effect of recreational impacts on soil and vegetation of stabilised coastal dunes in the Sharon Park, Israel. *Ocean and Coastal Management*, 42: 1041-1060.
- Levin, N., Kidron, G.J. i Ben-Dor, E. 2008. A field quantification of coastal dune perennial plants as indicators of surface stability, erosion or deposition. *Sedimentology*, 55: 751-772.
- Lonsdale, W.M. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, 80: 1522-1536.
- Maun, M.A. 2009. *The biology of coastal sand dunes*. Oxford University Press.
- Obrador, A. i Pomar, L. 2004. El Miocè del Migjorn. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>. (eds.). Història Natural del

- Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 73-91.
- Pardo, J. i Porres, M. J. 2004. Caracterització morfològica del Migjorn menorquí. *In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>.* (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 157-176.
- Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J. i Sisk, T.D. 2004. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models and variability explained. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35: 491-522.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J. Á. i Fraga, P. 2007a. Descripció del sistema dunar de Cala en Carbó (NW Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 77-85.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008a. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 103-116.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008b. Descripció del sistema dunar de l'arenal de Sant Jordi (cala en Calderer, Nord de Menorca), Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51:117-130.
- Rosell, J. i Gómez-Gras, D. 1989. Mapa Geològic Minerològic de España E: 1:25.000, segunda serie-primera edició, Calan Brut i Alaïor Hoja 646 I.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>. 2003. Las calas y la costa del Migjorn. *In: Rosselló, V.M<sup>a</sup>, Fornós, J.J., Gómez-Pujol, L.* (eds.). *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 87-99.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>. 2004a. El mapa geomorfològic. *In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>.* (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 105-120.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>. 2004b. El litoral (i les cales). *In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>.* (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 177-200.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>, Fornós, J.J., Fumanal, P., Pardo, J., i Rodríguez-Perea, A. 1997. Elementos morfológicos de las calas y barrancos del sur de Menorca. *Dinámica Litoral-Interior*, Dept. Xeografía Univ. Santiago. AGE-U. Santiago, vol 1: 245-256.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>, Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, L. (eds). 2003. *Introducción a la Geografía Física de Menorca*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 232 pp. Ciutat de Mallorca. AGE-Univ. València, SHNB.
- Servera, J. i Riquelme, J. 2004. L'acció del vent. Sistemes dunars actuals i eolianites. *In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup>.* (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 213-234.
- Sher, A.A. i Hyatt, L.A. 1999. The Disturbed Resource-Flux Invasion Matrix: a new framework for patterns of plant invasion. *Biological Invasions*, 1: 107-114.
- Shmida, A. 1985. The variety of species and the evolution of the annual plants of the Mediterranean maqui. *Rotem*, 18: 57-68.
- Siemans, T.J. 2005. *Impacts of The Invasive Grass Saltwater Paspalum (Paspalum vaginatum) on Aquatic Communities of Coastal Wetlands on The Galapagos Islands, Ecuador*. Cornell University Graduate School. Thesis.
- Valls, A. 1870. Las dunas de la ciudad de San Sebastián, su repoblación y su cultivo. *Revista de Montes*, 3: 89-94.
- Yu, S., Bell, D., Sternberg, M. i Kutiel, P. 2008. The effect of microhabitats on vegetation and its relationships with seedlings and soil seed bank in a Mediterranean coastal sand dune community. *Journal of Arid Environments*, 7.





# Descripció del sistema dunar de Cala Escorxada (Sud de Menorca, Illes Balears)

Francesc X. ROIG-MUNAR, Pere FRAGA, José Á. MARTÍN-PRIETO,  
Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2009. Descripció del sistema dunar de Cala Escorxada (Sud de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 155-168. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

En aquest treball es realitza una descripció del sistema dunar de associat al fons de la cala Escorxada i situat al S de l'illa de Menorca (Illes Balears). El treball descriu un sistema platja-duna que es troba vinculat a la sortida d'aigua del barranc. Es tracta d'un sistema format per la unitat de platja i un camp de dunes remuntats davanters que es desenvolupen al llarg del fons de cala i presenten dos lòbuls de formes dunars que grimpen una de les vessants de la cala. Aquest sistema ha estat fixat per la sembra de vegetació de port arbori. A més de la descripció física també s'incorpora un inventari florístic i una breu discussió sobre les característiques de la vegetació.

**Paraules clau:** *Menorca, cala Escorxada, sistema dunar, flora, vegetació.*

DESCRIPTION OF THE DUNAR SYSTEM OF CALA ESCORXADA (S OF MINORCA, BALEARIC ISLANDS). In this work, a description of the dune system associated with the bottom of the Cala Escorxada and located on the South of Menorca Island Menorca (Balearic Islands). This paper describes a beach-dune system which is linked to the water outlet of the gully. It is a system formed by the unit a field of dunes and beach front pumped that develop along the creek bottom and have two lobes forms a dune it climbs the slopes of the creek. This system has been set for the port tree planting vegetation. Besides the physical description is also incorporated a floristic checklist and a brief discussion on the characteristics of the vegetation.

**Keywords:** *Minorca, cala Escorxada, dunar system, flora, vegetation.*

*Francesc X. ROIG-MUNAR, QUATRE, consultoria ambiental, Carrer Carritxaret 18-6, Es Migjorn Gran, Menorca, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS (contacte e-mail. guillemx.pons@uib.cat), Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Bernadí GELABERT; Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma. F.X. ROIG-MUNAR, P. FRAGA, G.X. PONS i A. RODRÍGUEZ-PEREA, Institut Menorquí d'Estudis, camí des Castell, 28; 07702 Maó.*

*Recepció del manuscrit: 4-nov-09; revisió acceptada: 30-des-09*

## Introducció

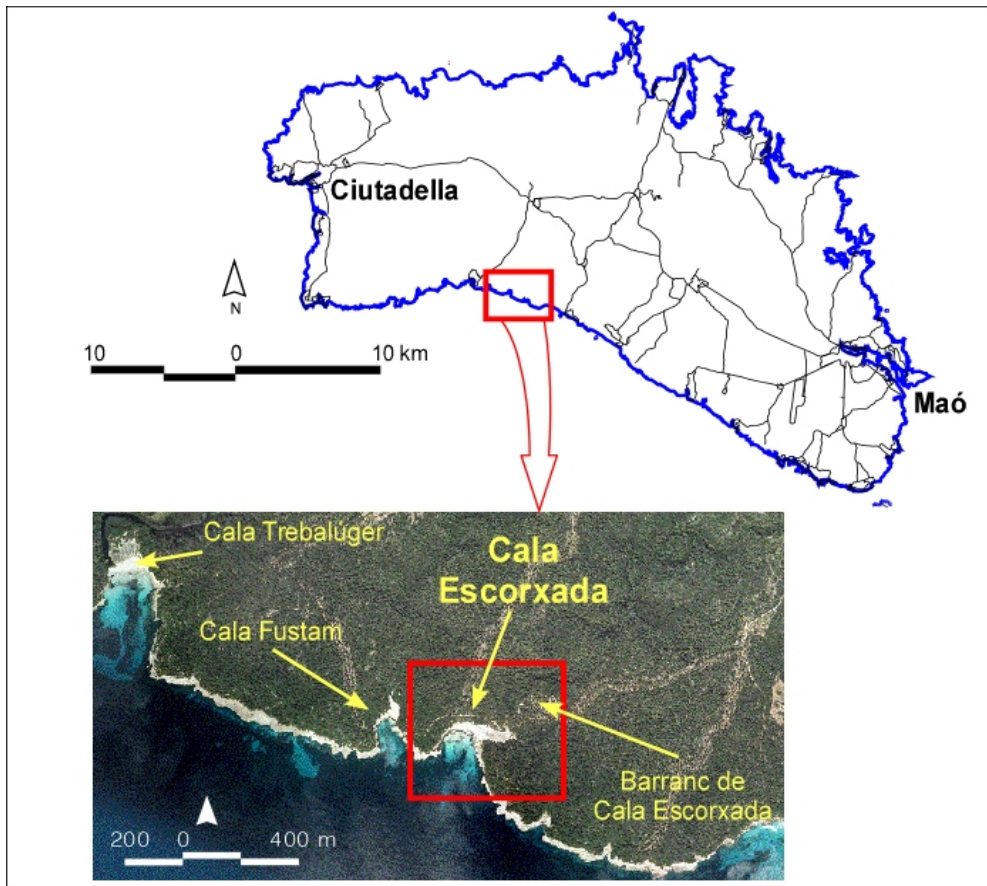
Menorca compta amb gran quantitat de sistemes platja-duna que encara avui es

troben en bon estat de conservació. Malgrat tractar-se d'importants formacions naturals, ja sigui com ecosistemes ja sigui com a recurs turístic, hi ha poca bibliografia sobre

aquests, i alguns d'ells no han estat descrits a dia d'avui com és el cas del sistema dunar de cala Escorxada. Revisada la bibliografia existent sobre sistemes dunars a Menorca (Roig-Munar *et al.*, 2008a; 2008b) gairebé no es troben cites de cala Escorxada, tan sols les de Rosselló (2004), que l'anomena cala *Corcada*, i que li atribueix morfologies de connotacions càrstiques, relacionant la formació de la cala amb la probabilitat d'existència de dolines, les quals exerceixen una important tasca modeladora com a conseqüència de la fracturació miocènica

de la zona. Rosselló (2004) també fa esment a la presència d'una morfologia dunar que arriba fins els 30 m d'alçada, atribuïble a la regolfada dels vents de llevant.

El present treball és una aportació a la descripció geomorfològica i botànica del sistema platja-duna de cala Escorxada, situat al sud de Menorca, Illes Balears (Fig. 1). Constitueix un dipòsit eòlic actiu de fons de cala, ubicat a la sortida d'un barranc poc actiu. La seva ubicació, lluny de carreteres, urbanitzacions o qualsevol tipus



**Fig. 1.** Localització del sistema platja-duna de cala Escorxada, S de Menorca.  
*Fig. 1.* Location of dunar system of cala Escorxada, South Minorca.

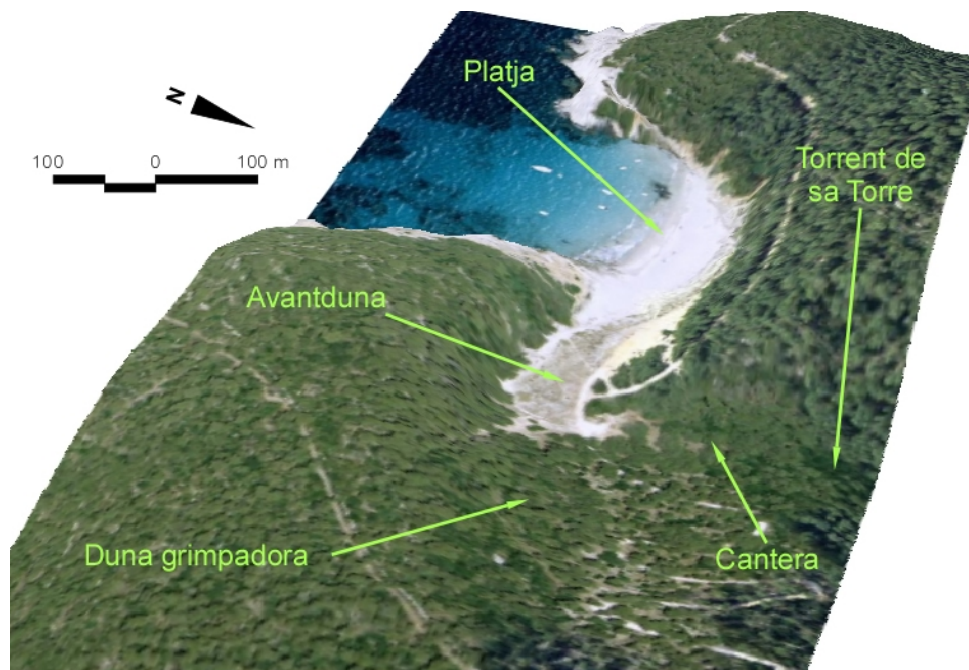
d'assentament humà i el fet de gaudir de la protecció d'ANEI ha permès la seva protecció i per tan el manteniment dels seus processos morfològics.

## Litologia

La plataforma carbonàtica del Migjorn menorquí es caracteritza per una forta homogeneïtat geològica, formada per calcarenites miocèniques, materials força permeables, gràcies a una elevada proporció de diàclasis que els travessen (Obrador i Pomar, 2004). La disposició general del relleu es correspon amb una plataforma inclinada que capbuça suaument cap el sud, entorn a l'1 %, acabant en una línia de

costa brusca amb una sèrie de penya-segats que tenen la seva màxima expressió a la zona central, disminuint de forma progressiva cap els seus extrems.

Bourrouihl (1973) proposà una segmentació d'aquesta plataforma en tres blocs, essent el límit oest del bloc central al voltant de Macarella i Cala Turqueta (fins a Torrellafuda), mentre que el seu extrem oriental es situa a son Bou (fins Alaior). En el bloc central és on localitzem la nostra àrea d'estudi, la qual es caracteritza per ser el sector més elevat, amb una altitud mitjana de 83 m, on només el 6% del seu espai està per davall dels 30 m, limitant amb la mar amb penya-segats de diferents alçades que oscil·len entre els 70 i els 40 m, i segmentats pels diferents torrents que la



**Fig. 2.** Vista obliqua de cala Escorxada.  
*Fig. 2.* Oblique view of cala Escorxada.



**Fig. 3.** Vista general del sistema dunar davant i la fragmentació de l'hàbitat per accessos d'usuaris.  
**Fig. 3.** General view of the front dune system and the habitat fragmentation for user access.

travessen de nord a sud donant lloc a una sèrie de barrancs paral·lels (Pardo i Porres, 2004). La cala es desenvolupa a la desembocadura del Barranc de sa Torre que ziga-zaga al seu tram final degut a la fracturació en sentit nord-sud. A diferència d'altres cales del Migjorn, no té plana d'inundació, ni tampoc tanca cap zona humida. A la Fig. 2 podem observar el desenvolupament de les formes dunars condicionades per la sortida del barranc, força condicionat per les fractures dominants que han afavorit aquesta forma de cala.

### Descripció geomorfològica

Actualment, aquest sistema ocupa una superfície total d'aproximadament 20.201 m<sup>2</sup> i es desenvolupa cap el nord de la platja, voltant cap a una direcció E, seguint la sortida del torrent de forma meandriforme, fins acabar a la duna remuntant que assoleix una alçada de 53 m (Fig. 4). Els materials sedimentaris que conformen el sistema estan formats majoritàriament per arenes bioclàstiques de mida fina a mitjana (Gómez-Pujol *et al.*, 2004). La platja ocupa

una superfície d'aproximadament 3.638 m<sup>2</sup> i s'estén al llarg d'un front de 125 m de longitud amb una amplària variable fins a peu de foredune de 25 m. És habitual trobar bermes acumulades de *Posidonia oceanica* a la zona de batuda d'onatge.

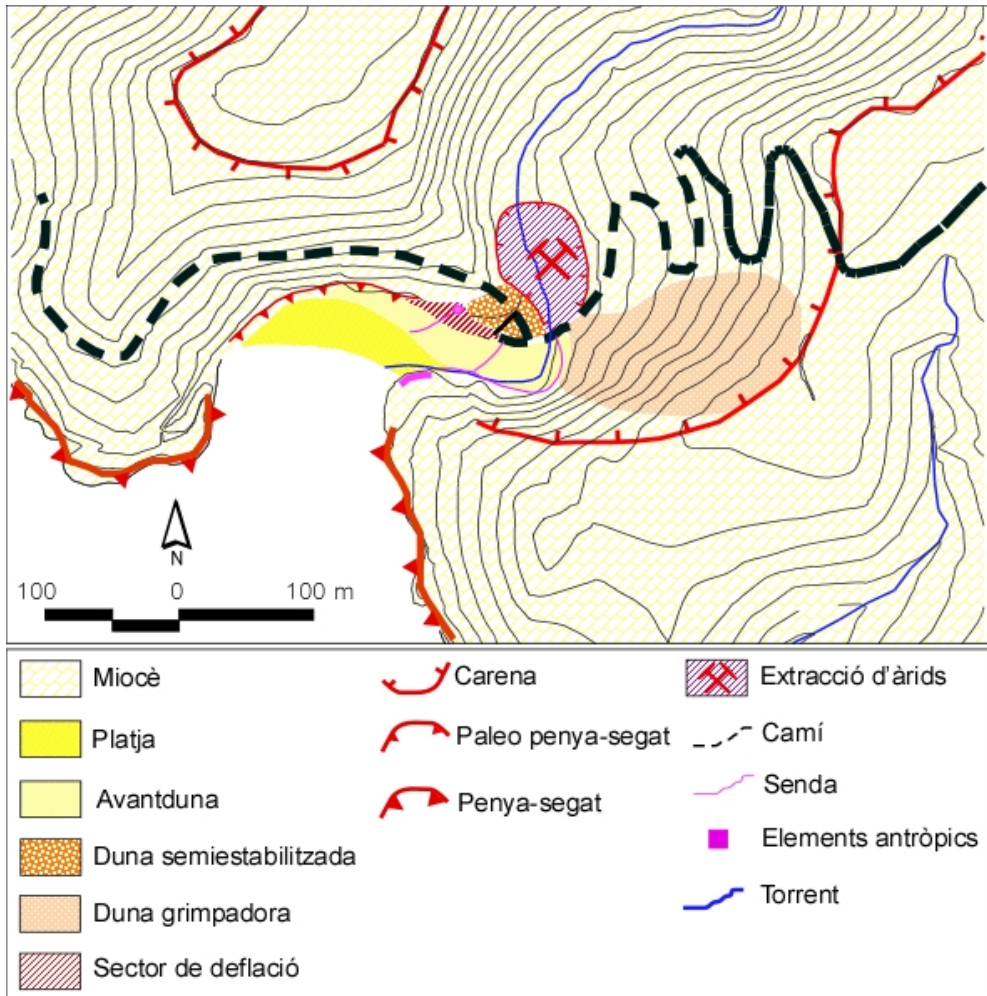
Amb base al perfil longitudinal realitzat sobre el sistema platja-duna, direcció W-E (Fig. 5) podem observar la zona més planera de platja, associada a un dels penya-segats del W, i el seu contacte amb les morfologies davanteres, d'escassa potència i amb crestes força planeres, no destacant-se formes ben definides. Es pot observar que el contacte entre la zona d'avantduna i el desenvolupament de les formes dunats grimpants presenten percentatges d'inclinació superiors al 28%.

La morfologia davantera presenta un cordó continu que s'estén per la zona alta de platja i ocupa la zona d'inundació del barranc, no apreciant formes erosives de tipus natural. Aquestes formes ocupen una superfície aproximada de 4.814 m<sup>2</sup>, amb una potència mitja no superior a 1 m. Aquest camp de dunes davanteres es troba ben delimitat per la platja i les vessants del torrent, així com un paleopenya-segat d'uns 5 m d'alçada a la seva part septentrional.



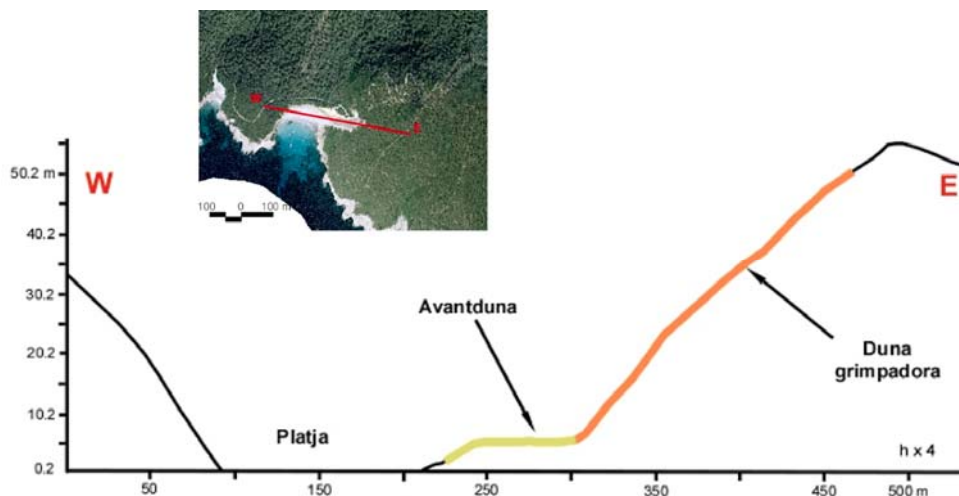
Actualment, aquestes formes presenten fragmentació de tipus antròpic degut a la gestió poc coherent realitzades per la Direcció General de Costes de Balears que han afavorit la seva compactació, eradicació de vegetació i fragmentació, així com l'inici de processos erosius incipients fins ara no detectats en aquest sistema (Fig. 3). També

es troba un petit camp de dunes aïllat de la platja per la construcció d'uns abocadors particulars a la zona alta de platja i el camí rodat, aquesta forma relictica ocupa una superfície de 2.913 m<sup>2</sup>. A la zona interna del sistema dunar val a destacar una antiga extracció d'arena que afectà una superfície de 2.981 m<sup>2</sup>.



**Fig. 4.** Cartografia geomorfològica del sistema platja-duna de cala Escorxada.

**Fig. 4.** Geomorphological cartography of beach-dune system of cala Escorxada.



**Fig. 5.** Perfil longitudinal del sistema dunar d'Escorxada.  
**Fig. 5.** Longitudinal profile of the Escorxada dune system.

Al seu tram final observem un camp de dunes semiestabilitzades que remunten els pendents de la cala, superiors al 46 %, direcció E-W, ocupant una superfície de 12.480 m<sup>2</sup> (Fig. 6).

## Flora i vegetació

Per a l'estudi de la flora vascular de l'arenal de Cala Escorxada s'ha seguit la mateixa metodologia emprada a la descripció recent d'altres sistemes dunars (Roig-Munar *et al.*, 2007; 2008a; 2008b; 2009). Aquesta ha consistit, bàsicament, en la realització d'inventaris florístics de presència (Taula 1). La identificació concreta de les espècies s'ha comprovat que és una informació útil com a indicadora de processos geomorfològics i de la dinàmica dels sistemes dunars (Levin *et al.*, 2008). En la realització d'aquests inventaris s'ha considerat tot el sistema, des de la platja o primera línia de costa fins a la part més

interior amb evidències clares de presència de dipòsits d'arena d'origen eòlic. L'inventari florístic per aquest sistema ha donat un resultat de 92 tàxons (Taula 1). Aquesta xifra és semblant a la de majoria d'altres sistemes dunars descrits recentment (Roig-Munar *et al.*, 2007; 2008a; 2008b). Així i tot, considerant la seva superfície reduïda es pot considerar una diversitat florística prou elevada.

La particular configuració del sistema, que en poca distància passa de la platja, primera línia de la costa, a altres hàbitats on la influència marina és pràcticament nul·la, és una de les explicacions a aquesta diversitat florística. Al mateix temps però, no té un gradient tan important de distància al mar i es troba immers en un conjunt d'ambients prou homogenis, si es compara, per exemple, amb el cas de l'arenal de Sant Llorenç (Roig-Munar *et al.*, 2009). L'anàlisi de les formes vitals (Fig. 7) mostra com els teròfits i geòfits tenen una representació sensiblement més baixa que



**Fig. 6.** Vistes de la duna remuntant.  
**Fig. 6.** Climbing dune view.

pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004). En canvi, les formes llenyoses, camèfits i faneròfits, mostren un increment. Aquesta configuració pot indicar una major estabilitat de la vegetació del sistema (Avis i Lubke, 1996; Musila *et al.*, 2001), en part com a conseqüència d'una menor presència d'alteracions (Parisod i Baudière, 2006).

Dels tàxons inventariats un 29% es poden considerar com a habituals dels sistemes dunars de l'illa, i d'aquests 17 (19%) són exclusius dels sòls arenosos del litoral: *Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*, *Cakile maritima*, *Calystegia soldanella*, *Chamaesyce peplis*, *Crucianella maritima*, *Elymus farctus*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *E. terracina* var. *retusa*, *Glaucium flavum*, *Medicago marina*, *Otanthus maritimus*, *Pancratium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Pseudorlaya pumila*, *Raphanus*

*raphanistrum* subsp. *maritimus*, *Salsola kali* subsp. *kali*.

L'element endèmic està poc representat, només per tres tàxons de distribució àmplia pel conjunt de l'illa: *Bellium bellidioides*, *Launaea cervicornis* i *Teucrium capitatum* subsp. *majoricum*. Malgrat no tenir aquesta consideració de rars, la presència de *Bellium bellidioides* és, en qualsevol cas, singular. En aquesta localitat la població creix en un talús ombrívol del sistema dunar. Un comportament del qual fins ara no es tenia cap constància a l'illa. Encara que no figura a l'inventari florístic, al no créixer directament damunt sòl arenós, també s'ha de fer constar la presència a la zona d'una població de *Pastinaca lucida* L. Un endemisme gimnèsic relativament rar a Menorca, i encara més al Migjorn de l'illa. L'absència d'endemismes lligats als sòls arenosos d'una manera més directa és

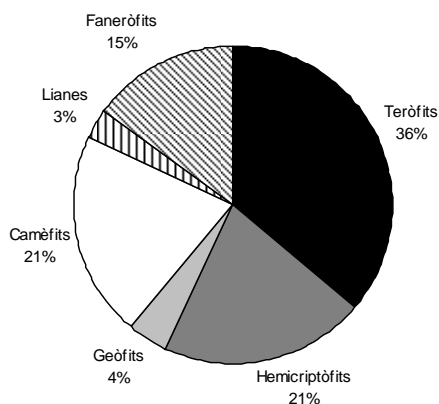
Tàxon	Tàxon	Tàxo
<i>Ajuga iva</i> subsp. <i>pseudoiva</i> (DC.) Briq.	<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	<i>Parietaria judaica</i> L.
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i> H. Lindb.	<i>Daucus carota</i> L. subsp. <i>carota</i>	<i>Phyllirea media</i> var. <i>media</i> L.
<i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poir.) T. Durand et Schinz	<i>Desmazeria marina</i> (L.) Druce	<i>Pinus halepensis</i> Mill. var. <i>halepensis</i>
<i>Anagallis arvensis</i> L. subsp. <i>arvensis</i>	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter subsp. <i>viscosa</i>	<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss.
<i>Arbutus unedo</i> L.	<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.	<i>Pistacia lentiscus</i> L.
<i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) Less.	<i>Elymus farctus</i> (Viv.) Runemark ex Melderis	<i>Plantago bellardii</i> All. subsp. <i>bellardii</i>
<i>Atriplex postrata</i> Boucher ex DC.	<i>Erica multiflora</i> L.	<i>Plantago coronopus</i> L. subsp. <i>coronopus</i>
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	<i>Eryngium maritimum</i> L.	<i>Plantago weldenii</i> Rchb.
<i>Bellium bellidioides</i> L.	<i>Euphorbia paralias</i> L.	<i>Polygonum maritimum</i> L.
<i>Beta maritima</i> L.	<i>Euphorbia terracina</i> var. <i>retusa</i> (Boiss.) Willk. et Lange	<i>Pseudorlaya pumila</i> (L.) Grande
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>serotina</i> (Koch ex Rchb.) Vollm.	<i>Glaucium flavum</i> Crantz	<i>Psoralea bituminosa</i> L.
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult.	<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt	<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i> L.
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) Beauv. subsp. <i>sylvaticum</i>	<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	<i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>maritimus</i> (Sm.) Thell.
<i>Cakile maritima</i> Scop.	<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> (Guss.) Nyman	<i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth
<i>Calystegia soldanella</i> (L.) R. Br.	<i>Lagurus ovatus</i> L. subsp. <i>ovatus</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. var. <i>officinalis</i>
<i>Campanula erinus</i> L.	<i>Launaea cervicornis</i> (Boiss.) Font Quer et Rothm.	<i>Rubia peregrina</i> var. <i>longifolia</i> (Poir.) Rouy
<i>Carex flacca</i> Schreb.	<i>Lavatera arborea</i> L.	<i>Rumex bucephalophorus</i> subsp. <i>gallicus</i> (Steinh.) Rech f.
<i>Carex hallerana</i> Asso	<i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray
<i>Carlina corymbosa</i> L. subsp. <i>corymbosa</i>	<i>Linum strictum</i> L. subsp. <i>strictum</i>	<i>Ruta angustifolia</i> Pers.
<i>Carthamus lanatus</i> L.	<i>Linum trigynum</i> L.	<i>Salsola kali</i> subsp. <i>kali</i> L.
<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>majus</i> (Hoffm. et Link) Melderis	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv. subsp. <i>maritima</i>	<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>aspera</i>
<i>Centaurium tenuiflorum</i> (Hoffmanns. et Link) Fritsch	<i>Lonicera implexa</i> Aiton	<i>Solanum nigrum</i> L. subsp. <i>nigrum</i>
<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufr. subsp. <i>calcitrapae</i>	<i>Lotus creticus</i> L.	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
<i>Cirsium vulgare</i> subsp. <i>crinitum</i> (Boiss.) Arènes	<i>Lotus cytisoides</i> L.	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.
<i>Cistus albidus</i> L.	<i>Medicago marina</i> L.	<i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>majoricum</i> (Rouy)
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	<i>Myrtus communis</i> L.	<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker
<i>Cistus salviifolius</i> L.	<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> Brot.	<i>Valantia muralis</i> L.
<i>Crithmum maritimum</i> L.	<i>Ononis mitissima</i> L.	<i>Verbascum sinuatum</i> L.
<i>Crucianella maritima</i> L.	<i>Otanthus maritimus</i> (L.) Hoffmanns.	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort. subsp. <i>ciliata</i>
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	<i>Pancratium maritimum</i> L.	
<i>Chamaesyce peplis</i> (L.) Prokh.	<i>Parentucellia viscosa</i> (L.) Caruel	

**Taula 1.** Catàleg florístic de l'arenal de Sant Llorenç (continuació).**Table 1.** Checklist of the plants from l'Arenal de Sant Llorenç (continuation).



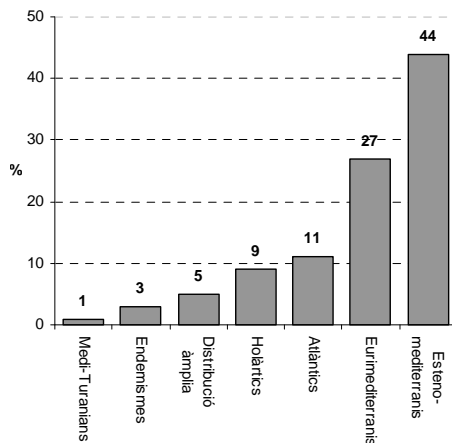
també una dada a tenir en compte. L'absència de tàxons al·lòctons es pot considerar un altre dels indicis sobre el bon estat de conservació del sistema i que les alteracions causades per l'activitat humana sembla que hagin tingut una baixa intensitat, tot i la presència de construccions antigues que revelen una mínima activitat antròpica, possiblement en l'àmbit de la ramaderia o l'aprofitament dels recursos forestals. La resta de components de l'inventari florístic presenten una distribució àmplia en relació al conjunt de l'illa. De totes maneres, alguns dels considerats com a més rars estan relacionats amb els sistemes dunars (Fig. 8).

*Otanthus maritimus* té en aquesta localitat l'única població coneguda a l'illa (Gil et al., 1999). S'ha de fer constar que en els treballs de camp fets per aquest estudi s'ha constatat el deteriorament important que pateix aquesta població. Actualment només està formada per un únic individu. Els altres semblen haver desaparegut a causa dels temporals del darrer hivern i, en part per la pressió antròpica.



**Fig. 7.** Representació de les formes vitals del sistema dunar de Cala Escorxada.

**Fig. 7.** Life forms representation at Cala Escorxada dune system.



**Fig. 8.** Biogeografia de la flora vascular al sistema dunar de Cala Escorxada.

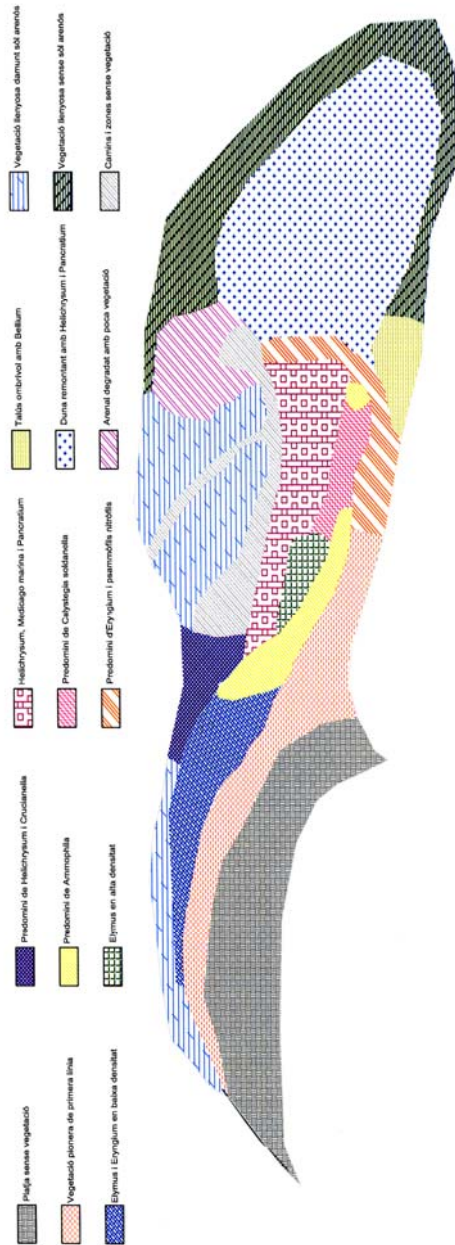
**Fig. 8.** Biogeography of vascular plants recorded at Cala Escorxada dune system.

*Crucianella maritima* és un psammòfil que només es coneix de la costa sud de l'illa (Cardona et al., 2005). L'espècie té poblacions importants a les platges de Sant Tomàs i Son Bou, però així i tot les poblacions més reduïdes com aquesta de Cala Escorxada també poden tenir interès per a la seva conservació.

A l'inventari florístic també destaquen algunes espècies com *Calystegia sepium* o *Cirsium vulgare*, que indicarien una certa frescor constant en el subsòl.

Actualment açò sembla poc evident, però la seva presència estaria d'acord amb l'apreciació geomorfològica que una part de l'arenal s'hauria format a partir del reblliment d'una petita zona humida o bassa. Precisament, aquestes espècies s'han localitzat en la cota més baixa del sistema dunar.

En aquest sistema la zonació de la vegetació és marcada (Fig. 9), aquest fet pot servir per interpretar una possible evolució geomorfològica del sistema, especialment pel que es refereix a un possible llit de



**Fig. 9.** Mapa de vegetació del sistema dunar de cala Escorxada.  
*Fig. 9. Vegetation map of cala Escorxada dune system.*

torrent o una antiga zona humida. En aquesta distribució de la vegetació també es veu prou clarament la penetració cap a l'interior d'espècies típiques del dinamisme de l'arena. Aquest és el cas de la prolongació cap a l'interior, seguint el que seria el llit del torrent, de la vegetació dominada per *Eryngium maritimum* i altres psammòfils nitròfils. També és evident la localització de la població de *Crucianella maritima* en un àrea molt concreta. En el seu conjunt, aquesta zonificació ben definida es pot considerar també responsable de la diversitat d'espècies existent (Acosta *et al.*, 2009).

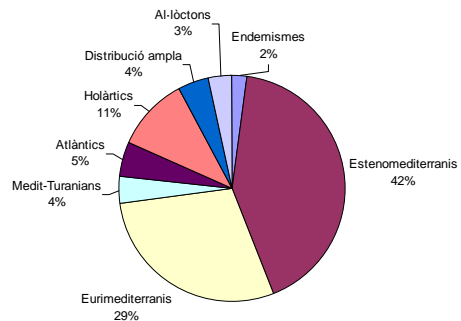
### **Anàlisi comparativa i estat de conservació dels sistemes dunars de l'arenal de Sant Llorenç i Cala Escorxada**

Els dos sistemes dunars que apareixen descrits en aquesta publicació, arenal de Sant Llorenç i aquest de Cala Escorxada, es troben en una situació geogràfica semblant i a la vegada, aparentment, també mostrarien semblances en la seva configuració. Aquestes circumstàncies justifiquen que es faci una senzilla anàlisi comparativa dels resultats obtinguts en l'apartat de florística i sobre el seu estat de conservació.

Una de les principals diferències entre els dos sistemes és la seva configuració, mentre que l'arenal de Sant Llorenç presenta una discontinuïtat provocada pel torrent de Trebalúger, a Cala Escorxada hi ha una continuïtat des de la platja fins a la part més interior. En aquesta darrera localitat açò permet que, proporcionalment, les espècies més psammòfiles penetrin més cap a l'interior. Aquest fet, juntament amb l'absència d'alteracions es tradueixen en una zonificació més clara de la vegetació (Fig. 9). Aquestes diferències també són les

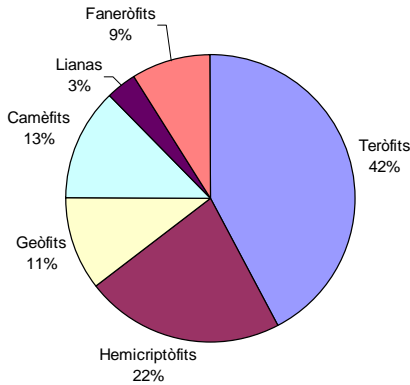
que poden explicar millor els diferents resultats obtinguts en l'inventari florístic. L'arenal de Sant Llorenç amb 180 tàxons pràcticament dobla el de Cala Escorxada amb poc més de 90 tàxons. Basta fer una ullada ràpida a les taules de resultats d'aquests dos inventaris per apreciar que les plantes que només s'han trobat a Sant Llorenç tenen hàbits generalistes pel que fa als ambients on creixen habitualment o bé són característiques d'altres més específics (per exemple zones humides) que en aquella zona tenen contacte directe amb el sistema dunar. Açò mostraria una vegada més la importància de la presència del mosaic d'hàbitats i les zones de transició en la biodiversitat d'una zona concreta (Ries *et al.*, 2004).

La representació gràfica de les categories biogeogràfiques (Figs. 8 i 10) mostra una elevada coincidència entre els dos i a la vegada amb la que correspon al conjunt de la flora de l'illa. Per tant, ens trobaríem davant una composició florística que des del punt biogeogràfic està d'acord amb el caràcter mediterrani de la flora del territori insular. Només s'observa una variació a l'alça en els tàxons de distribució Mediterrani-atlàntica a Cala Escorxada.



**Fig. 10.** Biogeografia de la flora vascular del sistema dunar de Sant Llorenç.

*Fig. 10. Biogeography of vascular plants recorded at Sant Llorenç dune system.*



**Fig. 11.** Representació de les formes vitals del sistema dunar de Sant Llorenç.

**Fig. 12.** Life forms representation at Sant Llorenç dune system.

Aquest resultat coincidiria amb l'apreciació ja comentada de què aquest sistema dunar presenta ambients més frescos per la seva particular configuració geomorfològica. Les plantes amb aquesta distribució tenen precisament una preferència per aquests ambients.

En canvi, la representació de les formes vitals (Figs. 7 i 11) mostra diferències més importants entre els dos sistemes. Mentre que a l'arenal de Sant Llorenç és coincident amb el que s'obté pel conjunt de la flora de l'illa (Fraga *et al.*, 2004), a cala Escorxada algunes formes presenten variacions significatives. Aquest contrast entre la biogeografia i les formes vitals seria una dada que confirmaria la diferent situació en què es troben els dos sistemes i possiblement també l'evolució que han seguit al llarg del temps (Lubke *et al.*, 1996; Kutiel *et al.*, 2000). Mentre que l'arenal de Sant Llorenç es trobaria en situació de més alteració i poca estabilitat, que afavoreix les plantes de cicle anual, cala Escorxada és un sistema més estable i consolidat amb menys alteracions, tot i que també hi ha evidències d'una extracció

d'arena, però a petita escala i només afectant un part molt concreta del sistema. A aquesta situació també s'hi referiria la major presència de tàxons psammòfils a cala Escorxada. Tot i estar adaptats al dinamisme de l'arena, les alteracions d'origen antròpic els perjudiquen (Rust i Illenberger, 1996; Kutiel, 2001).

Així l'absència d'alguns d'ells a l'arenal de Sant Llorenç podria ser a causa d'una major freqüentació humana o altres alteracions d'origen antròpic com ara la modificació de la vegetació o l'excés de pastura en èpoques passades (Tzatzanis *et al.*, 2003). Aquest diferent estat de conservació també quedaria reflectit en altres components florístics com la presència/absència de tàxons al·lòctons o la importància dels ruderals.

A banda d'aquests indicadors d'un diferent estat de conservació i d'evolució de les alteracions, la comparació de la composició florística també ens informa de dos sistemes diferents en el que seria la configuració original. La presència, encara que actualment testimonial, d'espècies habituals de comunitats vegetals de la part interior dels sistemes dunars a l'arenal de Sant Llorenç ens indica que en aquest sistema anteriorment hi havia una vegetació prou diferent a l'actual. En canvi, a cala Escorxada aquestes comunitats és possible que mai s'arribassin a desenvolupar a causa sobretot de les seves dimensions més reduïdes.

En conclusió, ens trobem davant dos sistemes que són semblants en la seva composició florística de manera general, però que a la vegada han seguit patrons diferents en la seva evolució, tant pels processos naturals, com a causa de la influència antròpica. En aquest darrer aspecte seria interessant valorar fins a quin punt seria possible restaurar unes condicions més semblants a les originals a

l'arenal de Sant Llorenç. Per exemple tornar a recuperar les comunitats vegetals de la part més interior del sistema dunar, que a la vegada són les que tenen un major interès per la seva especificitat a l'illa de Menorca, tant per la presència d'endemismes vegetals com d'espècies de distribució restringida.

En el mateix sentit de la conservació s'ha d'esmentar la situació de degradació que, aparentment, estaria començant a patir el sistema de cala Escorxada. La disminució alarmant de la població d'*Otanthus maritimus* amb l'augment de la freqüentació humana com una possible causa seria un primer senyal d'alerta a considerar.

## Bibliografia

- Acosta, A., Carranza, M.L. i Izzi, C.F. 2009. Are there habitats that contribute best to plant species diversity in coastal dunes? *Biodiversity and Conservation*, 18: 1087-1098.
- Avis, A.M. i Lubke, R.A. 1996. Dynamics and succession of coastal dune vegetation in the Eastern Cape, South Africa. *Landscape and Urban Planning*, 34: 237-254.
- Bourrouilh, R. 1973. Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminasion Nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale. Memorias del IGME 99, 1-672.
- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P. Roig-Munar, F. X. i Estaún, I. 2005. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca 2002. Institut Menorquí d'Estudis. Inèdit.
- Fraga, P., Mascaró, C., Carreras, D., Garcia, O., Pallicer, X., Pons, M., Seoane, M. i Truyol, M. 2004. *Catàleg de la flora vascular de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Gil, Ll., Cardona, C., Pons, M. i Llorens, L. 1999. Notes florístiques de les Illes Balears (XII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 79-83.
- Gómez-Pujol, L., Balaguer, P., Mateu, J. i Roig-Munar, F. X. 2004. Composició i textura del sediments de les platges del Migjorn. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup> (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 235-244.
- Kutiél, P. 2001. Conservation and management of the Mediterranean coastal sand dunes in Israel. *Journal of Coastal Conservation*, 7: 183-192.
- Kutiél, P., Peled, Y. i Geffen, E. 2000. The effect of removing shrub cover on annual plants and small mammals in a coastal sand dune ecosystem. *Biological Conservation*, 94: 235-242.
- Levin, N., Kidron, G.J. i Ben-Dor, E. 2008. A field quantification of coastal dune perennial plants as indicators of surface stability, erosion or deposition. *Sedimentology*, 55: 751-772.
- Lubke, R.A., Avis, A.M. i Moll, J.B. 1996. Post-mining rehabilitation of coastal sand dunes in Zululand, South Africa. *Landscape and Urban Planning*, 34: 335-345.
- Musila, W.M., Kinyamario, J.I. i Jungerius, P.D. 2001. Vegetation dynamics of coastal sand dunes near Malindi, Kenya. *African Journal of Ecology*, 39: 170-177.
- Obrador, A. i Pomar, L. 2004. El Miocè del Migjorn. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M. (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 73-91.
- Pardo, J. i Porres, M. J. 2004. Caracterització morfològica del Migjorn menorquí. In: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup> (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 11: 157-176.
- Parisod, C. i Baudière, A. 2006. Flore du littoral sableux: description et conservation de la plage roussillonnaise en tant que théâtre écologique de l'évolution. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, 90: 47-68.
- Ries, L., Fletcher, R.J., Battin, J. i Sisk, T.D. 2004. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models and variability

- explained. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35: 491-522.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J. Á. i Fraga, P. 2007. Descripció del sistema dunar de Cala en Carbó (NW Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 77-85.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008a. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 103-116.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 2008b. Descripció del sistema dunar de l'arenal de Sant Jordi (cala en Calderer, Nord de Menorca), Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51:117-130.
- Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2009. Descripció del sistema platja-duna de dunar de Trebalúger i Sant Llorenç (S de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 153-166.
- Rosselló, V.M<sup>a</sup>. 2004. El litoral (i les cales). *In*: Fornós, J.J., Obrador, A. i Rosselló, V.M<sup>a</sup> (eds.). *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. *Mon Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 177-200.
- Rust, I.C. i Illenberger, W.K. 1996. Coastal dunes: sensitive or not? *Land. Urban Plan.*, 34: 165-169.
- Tzatzanis, M., Wrбка, T. i Sauberer, N. 2003. Landscape and vegetation responses to human impact in sandy coasts of Western Crete, Greece. *J. Nat. Cons.*, 11: 187-195.

# Aportaciones al conocimiento de los quilópodos (Chilopoda; Geophilomorpha) de la Serra de na Burguesa (Mallorca, Islas Baleares)

Mateo VADELL y Guillem X. PONS

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Vadell, M. y Pons, G.X. 2009. Aportaciones al conocimiento de los quilópodos (Chilopoda; Geophilomorpha) de la Serra de na Burguesa (Mallorca, islas Baleares). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 169-182. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Se dan a conocer los primeros resultados del estudio quilopódico, que se está realizando en la Serra de na Burguesa, ubicada en la Serra de Tramuntana de la isla de Mallorca y perteneciente al término municipal de Calvià. En este trabajo se expone un avance sobre los Geophilomorpha recolectados en la zona, así como datos complementarios sobre su distribución después del estudio de material depositado en distintas colecciones. Entre los principales resultados obtenidos se encuentra: una primera cita para España de *Stigmatogaster arcisherculis* Brölemann, 1904, una primera cita de *Himantarium gabrielis* (Linné, 1766) para las islas Baleares, así como nuevos datos sobre la distribución de *Pachymerium ferrugineum* (C.L. Koch, 1835), *Dignathodon microcephalus* (Lucas, 1846) y *Henia vesuviana* (Newport, 1844) para la isla de Mallorca.

**Palabras clave:** *Chilopoda, Geophilomorpha, Mallorca, nuevas citas, Stigmatogaster arcisherculis.*

APORTACIONS AL CONEIXEMENT DELS QUILÒPODES (CHILOPODA; GEOPHILOMORPHA) DE LA SERRA DE NA BURGUESA (MALLORCA, ILLES BALEARS). Se donen a conèixer els primers resultats de l'estudi de Chilopoda, que s'està realitzant a la Serra de na Burguesa, ubicada en la Serra de Tramuntana (Mallorca) i pertanyent al terme municipal de Calvià. A aquest treball s'exposa un avanç sobre els Geophilomorpha recol·lectats a la zona, així com dades complementàries sobre la seva distribució. El material està disposat en distintes col·leccions. Entre els principals resultats se troba: una primera cita per a Espanya d'*Stigmatogaster arcisherculis* Brölemann, 1904, una primera cita d'*Himantarium gabrielis* (Linné, 1766) per a les Illes Balears, així com noves dades de distribució de *Pachymerium ferrugineum* (C.L. Koch, 1835), *Dignathodon microcephalus* (Lucas, 1846) i *Henia vesuviana* (Newport, 1844) per a Mallorca.

**Paraules clau:** *Chilopoda, Geophilomorpha, Mallorca, noves cites, Stigmatogaster arcisherculis.*

CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE OF CENTIPEDES (CHILOPODA; GEOPHILOMORPHA) IN THE NA BURGUESA (MAJORCA, BALEARIC ISLANDS). The preliminary results of the study of Chilopoda, undertaken in the Na Burguesa located in the Serra de Tramuntana (Majorca) in the municipality of Calvià are provided here. This study discusses progress on Geophilomorpha records collected in the area, as well as complementary data on their distribution. The material is divided between a range of collections. The main results include: a first Spanish recording of the *Stigmatogaster arcisherculis* Brölemann, 1904, a first recording of *Himantarium gabrieli* (Linnaeus, 1766) in the Balearic Islands, and new distribution data on *Pachymerium ferrugineum* (C.L. Koch, 1835), *Dignathodon microcephalus* (Lucas, 1846) and *Henia vesuviana* (Newport, 1844) for Majorca.

**Keywords:** *Chilopoda, Geophilomorpha, Mallorca, new records, Stigmatogaster arcisherculis.*

Mateo VADELL, Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Ctra Palma-Port de Sóller, Km 30,5. E-07100. Sóller, y Societat d'Història Natural de les Balears. C/ Margarita Xirgu, 16 baixos E-07011 Palma de Mallorca. E-mail: lithobius@hotmail.es.; Guillem X. PONS, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears, carretera de Valldemosa km 7,5, E-07122 Palma de Mallorca. E-mail: guillemx.pons@uib.es

Recepció del manuscrit: 2-des-09; revisió acceptada: 30-des-09

## Introducción

El estudio de los Chilopoda Geophilomorpha en las Islas Baleares ha sido abordado por diferentes autores (Koch, 1882; Verhoeff, 1924; Demange, 1961; Negrea & Matic, 1973; Căpușe, 1975; Vadell *et al.*, 2005; Vadell y Pons, 2008). En estos trabajos se aportan nuevos datos taxonómicos así como aspectos relacionados con su distribución. Hasta el momento, y según estos autores se tienen datos de la presencia en las Islas Baleares de: *Stigmatogaster excavata* (Verhoeff, 1924); *Stigmatogaster gracilis* (Meinert, 1870); *Henia vesuviana* (Newport, 1844); *Schendyla nemorensis* (C.L. Koch, 1836); *Dignathodon microcephalum* (Lucas, 1846); *Himantariella balearica* Căpușe, 1975; *Geophilus fucorum* Brölemann, 1909; *Geophilus tenellus* L. Koch, 1881; *Geophilus ribauti* Brölemann, 1908; *Tuoba poseidonis* (Verhoeff, 1901); *Geophilus carpophagus* Leach, 1814; *Pachymerium ferrugineum* (C. L. Koch, 1835) y *Eurygeophilus multistiliger* (Verhoeff, 1899) (Tabla 1).

## Marco geográfico

La Serra de na Burguesa está situada en la zona más meridional de la Sierra de Tramuntana (Mallorca), presentando una dirección predominante NE-SO con unas alturas máximas que pueden llegar a los 503 m (Puig den Bou).

La zona estudiada ha sido castigada reiteradamente por numerosos incendios, la gran mayoría de ellos provocados. Entre los incendios más importantes e intencionados, cabe destacar el ocurrido el día 11 de julio de 1978, que se prolongó durante varios días, afectando a las zonas del Coll de sa Creu, Bendinat, Vallurgent, s'Hostalet, Costa d'en Blanes y Son Vida, arrasando unas 1500 ha, pasando a ser el más catastrófico de la historia de Mallorca, tal y como citaban los diarios de la época "Apocalípticos paisajes lunares.....se han quemado, en el incendio más catastrófico de Mallorca 400.000 pinos." Otro de los incendios más destacados, es el que ocurrió el 31 de julio de 1993 arrasando 410 ha y que afectó gravemente a la costa d'en Blanes, Son Boronat y Son Falconer.

En la actualidad la vegetación está constituida, mayoritariamente, de matorral bajo (Fig. 1) y podemos encontrar en mayor



Fig. 1. Paisaje de la zona de na Burguesa.  
Fig. 1. Landscape of na Burguesa.



o menor medida especies asociadas a la garriga mediterránea que ha sido sometida a dichas vicisitudes: *Cistus monspeliensis*, *Cistus albidus*, *Pistacia lentiscus*, *Hypericum balearicum*, *Ampelodesmos mauritanica*, *Rhamnus bourgeanus*, *Asphodelus aestivus*, *Cneorum tricoccon*, *Erica multiflora*, *Leuza conifera*, *Anthyllis cytisoides*, *Asphodelusmicrocarpus*, *Asphodelus fistulosus*, *Lavandula dentata*, *Arisarum vulgare*, pequeños núcleos de *Pinus halepensis*, así como algún ejemplar solitario de *Juniperus oxycedrus*.

Cabe decir que buena parte de la Serra de Tramuntana, en la actualidad, goza con la figura de protección de Paraje Natural de la Serra de Tramuntana (BOIB núm. 54 ext. 11-04-2007). Pero, desgraciadamente, la Serra de na Burguesa, que pertenece a dicha unidad estructural, ha sido excluida de dicha figura de protección, pese a que presenta una elevada biodiversidad y un alto índice de endemidad, tanto animal como vegetal. También cabe destacar el elevado número de elementos etnológicos y paisajísticos únicos e insustituibles de las Baleares. La Serra de na Burguesa, debido a su falta de gestión ambiental, está siendo afectada por toda una serie de impactos que dificultan su conservación. Especialmente impactante son los grupos incontrolados de motoristas que realizan carreras de motocross, los cuales erosionan gravemente los caminos e incrementan el peligro de incendio y de atropello hacia las personas que visitan la zona (Fig. 2).

## Material y métodos

Entre los años 2006 a 2009, aprovechando un estudio sistemático de localización, catalogación, topografía y estudio integral de cavidades de la Serra de na Burguesa, se recolectaron muestras de la fauna quilópó-



**Fig. 2.** Impacto del motocross por la zona de na Burguesa.

*Fig. 2. Motocross impact in na Burguesa.*

dica de forma sistemática. Las zonas donde se han capturado los ejemplares se solapan con otros estudios de cavidades que se están realizando en la zona (Crespí *et al.*, 2007) y están situadas entre son Boronat, las comas del Clot des Cero, des Mussol y Na Boira pertenecientes al término municipal de Calvià en la isla de Mallorca. La montaña más elevada de la zona es Na Boira con 399 m de altura, situada a unos 700 m al este de la finca de Son Boronat. Otros accidentes destacados son el Puig de Vilarrassa (379 m), el Puig des Corral d'en Ferrer y el Penyal des Corbs.

Así mismo, para la realización del presente trabajo, se han examinado muestras de la Colección de Chilopoda Jaume Damians, que está depositada en el *Museu de la Naturalesa de les Illes Balears (Societat d'Història Natural de les Balears)* (MNIB-SHNB) y dos ejemplares donados a la colección de Mateo Vadell (CMV), legados por Carmelo Andújar del Dpto de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia. Con estos nuevos datos inéditos se aporta un mayor conocimiento de dos de las especies citadas de la Serra de na Burguesa, así como su distribución en la isla de Mallorca.

Los ejemplares han sido recolectados por método de recolección directa. El material se conserva en alcohol de 70° glicerado y en preparaciones microscópicas, formando parte de la colección personal de Mateo Vadell (CMV), depositada en el *Museu Balear de Ciències Naturals* de Sóller. Los ejemplares que se emplearon para la realización de preparaciones microscópicas permanentes, fueron aclarados con potasa al 4% y posteriormente montados con polivinil lactofenol.

Para el estudio y determinación de los ejemplares se ha utilizado una lupa binocular MBC-10 y el microscopio trinocular Kyowa Unilux-20 con cámara CCD Motic MC-2000.

También se ha utilizado para fotografiar a algunos de los ejemplares, la cámara Olympus E520 con el objetivo 105 mm Sigma DG Macro.

Para las tomas de coordenadas U.T.M se ha usado un GPS Garmin modelo eTrex Vista Cx y utilizando para las mismas el Datum European 1950.

Abreviaturas utilizadas en este trabajo; AM: Colección A. Minelli, Departamento de Biología, Universidad de Padua, Italia; CMV, Colección Mateo Vadell; MNIB-SHNB, *Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears*; E: Esternito; Juv.: Juvenil; Long.: Longitud; Num.: Número.

## Orden **GEOPHILOMORPHA**

### Familia HIMANTARIIDAE

*Stigmatogaster arcisherulus* Brölemann, 1904  
*Stigmatogaster arcis-herculus* Brölemann, 1904;  
*Meinertophilus arcis-herculus* (Brölemann, 1904);  
*Haplophilus arcis-herculus* (Brölemann, 1904);  
*Stigmatogaster simrothi* Verhoeff, 1938

MATERIAL: Barranc des Clot des Sero (Calvià) U.T.M 461474 / 4378112-238: 1 ♂ y 1 ♀ 4-XI-2006, M. Vadell leg., (CMV,

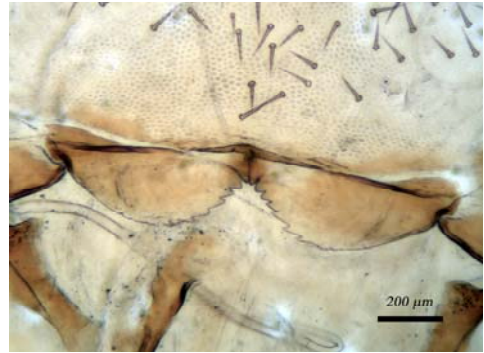
reg. núm. 041106-1 y 041106-3); Barranc des Clot des Sero (Calvià) U.T.M 461902 / 4378607-270: 1 ♀ 18-XI-2006, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 181106-1, en preparaciones microscópicas); Puig des Corral d'en Ferrer (Calvià) U.T.M 461902 / 4378607-270: 2 ♀ ♀ 18-XI-2006, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 181106-2 y 181106-3); Pla de Vilarrassa (Calvià) U.T.M 461483 / 4379083-347: 1 ♂ y 1 ♂ juv., 13-I-2007, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 130107-8 y 130107-9); Pla de Vilarrassa (Calvià) U.T.M 461483 / 4379083-347: 2 ♂♂ 13-I-2007, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 130107-8 y 130107-10); Son Boronat (Calvià), U.T.M 460841 / 4379409-216: 1 ♀, 10-III-2007, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 100307-4); Son Boronat (Calvià), U.T.M 460823 / 4379504-135: 1 ♂, 17-III-2007, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 170307-7); Son Boronat (Calvià), U.T.M 460418 / 4379312-147: 1 ♂ 21-IV-2007, M. Vadell leg., (reg. 210407-1, donado a AM); Es Penyal de Mig Dia (Calvià) U.T.M. 461057 / 4378568-362: 1 ♀ y 1 ♂ 24-I-2009, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 240209-1 y 240209-2); Son Boronat (Calvià), U.T.M 460889 / 4379482-214: 1 ♀ 21-XI-2009 M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 211109-1); Son Boronat (Calvià), U.T.M 46876 / 4379493-207: 2 ♀♀ y 3 ♂♂ 21-XI-2009 M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 211109-2 en preparaciones microscópicas, 211109-3, 211109-4, 211109-6 en preparaciones microscópicas y 211109-7).

Otro material estudiado:

Cova de s'Algar (Artà) U.T.M 527550 / 4398210-360: 2 ♀♀, 20-XII-1987, J. Damians y Ll. Garcia leg., (MNIB-SHNB, reg. núm. H21 en preparaciones microscópicas y H21A); Hortalutx (Puigpunyent): 1 ♂, 9-VI-1988, J. Damians leg., (MNIB-SHNB, reg. núm. A1); Cal Peso (Pollença) U.T.M 506460 / 4418590-



**Fig. 3.** Habitus de *Stigmatogaster arcisherculus*.  
**Fig. 3.** Habitus of *Stigmatogaster arcisherculus*.



**Fig. 4.** Labro de *Stigmatogaster arcisherculus*.  
**Fig. 4.** Labrum of *Stigmatogaster arcisherculus*.

138: 1 ♂, 12-XII-2009, C. Andújar leg., (CMV reg. núm. 121209-1); Cova de les Rodes (Pollença) U.T.M 504374 / 4419053-35: 1 ♀, 12-XII-2009, C. Andújar leg., (CMV reg. núm. 121209-2).

Los ejemplares de la Serra de na Burguesa que se han estudiado, presentan unas longitudes comprendidas en los machos entre los 20,3 mm en el ♂ juvenil 130107-9 a los 100 mm en el ejemplar ♂ 210407-1, con un número de segmentos pedíferos que varía entre los 103 a los 107, las hembras por el contrario tienen unas longitudes comprendidas entre los 60,3 mm en el ejemplar ♀ 041106-1 a los 104 mm en la ♀ 211109-1 y un número de segmentos pedíferos que oscilan entre los 109 a los 111.

Los ejemplares estudiados presentan un cuerpo robusto, atenuado en el tercio anterior y con una coloración amarillopajizo (Fig. 3).

La cabeza es ligeramente más ancha que larga, tan ancha como los segmentos anteriores. Las antenas son unas tres veces la longitud de la cabeza, delgadas y ligeramente moniliformes. El último artejo antenar presenta en su parte media, dos campos con forma circular y ligeramente

hundidos, en los cuales se hallan numerosos sensilos basicónicos, siendo más grande este campo en la parte lateral externa del artejo que el de su parte lateral interna.

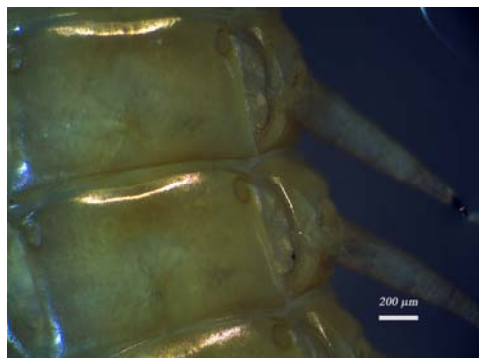
La zona del clipeo cuenta con numerosas sedas.

El labro presenta una escotadura central de bordes aserrados, los dientes medianos presentan una franja profunda, alcanzando casi el borde rostral del labro.

Lóbulo externo de la maxila I biarticulado, siendo su ángulo distal externo del artejo basal prolongado.

En el ejemplar ♀ 181106-1 el labro presenta 8+9 dientes recurvados hacia el interior del mismo (Fig. 4), ambas placas de las mandíbulas con 5 láminas pectinadas y una placa de 7 dientes, ocupando aproximadamente un tercio de la arista apical y con una arista lateral gruesa y redondeada en su ápice. En los ejemplares ♀ 211109-3 y ♂ 211109-4 el labro está constituido por 6+6 dientes, con 8+8 y 6+6 dientes en los ejemplares ♂ 211109-6 y ♀ 211109-2 con la placa de la mandíbula constituida por 7 y 7+8 dientes.

Coxoesternito forcipular corto, muy ancho y fuertemente convergente, borde rostral inerte. Forcípulas rechonchas, separadas una de la otra y con la uña apical



**Fig. 5.** Detalle de las fosetas virguliformes y laterales esternales en *Stigmatogaster arcisherculus*.

**Fig. 5.** Detail of virguliform fossae and paratergital fossa in *Stigmatogaster arcisherculus*.

lisa en su concavidad. Los terguitos están unidos y con dos surcos longitudinales muy marcados. Un solo paraterguito intercalar de forma triangular y más o menos bien separado del preterguito.

Los campos porosos ventrales están dispuestos transversalmente y con forma redondeada y algunos ligeramente reniformes, empezando desde el esternito 2 al 56-63.

Los esternitos presentan en el ángulo anterior, unas fosetas laterales pares virguliformes; en los machos estudiados estas fosetas empiezan sobre el E.45 o el E.42 llegando hasta el E.59, E.57 o el E.55 (♂ 041106-1, ♂ 130107-8 y ♂ 170307-7), el ejemplar ♂ 210407-1 y el ♂ 211109-7 son los que presentan mayor número de fosetas ya que estas empiezan desde el E.41 y se extienden hasta el E.61 o el E.62.

En los ejemplares hembras estudiados, por el contrario estas fosetas pueden empezar en el E.44, E.45-E.47 y extenderse hasta el E.60-E.61, salvo el ejemplar 121209-2 que se extienden desde el E.35 al E.55.

Acompañando a estas fosetas existen



**Fig. 6.** Preterguito y metaterguito del último segmento pedífero en *Stigmatogaster arcisherculus*.

**Fig. 6.** Pretergite and metatergite of last leg-bearing segment in *Stigmatogaster arcisherculus*.

otras que bordean lateralmente ambos lados del esternito (Fig. 5).

El último pleurito estigmatífero está soldado al metaterguito correspondiente. Preterguito del último segmento pedífero estrecho y el metaterguito de forma más o menos cuadrangular; siendo ligeramente más largo que ancho (Fig. 6).

Metaesternito del último segmento pedífero con forma trapezoidal siendo un poco más largo que ancho en la base y surcado longitudinalmente por un sillón mediano.

Coxas de las patas terminales horadadas por numerosos poros pequeños de forma redondeada en toda su superficie.

Las patas terminales, tanto en los machos como en las hembras son delgadas y gráciles.

Los restantes caracteres coinciden con la descripción de la especie que indica Brölemann (1904; 1930) y Chalande y Ribaut (1909).

Los ejemplares estudiados de la colección J. Damians (MNIB-SHNB) presentan unas longitudes que varían entre los 33, 46 y 80 mm (H21A, H21, A1), con

un número de segmentos pedíferos que comprenden entre los 99 (♂ A1), 101 (♀ H21) y 105 (♀ H21A).

El labro del ejemplar H21, presenta 6+6 dientes y ambas placas de las mandíbulas con 9 dientes.

Ejemplar ♂ 121209-1 con una longitud de 60 mm y 101 segmentos pedíferos, la ♀ 121209-2 con el mismo número de segmentos pedíferos y con una talla de 70 mm.

El presente registro constituye la primera cita para España:

***Himantarium gabrielis*** (Linnaeus, 1767)

*Himantarium semipedalis* (Dufour, 1820); *Himantarium longissimus* (Risso, 1826); *Himantarium laevigatus* (Brullé, 1832); *Himantarium sulcatus* (Brullé, 1832); *Himantarium walckenaeri* (Gervais, 1835); *Himantarium savignyanus* (Gervais, 1837); *Himantarium lefevrei* (Lucas in Guérin-Méneville, 1840); *Himantarium algericus* (Brandt, 1841); *Himantarium ambiguus* (Brandt J.F., 1841); *Himantarium dubius* (Brandt, 1841); *Himantarium rugulosus* (C.L. Koch, 1841); *Himantarium viridipes* (Brandt, 1841); *Himantarium xanthinus* (Newport, 1845); *Himantarium rubrovittatus* (Lucas, 1846); *Himantarium hispanicum* Meinert, 1870; *Himantarium hova* Saussure & Zehntner, 1902; *Himantarium broelemanni* Léger & Duboscq, 1903; *Himantarium gabrielis apenninorum* Verhoeff, 1934; *Himantarium gabrielis abbreviatum* Verhoeff, 1943; *Himantarium gabrielis asiaeminoris* Verhoeff, 1943; *Himantarium gabrielis delattini* Verhoeff, 1943; *Himantarium rugulosus insulanum* Verhoeff, 1943; *Himantarium rugulosus vulcanium* Verhoeff, 1943.

MATERIAL: Barranc des Clot des Sero (Calvià) U.T.M. 461474 / 4378112-238: 1 ♀ 4-XI-2006, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 041106-2, en preparaciones microscópicas); Na Boira (Calvià) U.T.M 461171 /4379826-272: 1 ♂ 11-X-2008, D. Crespi y M. Vadell leg (CMV, reg núm.

111008-2); Es Penyal de Mig Día (Calvià) U.T.M. 460929 / 4378880-368: 1 ♀ 27-12-2008, M. Vadell leg (CMV, reg núm. 271208-1), U.T.M. 460918 / 4378896-364: 1 ♂ 27-12-2008, M. Vadell leg (CMV, reg núm. 271208-2), U.T.M. 460935 / 4378894-360: 1 ♂ 27-12-2008, M. Vadell leg (CMV, reg núm. 271208-3).

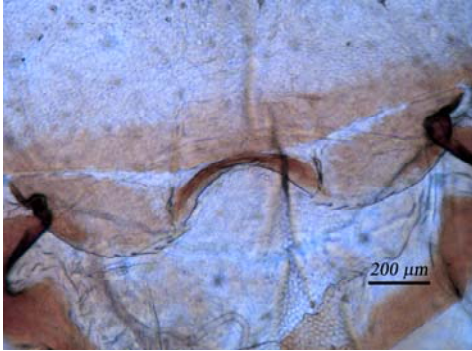
Los ejemplares capturados tienen un cuerpo robusto y muy largo, atenuado ligeramente hacia delante. Presentan una coloración parda pajiza, con una línea mediana de color rojizo a todo lo largo de los esternitos (Fig. 7). Esta coloración corresponde con la sustancia que segregan las glándulas exocrinas que poseen en su parte ventral y que desembocan en el grupo de poros de los esternitos. El líquido segregado tiene un olor que recuerda a las almendras amargas y produce en la piel humana cierta descamación al contacto con ella (obs. pers. M. Vadell). Los ejemplares hembras estudiados, presentan unas longitudes comprendidas entre los 61.6 mm con 143 segmentos pedíferos en el 041106-2 y 150 mm con 149 segmentos pedíferos en el ejemplar 271208-1.



**Fig. 7.** Habitus de *Himantarium gabrielis*.

**Fig. 7.** Habitus of *Himantarium gabrielis*.





**Fig. 8.** Labro de *Himantarium gabrielis*.  
**Fig. 8.** *Labrum of Himantarium gabrielis*.

Los machos presentan unas longitudes que varían entre los 185 mm en el ejemplar 111008-2 con 143 segmentos pedíferos, 155 mm y 145 segmentos pedíferos en el espécimen 271208-2 y 132 mm con 141 segmentos pedíferos en el ejemplar 271208-3.

La cabeza más ancha que larga, con un sillón frontal bien marcado en el ejemplar ♂ 111008-2 y poco aparente en el ejemplar ♀ 041106-2. Antenas engrosadas en su base y atenuándose hacia su ápice, con una longitud de 2.3 veces más, que el largo de la cápsula cefálica.

En el ejemplar 041106-2 ♀ los lóbulos laterales del labro con 6+6 dientes pequeños y recurvados hacia el interior, el arco medio del mismo desprovisto de dientes (Fig. 8). Las mandíbulas con 3 láminas pectinadas y una placa dental con 9 dientes la izquierda y 10 la derecha. Uña apical de las maxilas II redondeada, con forma de cuchara y sin espinas en su base.

Terguitos con surcos longitudinales débiles.

Campos porosos de los esternitos, dispuestos en grupos de forma redondeada sobre un área circular, ocupando una posición central, ligeramente retrasada en

los esternitos y que se encuentran desde el E.2 al penúltimo esternito.

Las coxas de las patas terminales anchas y con numerosos poros pequeños en ambas caras, el preterguito y metaterguito del último segmento pedífero con un surco longitudinal mediano y también horadados de numerosos poros pequeños (Fig. 9).

Metasternito triangular, dividido en dos partes simétricas por un surco mediano.

Los restantes caracteres coinciden con la descripción de la especie que indica Brölemann (1930; 1932).

Primera cita para las Islas Baleares:

Familia DIGNATHODONTIDAE

*Dignathodon microcephalus* (Lucas, 1846)  
*Dignathodon clavigerum* Verhoeff, 1943;  
*Dignathodon microcephalus sugens* Verhoeff, 1951.

MATERIAL: Puig de Vilarrassa (Calvià) U.T.M 461233 / 4378344-360: 1 juv., 10-V-2008, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 100508-4).



**Fig. 9.** Preterguito y metaterguito del último segmento pedífero en *Himantarium gabrielis*.

**Fig. 9.** *Pretergite and metatergite of last leg-bearing segment in Himantarium gabrielis*.

Otro material estudiado

Artà: 1 juv., 20-XII-1987, J. Damians y Ll. Garcia leg., (MNIB-SHNB, reg. núm. H23).

El ejemplar estudiado de Calvià cuenta con una longitud de 18 mm, mostrando una coloración castaño-rojiza y un número de 83 segmentos pedíferos.

El ejemplar examinado de la Colección Jaume Damians (MNIB-SHNB) presenta una longitud de unos 42 mm y un número de 81 segmentos pedíferos.

Especie termófila que parece mostrar preferencia por los suelos secos y pedregosos, aunque puede colonizar zonas relativamente húmedas (Salinas, 1990), ampliamente distribuida por Europa y por África septentrional (Fig. 10).

En la Serra de na Burguesa a finales del mes de febrero del 2010, se ha podido observar un ejemplar hembra, enroscada alrededor de sus crías (una quincena) estas, en su segundo estadio embrionario de desarrollo y con una coloración entre magenta y fucsia.

Citado por primera vez en las islas Baleares en Mallorca por Verhoeff (1924) en Palma y Sóller, posteriormente se cita en Portals Vells (Calvià), Torrente de sa Calobra (Escorca) (Negrea y Matic, 1973) y



**Fig. 10.** Habitus de *Dignathodon microcephalus*.  
**Fig. 10.** Habitus of *Dignathodon microcephalus*.

Coves del Pilar (Palma) (Vadell *et al.*, 2005).

La especie también ha sido observada en la Isla de Formentera (M. Vadell, datos inéditos).

***Henia (Chaetechelyne) vesuviana*** (Newport, 1844)

*Geophilus convolvens* Fabre, 1855; *Geophilus canestrinii* Fredrizzi, 1876; *Chaetechelyne grisea* Verhoeff, 1942; *Chaetechelyne corsica* Verhoeff, 1943; *Chaetechelyne duboscqui* Verhoeff, 1943; *Chaetechelyne vittata* Verhoeff, 1943; *Chaetechelyne ruffoi* Matic & Darabantu, 1968; *Chaetechelyne vesuviana helvetica* Verhoeff, 1935.

**MATERIAL:** Barranc des Clot des Sero (Calvià) U.T.M 461791 / 4378199-157: 1 ♀ y 1 ♂ juv., 23-XII-2006, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 231206-2 y 231206-5); Son Falconer (Calvià) U.T.M 459195 / 4377196-204: 1 ♀ 31-V-2008, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 310508-1); Coll des Pastors (Calvià) U.T.M 462666 / 4379763-423: 1 ♀ 28-XI-2009, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 281109-3); Coll des Pastors (Calvià) U.T.M 462696 / 4379731-426: 1 ♂ 28-XI-2009, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 281109-4); Es Pí de ses Creus (Calvià) U.T.M 460859 / 4377966-331: 1 ♂ juv. 5-XII-2009, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 051209-1); s'Hostalet (Calvià) U.T.M 46505 / 4378474-367: 1 ♀ juv. 5-XII-2009, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 051209-3).

Ejemplares estudiados con una coloración amarillo pajizo claro, con un número de segmentos pedíferos que oscilan en los machos, entre los 59 en el ejemplar 231206-5 a los 61 segmentos en los ejemplares 281109-4 y 051209-1, sus longitudes varían entre los 23 mm a los 28 mm (♂ juv. 051209-1, ♂ juv. 231206-5) (Fig. 11).



**Fig. 11.** Habitus de *Henia vesuviana*.

**Fig. 11.** Habitus of *Henia vesuviana*.

En las hembras los segmentos pedíferos varían entre los 65 en ejemplar 231206-2 y con una longitud de 40 mm, a los 65 y 69 segmentos pedíferos en los ejemplares 310508-1, 281109-3 y 051209-3, sus longitudes oscilan entre los 30, 32 y 18 mm.

Campos porosos en disposición circular y que ocupan la parte media desde el primer esternito hasta el penúltimo.

Especie con una distribución mediterránea hasta Europa central e islas Británicas (Barace y Herrera, 1980), donde parece haber sido introducida por vía antropocórica en esta última y en Norte América (Negrea y Matic, 1973).

Citada en la isla de Mallorca por Verhoeff (1924) en Palma y Sóller. Negrea y Matic (1973) también la citan en Palma, Sóller, Cueva del Puente (Manacor), Bosque de Ca'n Sion (Pollença), Formentor (Pollença), Torrent de Pareis (Escorca), Coll de Sóller (Sóller) e Isla de sa Dragonera.

En la isla de Menorca se ha localizado en la Cova na Pulida (San Cristóbal) (Demange, 1961).

Familia GEOPHILIDAE

***Pachymerium ferrugineum*** (C.L. Koch, 1835)

*Geophilus ferrugineum* C. L. Koch, 1835; *Mecistocephalus punctilabium* Newport, 1843; *Geophilus angustiventrus* Kessler, 1874; *Arthronomalus puncticeps* Lucas, 1849; *Pachymerium ferrugineum helveticum* Verhoeff, 1902; *Pachymerium ferrugineum insulanum* Verhoeff, 1902; *Geophilus kervillei* Attems, 1908; *Pachymerium ferrugineum maroccanum* Verhoeff, 1936; *Geophilus felix* Attems, 1947; *Pachymerium ferrugineum delattini* Verhoeff, 1951.

Material: Barranc des Clot des Sero (Calvià) U.T.M 461810 / 4378360-275: 1 ♀ 23-XII-2006, M. Vadell leg., (CMV, reg. núm. 231206-4).

Especie con una coloración del cuerpo amarillo-castaño, con la cabeza y maxilípodos de color castaño oscuro.

El ejemplar recolectado tiene una longitud de 40.5 mm por 1.12 mm de ancho, posee 55 pares de patas, el escudo cefálico es alargado; 1.3 mm de largo por 0.82 mm de ancho, dejando al descubierto gran parte de los maxilípodos, presentando un par de surcos paramediales y con numerosos poros en las partes laterales de la cabeza. El coxoesternito forcipular más o menos de forma cuadrangular.

Terguito 1 de forma trapezoidal convergente hacia su parte anterior y con numerosos poros grandes, terguito 2 al 54 con dos surcos paramedianos, siendo menos visible en este último. Esternitos con reticulación presentando un ligero surco paramediano y numerosos poros grandes.

Especie prácticamente cosmopolita, recolectada en multitud de países de varios continentes (Salinas, 1990).

En las islas Baleares se ha citado en Ibiza (Ibiza), Palma (Mallorca) (Verhoeff, 1924), Bosque de Can Sion (Pollença,



Mallorca), Cap Blanc (Llucmajor, Mallorca) y de sa Dragonera (Negrea y Matic, 1973). Bosque de Can Sion (Pollença, Mallorca), Cap Blanc (Llucmajor, Mallorca) y de sa Dragonera (Negrea y Matic, 1973).

### Conclusiones

Con este trabajo se amplía el conocimiento de los Chilopoda Geophilomorpha de las Baleares (Tabla 1).

Según Brölemann (1904) *Stigmatogaster arcisherculis* es muy próxima a *S. subterranea* (Shaw, 1789) y sugiere que tal vez podría tratarse de una raza, sin embargo el mismo autor comenta que se diferencia por un mayor número de segmentos pedíferos y la posición de los

campos porosos esternales que llegan hasta la mitad posterior del cuerpo, alcanzando alrededor del esternito 50 (Tabla 2 y 3).

En cambio Chalande y Ribaut (1909) expresan que *S. arcisherculis* es una forma de transición entre *S. superbus* (Meinert, 1870) y *S. dimidiata* (Meinert, 1870).

Los ejemplares de *Stigmatogaster arcisherculis* localizados en la isla de Mallorca, parecen tener un mayor longitud que los ejemplares machos que describe Brölemann (1904; 1930); estos presentan unas longitudes que variaban entre los 72 a los 74 mm, o la hembra que menciona Verhoeff (1938) con 89 mm de longitud.

Los ejemplares estudiados de la isla de Mallorca, presentan una longitud máxima en los machos de 101 mm y de 104 mm en las hembras, sin embargo parecen tener un menor número de segmentos pedíferos, ya

Chilopoda Geophilomorpha	Referencias	Distribución en las Illes Balears
<i>Stigmatogaster arcisherculis</i> Brölemann, 1904	Presente trabajo	Mallorca
<i>Stigmatogaster excavata</i> (Verhoeff, 1924)	Verhoeff, (1924)	Ibiza
<i>Stigmatogaster gracilis</i> (Meinert, 1870)	Negrea y Matic (1973)	Mallorca
<i>Himantarium gabrielis</i> (Linnaeus, 1767)	Presente trabajo	Mallorca
<i>Henia vesuviana</i> (Newport, 1844)	Verhoeff (1924), Negrea y Matic (1973), Demange (1961), presente trabajo	Mallorca, Menorca, sa Dragonera
<i>Schendyla nemorensis</i> (C.L. Koch, 1836)	Demange (1961), Negrea y Matic (1973)	Menorca, Mallorca
<i>Dignathodon microcephalum</i> (Lucas, 1846)	Verhoeff (1924), Negrea y Matic (1973), Vadell <i>et al.</i> (2005), presente trabajo	Mallorca, Formentera
<i>Himantariella balearica</i> Căpușe, 1975	Căpușe (1975)	Mallorca
<i>Geophilus fucorum</i> Brölemann, 1909	Căpușe (1975)	Mallorca
<i>Geophilus tenellus</i> L. Koch, 1881	Koch (1882)	Mallorca
<i>Geophilus ribauti</i> Brölemann, 1908	Verhoeff (1924)	Ibiza
<i>Tuoba poseidonis</i> (Verhoeff, 1901)	Verhoeff (1924)	Ibiza
<i>Geophilus carpophagus</i> Leach, 1814	Negrea y Matic (1973)	Mallorca
<i>Pachymerium ferrugineum</i> (C. L. Koch, 1835)	Verhoeff (1924), Negrea y Matic (1973), presente trabajo	Mallorca, Eivissa, sa Dragonera
<i>Eurygeophilus multistiliger</i> (Verhoeff, 1899)	Vadell y Pons (2008)	Mallorca

**Tabla 1.** Relación de especies Chilopoda Geophilomorpha de las Islas Baleares.

**Tabla 1.** Checklist of Chilopoda Geophilomorpha from the Balearic Islands.

Autor	Long. ♀	Long. ♂	Segmentos pedíferos ♀	Segmentos pedíferos ♂
Brölemann (1904; 1930)	–	72 a los 74 mm	–	111 a 113
Verhoeff (1938)	89 mm	–	111	–
Iorio (2006)	–	–	–	111 a 113
Vadell y Pons en este trabajo	60,3 a los 104 mm	50,2 a 101mm	109 a 111	99 a 107

**Tabla 2.** Comparativa según varios autores, del tamaño y el número de segmentos pedíferos en hembras y machos de *Stigmatogaster arcisherculis*.

**Table 2.** Comparison according to several authors, the size and number of segmenta corporis pedifera in males and females of *Stigmatogaster arcisherculis*.

que estos oscilan entre los 99 a los 107 segmentos en los machos y en las hembras entre los 101 a los 111 segmentos pedíferos; según Brölemann (1904; 1930) y Iorio (2006) en los ejemplares que estudiaron, los segmentos pedíferos en los machos oscila entre los 111 a los 113 y en las hembras según Verhoeff sobre los 111 segmentos.

Los campos porosos de los esternitos, en los ejemplares machos de la isla de Mallorca, llegan desde el E.2 hasta el E.54-E.59 y las hembras desde el E.2 al E.57-E.63, presentando un mayor número de estos campos, que los ejemplares de Brölemann (1904;1930), que abarcan desde el E.2 al E.53-55 o los ejemplares de

Verhoeff (1938) que van desde el E.3 al E.56.

En los ejemplares que se realizaron preparaciones microscópicas, podemos observar que la placa dental de la mandíbula oscila entre los 7 a 9 dientes, presentando un mayor número que en los ejemplares que describió Brölemann (1904; 1930), estos con un número de 6 dientes.

Así pues los ejemplares de las Baleares se caracterizan por tener una talla mayor que los ejemplares continentales europeos, un menor número de segmentos pedíferos, mayor número de campos porosos en los esternitos, un mayor número de fosetas virguliformes y más dientes en la placa

Autor	Núm. fosetas ♂	Núm. fosetas ♀	Núm. campos porosos ♂	Núm. campos porosos ♀
Brölemann (1904; 1930)	15	–	51 a 53	–
Verhoeff (1938)	–	5*	–	53
Vadell y Pons en este trabajo	13 a 21	13 a 20	52 a 57	54 a 61

**Tabla 3.** Comparativa según varios autores, sobre el número de fosetas virguliformes en los esternitos y campos porosos en machos y hembras de *Stigmatogaster arcisherculis*. \*Verhoeff (1938) indica otros *S. arcisherculis* sin especificar sexo, con unas fosetas virguliformes que abarcan desde el E.50 a E.65.

**Table 3.** Comparison according to several authors, the number of virguliformes pits on the sternites and porous areas in males and females *Stigmatogaster arcisherculis*. \*Verhoeff (1938) lists other *S. arcisherculis* unspecified sex with a pit virguliformes ranging from E.50 to E.65.

dental de la mandíbula. Demange (1981) en un monográfico sobre los Chilopoda de Francia, sitúa la especie en los Alpes Marítimos (zona litoral). Actualmente, según Minelli (2006 ChiloBase) la especie se le localiza en Francia, Italia y Mónaco, presentando una distribución en la cuenca Mediterránea occidental.

Con estos nuevos datos, la especie ha sido localizada en la Serra de na Burguesa (Palma, Calvià, Puigpunyent), Serra de Cavall Bernat (Pollença) y NE de la Serra de Llevant.

## Agradecimientos

Al Dr. A. Minelli del Dpto. de Biología de la Universidad de Padova (Italia), por la clasificación del ejemplar macho 210407-1 de *S. arcisherculus*. A Carmelo Andújar del Dpto de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Murcia por la donación de los 2 ejemplares de *S. arcisherculus*. A la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB) por haber dado la oportunidad de poder estudiar los quilópodos de la colección de Jaume Damians. A Ivan Ramos de la Conselleria de Medi Ambient (Protecció d'Espècies) por la información facilitada de los incendios de Mallorca. A Francesc Gracia (Dept. de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears), por las sugerencias prestadas en este trabajo. A Miquel Àngel Barceló y Damià Crespi por su compañía, aguante y paciencia en los trabajos de campo.

## Bibliografía

Barace, J. y Herrera L. 1980. Estudio faunístico del mazizo de Quinto Real. Serie Zoológica 4. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra. 22 pp.

- Brölemann, H.W. 1904. Chilopodes monégasques. *Bulletin du Musée Océanographique de Monaco*, 15: 1-15.
- Brölemann, H. W. 1930. *Eléments d'une faune des myriapodes de France. Chilopodes. Faune de France*, Vol. 25. Imprimerie Toulousaine, Toulouse; P. Lechevalier, Paris: 405 pp
- Brölemann, H. W. 1932. Tableaux de détermination des Chilopodes signalés en Afrique du Nord. *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, 23(2): 31-64.
- Căpușe, I. 1975. *Himantariella balearica* et *Pachymerium dragani*, deux espèces nouvelles de Géophilomorphes de l'île de Majorque. *Trav. Inst. Spéol. "Emile Racovitza"*, 14: 35-43.
- Chalande, J. y Ribaut, H. 1909. Étude sur la systématique de la famille des Himantariidae (myriapodes). *Archives de zoologie expérimentale et générale*, 5e série 1: 197-295.
- Crespi, D., Ginard, A., Vicens, D., Vadell, M. y Barceló, M.A. 2007. Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 9: Son Boronat-L'Hostalet (Calvià, Mallorca). *Endins* 31: 141-160.
- Demange, J.M. 1961. Faune cavernicole et endogée de l'île de Minorque; Mission H. Coiffait et P. Strinati (1958). 7. Myriapodes. *Biospeologica* LXXX. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 99:277-288.
- Demange, J.M. 1981. Les Mille-pattes. *Miriapodes. Éditions Boubée. Paris*. 284 pp.
- Ginard, A., Crespi, D., Vicens, D., Vadell, M., Barceló, M. A. y Bover, P. 2006. Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 8: Minería al voltant des Coll des Vent (Palma, Mallorca). *Endins*, 29: 99-120.
- Iorio, E. 2006. La faune des chilopodes du Massif armoricain: biologie, liste préliminaire et détermination des espèces (Chilopoda). *Mémoires de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 7: 1-73.
- Koch, L. 1882. Zoologische Ergebnisse von excursionsen auf den Balearen. II: Arachniden und Myriapoden. *Verh. zool.-bot. Ges. Wien*, 31: 625-678.

- Minelli, A. (ed.) 2006. *ChiloBase. A World Catalogue of Centipedes (Chilopoda) for the Web*. Available online at: <http://chilobase.bio.unipd.it> (last accessed the 25th February 2010).
- Negrea, St. y Matic, Z. 1973. Chilopodes cavernicoles et endogés de l'île de Majorque. Mision biospéologique "Constantin Dragan" à Majorque (1970-1971). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 18: 21-39.
- Salinas, J. A. 1990. Contribución al conocimiento de los quilópodos de Navarra (Myriapoda: Chilopoda). *Serie Zoológica* 20. Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra. 74 pp.
- Vadell, M., Zaragoza, J. A., Barceló, M. A. y Crespi, D. 2005. Aportaciones al conocimiento de la fauna cavernicola en el conjunto de las Coves del Pilar (Palma, Mallorca). *Endins*, 27: 75-92.
- Vadell, M. y Pons, G.X. 2008. Primera cita de *Eurygeophilus multistiliger* (Verhoeff, 1899) (Chilopoda, Geophilomorpha) para las Islas Baleares. *Endins* 32: 171-174.
- Verhoeff, K.W. 1924. Über Myriapoden von Mallorca und Ibiza. *Entomologisk Tidskrift*, 45:99-109.
- Verhoeff, K.W. 1938. Chilopoden-Studien, zur Kenntnis der Epimorphen. - Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere, 71 (4-6): 339-388.

# Presència i control del coatí, *Nasua nasua* L., i d'altres carnívors introduïts en època recent a Mallorca

Joan MAYOL, Carmen ÁLVAREZ i Xavier MANZANO

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Mayol, J., Álvarez, C. i Manzano, X. 2009. Presència i control del coatí, *Nasua nasua* L., i d'altres carnívors introduïts en època recent a Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 183-191. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Les espècies introduïdes són un problema ambiental cada vegada més rellevant. En medis insulars aquest fenomen és considerat la causa més important d'extinció de vertebrats. La introducció d'espècies a les Illes Balears s'ha produït des de temps remots, sent la totalitat de la mastozoofauna terrestre d'origen introduït. Això juntament amb altres elements faunístics al·lòctons i l'acció directa de l'home, s'ha relacionat amb l'extinció dels mamífers pleistocènics (*Myotragus*, *Hypnomys*, *Nesiotites*), i probablement amb la rarefacció i extinció local d'altres espècies i poblacions. En la actualitat continuen arribant animals exòtics, entre altres motius, per al comerç de mascotes. De vegades es produeixen escapaments o alliberaments intencionats en el medi natural com és el cas del Coatí, *Nasua nasua* a l'illa de Mallorca. Aquest carnívor d'origen americà ha aconseguit naturalitzar-se i formar almenys un grup reproductor estable. En algunes illes del Pacífic on ha estat introduït ha ocasionat un impacte greu. Es detallen els registres de l'espècie, i d'altres mamífers carnívors introduïts a Mallorca en els darrers anys.

**Paraules clau:** *Nasua nasua*, espècie introduïda, Mallorca.

PRESENCE AND CONTROL OF THE COATI, *NASUA NASUA* L, AND OTHER CARNIVORES INTRODUCED IN RECENT TIMES IN MALLORCA. Introduced species are becoming an increasing environmental problem. Within island habitats, this phenomenon is considered the most important cause of extinction of vertebrate. The introduction of species in the Balearics Islands has occurred since ancient times, being the whole terrestrial mammals wildlife native from habitats outside these islands. These events, together with other allochthonous faunal elements and directly human activities, have been associated with the extinction of Pleistocene mammals (*Myotragus*, *Hypnomys*, *Nesiotites*), and possibly with the rarefaction and local extinctions of other species and populations. Exotic wildlife continues arriving nowadays, among other reasons, for pet trade. Accidental escapes or intentional occur as well as it happened to the Coati (*Nasua nasua*) in the island of Mallorca. This American carnivore has become naturalized and formed at least one stable breeding group. This species is being introduced in several Pacific islands has caused serious impact on seabird colonies. It provides detailed records of this species, and other carnivorous mammals introduced in Mallorca in recent years.

**Keywords:** *Nasua nasua*, introduced species, Mallorca.

Joan MAYOL, Carmen ÁLVAREZ i Xavier MANZANO, Servei de Protecció d'Espècies. Conselleria de Medi Ambient. CAIB

Recepció del manuscrit: 1-des-09; revisió acceptada: 30-des-09

## Introducció

En els darrers anys s'ha produït un notable increment de l'atenció al problema de les espècies introduïdes i dels seus efectes sobre la integritat de les biotes. La introducció d'espècies és el segon factor de pèrdua de biodiversitat, per darrera de l'alteració dels hàbitats (Lowe *et al.*, 2000). En realitat, si es consideren les espècies de vertebrats extingides en temps històrics (479 a la llista de la IUCN), la major part de les extincions documentades (319 casos, un 66,5%) estan directament relacionades amb aquest factor, i de manera preponderant (326 casos sobre el total), en hàbitats ecològicament insulars (illes geogràfiques per a la fauna terrestre, llacs en la fauna aquàtica) (Taula 1), de forma que, en realitat, l'efecte de les espècies introduïdes és el factor d'extinció de vertebrats més important en època recent, per sobre de la destrucció d'hàbitats. Cal tenir present que en molts de casos, la causa d'extinció és desconeguda, de forma que la proporció reflectida en el quadre té caràcter de mínim.

Les espècies introduïdes poden provocar l'extinció amb diversos mecanismes: predació, competència, hibridació o difusió de patògens. Tot i que la informació general

disponible és fragmentària, sobre una mostra de 62 extincions d'aus ben documentades (Fuller, 2002) degudes a espècies introduïdes, es coneix o suposa el factor d'extinció en 47 casos: en el de vint-i-dues espècies hi ha intervingut les rates, en onze els moixos, en cinc altres mamífers (cans, mangostes, porcs i cabres) i sols vuit s'atribueixen a canvis de l'hàbitat (que podrien molt bé haver estat ocasionats per espècies introduïdes). Cal tenir present que en alguns dels casos es sobreposen els efectes de distintes espècies introduïdes. En qualsevol cas, rosegadors i carnívors són els principals responsables d'extincions d'aus insulars en temps històrics.

En els darrers anys, la introducció d'espècies és un fenomen creixent, com a conseqüència de l'increment del comerç internacional, del turisme i del transport. Històricament, aquest canvi de ritme no és, però, inèdit. Estan documentats molts de casos d'introduccions de vertebrats a illes del Pacífic, primer amb l'expansió humana i posteriorment, amb l'expansió europea (segles XV i XVII), que provocaren dues grans onades d'extincions. Els indicis d'un fenomen similar en el moment de l'expansió humana per les illes mediterrànies (fenicis, grecs i romans), són

Grup	Espècies extingides	% extincions per espècies introduïdes
Peixos	177	97
Amfibis	34	30
Rèptils	22	47
Aus	76	86
Mamífers	170	36
Total	479	296

**Taula 1.** Espècies de vertebrats extingides després de 1700, i percentatge d'extincions ocasionades per espècies introduïdes. Cal tenir present que hi ha moltes extincions sense causa coneguda. Elaboració pròpia a partir de Fuller (2002) i IUCN (2006).

**Table 1.** Vertebrate species extincted after 1700, and percentage of extinctions caused by introduced species. Take into account that many extinctions have no known causes. Own information prepared from Fuller (2002) and IUCN (2006).

consistents: les introduccions de cabres, ofidis i rosegadors afavoriren l'extinció de diverses espècies insulars (Alcover, 1988). En definitiva, els episodis de progrés tecnològic en el transport tenen conseqüències en la distribució de les espècies, afavorint la difusió de les associades a l'home (domèstiques, comensals, paràsites, etc.) en detriment de tàxons endèmics i estenòcors.

En el cas de les Balears, està ben establert que la totalitat dels mamífers carnívors presents (*Martes martes*, *Mustela nivalis*, *Genetta genetta*, *Felis catus* i els extints localment *Felis lybica* i *Martes foina*) són introduïts (Alcover, 1988). És probable que la major part, sinó totes, aquestes espècies arribessin a les illes en època romana. De fet, la totalitat de la mastozofauna terrestre balear és d'origen introduït. Aquest fet, amb l'arribada d'altres elements faunístics al·lòctons i la directa acció humana, s'ha relacionat amb l'extinció dels mamífers pleistocènics (*Myotragus*, *Hypnomys*, *Nesiotites*), i pot tenir molt a veure amb la rarefacció i extincions locals d'altres espècies i poblacions (*Podarcis lilfordi* a Mallorca i Menorca, grans colònies d'aus marines a Eivissa i Formentera, etc.). També es coneixen intents posteriors d'introducció de carnívors que varen fracassar, com el cas del llop a Mallorca a l'edat mitjana, per motius cinegètics (Mayol, 1997).

## El cas del Coatí

### Biologia

El Coatí, *Nasua nasua* (L. 1766), conegut també com a *pizote* o *pisote*, és un carnívor diürn centre i sud-americà, de la família Procyonidae, de talla mitja (de 76 a 104 cm de longitud i pes mig de 4,5 kg.) color roig terrós, amb conspiqües bandes



**Fig. 1.** Exemplar de coatí, *Nasua nasua* L.

**Fig. 1.** Especiment of *Nasua nasua* L.

negres a la cua, llarga i gruixada, i màscara facial fosca. N'és característica la longitud del nas, prominent i fosc. Les cames són relativament curtes, amb ungles molt fortes. Molt sovint es mou amb la coa aixecada. Sol viure en grups de femelles i joves (de cinc a quinze exemplars) amb eficients conductes anti-predadors (Di Blanco i Hirsch, 2006), tot i que els mascles adults són solitaris. Els grups solen deambular en territoris relativament reduïts, en un radi d'un a dos km., i els mascles tenen conductes més dispersives.

És molt àgil, s'enfila fàcilment als arbres o les penyes, i té una bona capacitat per a la carrera. Les femelles construeixen un niu als arbres, la gestació té una durada de 74 a 77 dies, i solen néixer entre 3 i 7 joves per ventrada.

La maduresa sexual s'adquireix als dos anys. En la seva àrea natural de distribució utilitza bàsicament hàbitats forestals, des de del nivell de la mar fins més de 2000 m, i

pot arribar a densitats molt elevades, de 6,2 a 13 individus per km<sup>2</sup>.

L'alimentació és omnívora: invertebrats i vertebrats de talla petita i mitjana i fruits. Hem constatat que, a Mallorca, la garrova (*Ceratonía siliqua*) forma part de la seva alimentació, i ha estat vist també enfilat a arbres fruiters.

En la seva àrea natural de distribució, s'hi han identificat com a endoparàsits, entre altres, diverses espècies dels gèneres *Tripanosoma*, *Leishmania* sp., *Brucella* sp., *Rickettsia rickettsi*, i el bacil de la tuberculosi. És una espècie de reconeguda capacitat infecciosa per als humans (Martínez *et al.*, 2002, Canelón *et al.*, 2003).

En principi, és un animal ximple i sociable, per la qual cosa en alguna ocasió ha estat importat com a animal per tenència en captivitat, a la qual s'adapta bé i pot reproduir-s'hi, en condicions adients.

El seu status de conservació és favorable, en tenir una àmplia distribució geogràfica i mantenir poblacions prou denses, tot i que alguna de les onze subespècies descrites té algun problema de conservació com a conseqüència de la

pèrdua d'hàbitats forestals. Uruguai el té inclòs a l'annex III de CITES.

Es coneixen dues introduccions a ecosistemes insulars: a l'illa de Robinson Crusoe (arxipèlag de Juan Fernàndez), on s'alliberaren dues femelles gestants el 1935 per controlar les poblacions, també introduïdes, de rata. Al 1972 s'hi va estimar una població de 4.000 exemplars. Aquí els coatis s'han convertit en la principal amenaça per a *Puffinus creatopus* (Cosewich, 2004), i han afectat també l'endèmic *Sephanoides fernandensis*, un colibrí endèmic en situació crítica, així com altres aus marines com *Puffinus carneipes* i *Pterodroma* sps. (Araya i Bernal, 1995); A l'illa d'Anchieta (Brasil), es va introduir el 1983 i hi ha assolit també densitats elevades i té impactes rellevants sobre la diversitat d'aus (Bovendorp *et al.*, 2007).

#### *Dades a l'illa de Mallorca*

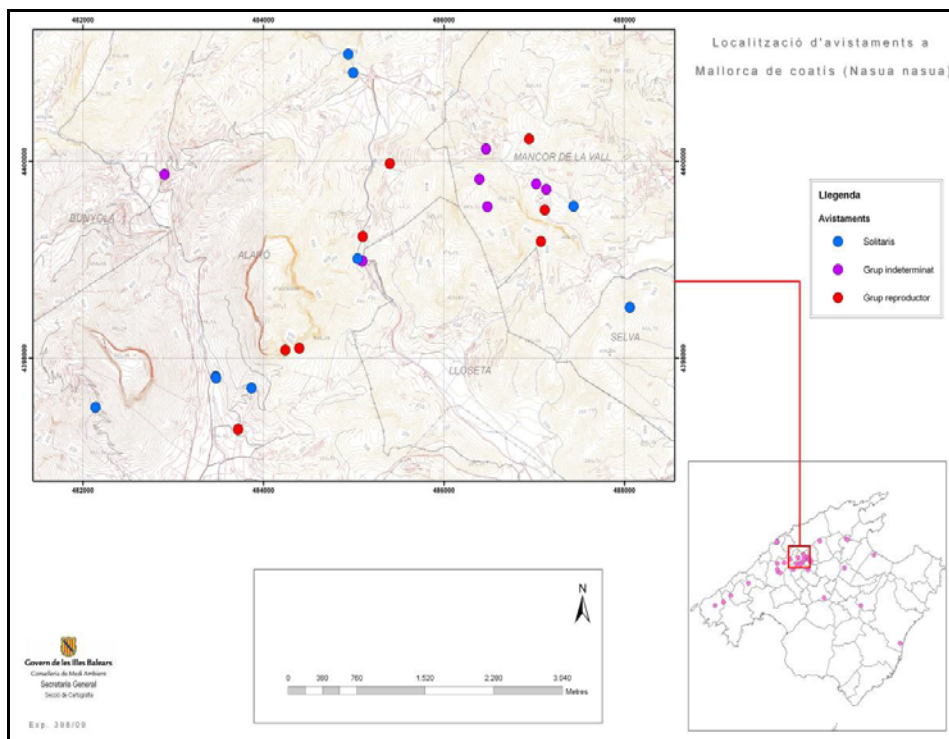
Sigui de forma voluntària o accidental, s'han produït alliberaments de coatis a Mallorca, i s'han observat animals d'aquesta espècie, sobre tot al Raiguer i la Serra de Tramuntana. La reiterada obser-

Núm. exemplars	Any	Mètode	Municipi	Responsable
1	2004	moixera	Santa Margalida	Particular
1	2005	moixera	Sa Pobla	Particular
5	2006	trets	Alaró	Administració
2	2006	trets	Andratx	Caçador
2	2006	trets	Alaró	Administració
1	2007	ca	Mancor	Particular
1	2008	ofegat	Estellencs	Particular
2	2009	trets	Bunyola	Caçador
1	2009	moixera	Esporles	Particular
1	2009	moixera	Mancor	Particular
1	2009	moixera	Alaró	Administració
1	2009	moixera	Alaró	Administració

**Taula 2.** Exemplars de *Nasua nasua* capturats, des de la detecció de l'espècie en el medi natural fins a l'actualitat, any, mètode i executor de les captures.

**Table 2.** *Nasua nasua* specimens, captured from detection of the species in the wild up to date, year, method and executor of the catch.





**Fig. 1.** Localització d'avistaments de coati, *Nasua nasua*, a Mallorca en el període 2003- setembre 2009. Les observacions es divideixen en individus solitaris, probablement mascles, grup reproductor i grup indeterminat (entre 2 i 5 individus) que poden ser femelles amb cries, els quals en època de cria es separen del grup sis setmanes, o una part del grup reproductor.

*Fig. 1.* Location of sightings of ring-tailed, *Nasua nasua*, in Mallorca during the period 2003-September 2009. The observations are divided in a solitary specimen, probably male, the breeding group and the indeterminate group (2 to 5 specimens), that may be females with babies, they remain separated from the group during breeding season for six weeks, or part of the breeding group.

vació de grups familiars i de juvenils indica amb seguretat la seva reproducció.

De les 50 observacions tabulades que són les que figuren als arxius del Servei de Protecció d'Espècies i considerem fiables, (veure Annex), 31 són d'individus solitaris, 10 són de 2 a 4 animals i nou són de més de quatre exemplars.

Cal destacar que un mínim de 19 animals han estat capturats, 11 a trets, 6 amb gàbies trampa, un agafat per un ca i un altre ofegat accidentalment en una piscina.

Des del 2004, la Conselleria de Medi Ambient promou la recollida d'informació i ha efectuat diversos intents de captura, reflectits en la taula anterior. S'han distribuït cartells informatiu a la zona d'avistaments, (Ajuntaments, societats de caçadors, bars, excursionistes, propietaris i treballadors de finques); s'ha editat un tríptic de difusió general, i els agents de medi ambient han desenvolupat una tasca de contactes personals i obtingut les dades de la majoria de les observacions de

propietaris o treballadors de les finques. Tot i això, molt d'avisos es deuen a naturalistes i excursionistes, més conscienciats dels problemes ambientals que la població o els propietaris rurals. S'ha inclòs el Coatí com espècie caçable en l'Ordre de Vedes.

Actualment, sembla probable que continuïn en llibertat un mínim de 20 exemplars, distribuïts en un grup amb juvenils d'uns 15 individus que es mouen entre els municipis de Mancor, Lloseta i Alaró, i un nombre indeterminat d'individus solitaris, que se mouen entre aquests i els municipis de Bunyola, Selva, Sóller, Binissalem. A Andratx hi ha cites de més d'un individu fa uns anys, s'han aconseguit algunes captures i no s'han vist des de l'any 2006. Altres municipis tenen una sola cita com Puigpunyent, Esporles, Estellencs, Sa Pobla, Sta. Margalida, Pollença, Manacor, Inca, Llubí i Sencelles.

Hi ha hagut indicis de reproducció, però no es fins maig del 2009 quan es aconsegueix capturar una cria de poques setmanes que anava amb la seva mare per Selva, quan podem afirmar de manera definitiva la reproducció d'aquesta espècie al medi natural de Mallorca, i el risc de que continuï la seva expansió.

L'origen dels animals escapats sembla deure's a una sola importació, d'uns vuit exemplars, com a animals de companyia, a principis de dècada, que varen ser ubicats en un hotel rural, d'on es pot haver produït una fuga o una substracció. Actualment, l'establiment ja no en manté, tot i que n'hi ha almenys cinc o sis exemplars en altres col·leccions privades de l'illa. Algunes de les cites aïllades es deuen a altres fugues. Aquest animal, igual que altres mascotes exòtiques, es pot comprar per internet, a un preu aproximat de 500€els joves i 300€els adults. En tot cas, s'ha de destacar que és un animal que ha estat importat poques vegades, i que demostra una alta capacitat

per adaptar-se i sobreviure en els ecosistemes naturals de l'illa.

### **Altres dades recents de carnívors introduïts**

Als arxius del Servei de Protecció d'Espècies i en els centres de recuperació de fauna figuren altres dades de mamífers carnívors introduïts, que es relacionen a continuació.

#### *Procyon lotor* L. 1758 (Mapatxe)

Al 1998 se'n captura viu un exemplar a Sa Bassa Plana (Llucmajor), al parèixer procedent d'una fuga de l'autosafari de Son Servera. Va morir a les instal·lacions de Natura Parc el 2000.

Dos exemplars escaparen d'un establiment zoològic i foren observats pèls i petjades a l'agost de 2006 per un agent de Medi Ambient a Puigpunyent. Segons els gestors de l'establiment, varen ser recuperats.

Un mascle d'un any escapa d'una vivenda en el terme d'Algaida el 30-5-2007, i es recupera al cap de dues setmanes.

17-8-2007 Un exemplar, ja observat uns dies abans, és fotografiat a una parcel·la de Lloret, on s'havia observat alguns dies.

22-7-09 Un exemplar adult captat per un dispositiu de fototrampeig a Planícia.

El juliol de 2009 un caçador en va a abatre 4 exemplars, un adult i tres petits, a una finca d'Esporles.

#### *Mustela putorius furo* (Fura).

Anualment, la policia, Guàrdia Civil o particulars lliuren en els Centres de Recuperació de Fauna alguns exemplars de fura, la tinença de les quals com animal de companyia s'ha popularitzat molt en els darrers anys. Aquest animal és utilitzat en la caça de conill des de fa segles, i

ocasionalment se'n perden dins caus o clapers, però mai s'han naturalitzat, cosa que demostra que la varietat domèstica té poca capacitat de sobreviure en el medi natural, però no és impossible: en temps recents s'ha establert al menys una població a les Canàries (Rodríguez Luengo com. pers.).

### L'impacte potencial dels carnívors introduïts

És obvi que la introducció d'un depredador en una biota insular suposa una alteració de les relacions ecològiques entre les espècies que la integren, i pot suposar disminució de les espècies que adopti com a preses i competència directa amb els predadors presents. En el cas que presentem, cal concloure que el Coatí pot tenir efectes sobre la fauna insular, per seu règim carnívor i capacitat arborícola, amb especial risc per a ous i polls d'aus. També pot ser un nou predador sobre la fauna insular de mamífers silvestres (que tot i que sigui introduïda, és una biota ecològicament funcional, i mereix ser conservada) o domèstics (ramaderia extensiva), i d'invertebrats. No es poden menystenir els riscos sanitaris, com a portador i difusor d'organismes paràsits i gèrmens potencialment infecciosos per a l'home o altres espècies insulars. La ingesta de fruita i difusió de llavors podria tenir efectes sobre la coberta vegetal, tot i que no sembla que aquest risc sigui rellevant. En qualsevol cas, la presència d'una espècie a una de les illes en facilita la difusió a la resta, ja que no hi ha controls del transport d'espècies en ports i aeroports. De fet, facilita la difusió a qualsevol altre punt de la Unió Europea, un cop abolides les fronteres interiors. Atès que la introducció del coatí a Mallorca és la primera documentada a Europa, a mig

termini és un risc, i podria ser especialment greu si els animals colonitzessin illots (colònies d'aus marines), o penetressin a zones humides (reserves ornitològiques). Tampoc es pot menystenir un potencial impacte econòmic sobre explotacions cinegètiques o avícoles, i el risc d'extensió de pràctiques d'alt impacte (verins, trapes no selectives) per part de particulars afectats per aquestes espècies.

Per aquests motius, a més dels legals (tant el Conveni Internacional per a la Conservació de la Vida Silvestre a Europa, com el Conveni de la Diversitat Biològica i la pròpia llei 42/2007 de patrimoni natural i biodiversitat, com a norma bàsica estatal, preveuen explícitament l'obligació de les administracions d'evitar l'expansió d'espècies exòtiques potencialment nocives per a la biodiversitat) es considera convenient mantenir i incrementar els esforços per eradicar el coatí i qualsevol espècie de carnívor introduït, i, especialment, establir mesures preventives per evitar noves introduccions, amb una reglamentació de la tinença i el comerç d'espècies susceptibles de naturalització, i la difusió de la informació adient per tal de sensibilitzar la població.

### Bibliografia

- Alcover, J.A. 1988. *El mamífers de les Balears*. Manuals d'Introducció a la Naturalesa, núm. 3. Ed. Moll, Palma de Mallorca.
- Araya, B. i Bernal, M. 1995. Aves. In: Simonetti JA, MTK Arroyo, A Spotorno i E Lozada (eds) *Diversidad biológica de Chile*, págs: 350-360. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago, Chile.
- Atkinson, I.A.E. 1989. Introduced animals and extinctions. In: Western, D. i Pearl, M.C. (eds.) *Conservation for the twenty-first century*, pp.: 54-69. Oxford University Press.

- Bovendorp, R. S. i Galetti, M. 2007. Density and population size of mammals introduced on a land-bridge island in southeastern Brazil. *Biological Invasions* 9, 3: 353-357.
- Braddy, S. 2003. *Nasua nasua*. Animal Diversity Web. Accessed August 27, 2007 at [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Nasua\\_nasua.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Nasua_nasua.html).
- Canelón, J.L. i Meléndez, R.D. 2003. Posible origen del *Trypanosoma evansi* en Venezuela. *Veterinaria Trop.*, 28: 155-167.
- COSEWIC, 2004. Assessment and status report on the Pink-footed Shearwater *Puffinus creatopus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), Ottawa. vii + 22 pp. ([www.sararegistry.gc.ca/status/status\\_e.cfm](http://www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm))
- Cuevas, J. G. i Van Leersum, G. 2001. Proyecto de conservación, restauración y desarrollo de las islas Juan Fernández, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74: 899-910.
- Di Blanco, Y., i Hirsch, B.T., 2006. Determinants of vigilance behavior in the ring-tailed coati (*Nasua nasua*): the importance of within-group spatial position. *Behav Ecol. Sociobiol.* 61: 173-182.
- Genini, J., Bovendorp, R. i Galetti, M. 2005. La mata Atlántica Brasileira, ¿un paraíso ecológico?. *El Indiferente, Centro de Educación Ambiental Municipal*, nº17, Enero 2005, págs 49-51. Ed. Excmo. Ayuntamiento de Orotava, Concejalía Delegada de Medio Ambiente.
- Genovesi, P. i Shine, C., 2004. European Strategy on Invasive Alien Species. *Nature and Environment*, nº 137, pp 67. Council of Europe. Strasburg.
- Gomper, M.E. i Decker, D.M. 1998. *Nasua nasua*. *Mammalian Species*, 580: 1-9.
- Fuller, E., 2002. Extinct Birds. In: Del Hoyo, J., Elliot, A., i Sargatal, J. (edit.), *Handbook of the Birds of the World* vol. 7, pp: 10-68. Ed. Lynx. Barcelona.
- Fuller, E. 2002. CREO Mammal and Fish Extinctions Databases. A. <http://creo.amnh.org/creodata.html>
- Iriarte, J.A., Lobos, G.A. i Fabián M. Jaksic, F.M. 2005. Especies de vertebrados invasores en Chile y su control y monitoreo por agencias gubernamentales. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 143-154.
- ISSG (Invasive Species Specialist Group), 2000. IUCN *Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species*. New Zealand. Retrieved from: <http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm>, on 28 June 2005
- IUCN Species Survival Commission, 2006. IUCN Red List of Threatened Species 2006. In <http://www.iucnredlist.org>
- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. i De Porter, M., 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database, pp.1. Ed. by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN).
- Martínez, F. A., Troyano, J. C., Gauna Añasco, L. G., Antonchuk, L. A., Arzuaga, S. i Jara, D., 2002. Acarina, Ixodidae en Tamandú tetradáctila (Oso melero o Tamandú). *Revista Ciencia y Técnica de la UNN*, 97: 1141-1146.
- Mayol, J. 1997. Llops a Mallorca? *Full verd. Diari de Balears*, 1-3-1997.
- Romero, T. i Filippo Aureli, F. 2007. Spatial association and social behaviour in zoo-living female ring-tailed coatis (*Nasua nasua*). *Behaviour*, 144 (2): 179-193.
- Viada, C., Mejías, R. i Amengual, J. F. 2005. Libro Rojo de los Vertebrados de las Baleares. *Documents Tècnics de Conservació*, núm. 8., pàg. 79. Conselleria Medi Ambient. Govern de les Illes Balears.

nº	Data	Localitat	Observador	Detall d'observació
4	jun-03	Hort des Garrover (Mancor)	Resident	
2	ago-03	Puig de Sa Creu (Mancor)	Excursionista estranger	
3	21/09/03	Puig de Sa Creu (Mancor)	Excursionista estranger	
1	dic-03	Son Cocó (Font Sorda)	Excursionista local	
2	estiu 03	Sa Casa Nova (Mancor)	Resident	Observat repetidament
1	mar-04	A prop de Morneta (Binissalem)	Resident	
1	28/03/04	Can Picafort (Santa Margalida)	Resident	Capturat amb moixera i retornat al propietari
1	2004	S'Alqueria	Treballador finca	1 Adult, tal vegada dos
1	2/18/05	Crestaix (Sa Pobla)	Resident	Capturat amb moixera, eutanasiada a 8/07
8	mar-06	S'Alcadena (Alaró)	Administració	5 exemplars abatuts
1	may-06	Camí a Tossals Verds (Lloseta)	Excursionista local	1 adult
5	27/08/06	Son Cocó (Alaró)	Excursionista local	2 adult i 3 joves
1	15/09/06	Son Cocó (Alaró)	Resident	
1	28/09/06	Castro Lupino (Llubí)	Resident	
1	20/09/06	Sa Figuera (Port de Soller)	Resident	1 adult
1	oct-06	Son Bergues (Alaró)	Resident	A la vora de les cases
2	08/10/06	Vedat Comafreda (Andratx)	Caçador	2 exemplars caçados al vedat
1	27/11/06	S'Alqueria (Andratx)	Treballador finca	
5	dic-06	S'Alcadena (Alaró)	Administració	2 abatuts i 3 escapats
1	estiu 06	Can Grau (Bunyola)	Resident	1 adult que es deixa de veure
4	estiu 06	Hort des Garrover (Mancor)	Resident	Algun petit
4	estiu 06	Hort des Garrover (Mancor)	Resident	1 mascle, 1 femella i 2 joves
7	estiu 06	Hort des Garrover (Mancor)	Resident	Surten 7 exemplars, hi ha joves
1	jul-07	Sa Figuera (Port de Soller)	Administració	1 adult
15	ago-07	Sa Font Garrover (Mancor)	Resident	Almanco 2 mascles vells, el ca mata un jove
1	ago-07	Sa Figuera (Port de Soller)	Excursionista estranger	Avis del Punt d'informació Turística
1	ago-07	Son Vidal, Vall d'orient (Alaró)	Resident	
1	17/09/07	Son Xotano (Sencelles)	Administració	
1	may-08	Sa Comuna de Bunyola	Excursionista local	1 adult paseant a prop del forn de cal
2	may-08	Solleric (Alaró)	Administració	
1	20/06/08	S'Espinaret (Manacor)	Resident	Femella escapada, encara no s'ha capturat
1	3/07/08	Ctra. San Vicente (Pollença)	Resident	Lliurat a la Protectora de Pollença
14-17	8/07/08	Camí de Vini Arroig (Lloseta)	Excursionista local	7 cries a un pi i 7-10 més grossos abaix
1	18/07/08	Camí d'Orient (Bunyola)	Excursionista local	1 adult
1	17/07/08	Son Curt, Castell Alaró	Excursionista local	1 adult
1	estiu 08	Es Galatzó (Puigpunyent)	Treballador finca	Quasi atrapen un adult que finalment s'escapa
1	sep-08	Crestaix (Sa Pobla)	Resident	
6	7/09/08	S'Hort Nou (Alaró)	Resident	Exemplars vists menjant d'una figuera
1	30/12/08	Parking Tossals Verds (Lloseta)	Excursionista local	Avis al COFIB
2	feb-09	Sierra d'Alfàbia (Bunyola)	Caçador	Abatuts 2 exemplars
1	9/03/09	Sa Brecha Nova (Inca)	Administració	Observat per treballadors del IBANAT
1	17/05/09	Biniamar (Selva)	Excursionista local	Mensatge al forumfauna GOB
1	jun-09	Esporles	Resident	Mort en una gàbia de moix
1	jun-09	Hort des Garrover (Mancor)	Resident	Cria de femella agafada per l'amo de la finca
14	18/08/09	Son Cocó (Alaró)	Resident	6 o 7 adults i 6 o 7 cries
1	28/08/09	Honor Vell (Bunyola)	Administració	Travessant la carretera 7:45 h
1	1/09/09	Son Cocó (Alaró)	Administració	Femella capturada amb gàbia i radiomarcada
1	15/09/09	Son Cocó (Alaró)	Administració	Masclle capturat amb gàbia
8	17/09/09	Son Bergues (Alaró)	Administració	2 adults i 6 petits
2	24/09/09	Son Torrat	Resident	2 exemplars al Puig de Bonany

**Annex 1.** Observacions de Coatis (*Nasua nasua*) registrades al Servei de Protecció d'espècies al període comprès entre juny de 2003 fins setembre de 2009.

**Annex 1.** Observations of ring-tailed (*Nasua nasua*) recorded by the Protection of Species Service in the period from June 2003 to September 2009.



# Els raors (*Xyrichthys novacula*) a la Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera; efecte de la protecció espacial

Antoni BOX, Antoni Maria GRAU, Andreu BLANCO i Francisco RIERA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Box, A., Grau, A. M., Blanco, A. i Riera, F. 2009. Els raors (*Xyrichthys novacula*) a la Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera; efecte de la protecció espacial. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 193-201. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

La pesca dels raors (*Xyrichthys novacula*) és una de les modalitats de pesca més populars a les Illes Balears. Entre els anys 2005 i 2008 s'ha realitzat el seguiment de l'evolució de dues pesqueres d'aquesta espècie dins l'àrea protegida dels Freus d'Eivissa i Formentera amb diferent nivell de protecció, una zona amb veda temporal (del 1/04 al 31/08) i altre zona on només poden pescar els pescadors professionals una vegada finalitzada la veda temporal. Els resultats mostren com una major pressió pesquera duu associat un descens del percentatge de captura de mascles respecte a les femelles i una reducció de la mida de les femelles, fet que significa una reducció del nombre d'ous a la posta. L'augment del nivell de protecció del raors significa un augment en la mida del raor, una augment del potencial reproductiu i una forma de preservar pel futur aquesta espècie.

*Paraules clau:* *Xyrichthys novacula*, Reserva Marina, Eivissa i Formentera, veda temporal, veda espacial.

THE PEARLY RAZORFISH (*XYRICHTHYS NOVACULA*) IN THE MARINE PROTECTED AREA OF FREUS D'EIVISSA I FORMENTERA; THE EFFECT OF THE SPATIAL PROTECTION. The fishing of the pearly razorfish (*Xyrichthys novacula*) is very common and extended in the Balearic Islands. During the period 2005- 2008 had been studied the evolution of this species in the marine protected area of Freus d'Eivissa i Formentera in two areas with different levels of protection. One in which there is only a temporal ban (from 1/04 to 31/08) and a second where only professional fisherman are allowed to fish when the temporal ban is finished. Main findings of the present study are that a higher fishers pressure involves a reduction of te males percentages respect females in the total capture and a reduction of the females size, which means a reduction in the number of eggs in the reproductive period. The increase of the levels of protections of pearly razorfish involves a increase in its size and also a increase of its reproductive potential which means a correct way for the preservation of this specie.

**Keywords:** *Xyrichthys novacula*, marine protected area, Eivissa and Formentera, temporal ban, spatial ban.

Antonio BOX, Andreu BLANCO, C/Labritja n° 22, 07800 Eivissa, Illes Balears, e-mail boxtoni@yahoo.es; Antoni Maria GRAU, Francisco RIERA, Direcció General de Pesca, C/ Foners n°10 07006 Palma, Illes Balears.

Recepció del manuscrit: 3-des-09; revisió acceptada: 30-des-09

## Introducció

La pesca recreativa és una activitat molt arrelada a les Illes Balears i una part important de la seva població la practica (Morales-Nin *et al.*, 2001). Les modalitats més populars des d'embarcació són la pesca de roquer, la fluixa, la pesca de calamars i la pesca del raor (Morales-Nin *et al.*, 2001). De la pesca del raor es destaca el gran nombre d'aficionats que la practica a finals d'estiu, especialment els primers dies sense veda, a principis de Setembre.

Els raors, *Xyrichthys novacula*, (Linnaeus, 1758), són peixos amb una marcada activitat estacional; a l'hivern les seves captures són pràcticament nul·les i no és fins a finals de primavera i/o principis d'estiu, un cop que s'escalfa l'aigua, quan es comencen a capturar. A l'estiu, pràcticament fins l'agost, els raors estan en període reproductiu. Aquest fet, juntament amb la reducció de la talla mitjana observada en tots els caladors oberts a la pesca, va impulsar els òrgans gestors d'establir en 2000 una veda temporal per evitar la pesca dels exemplars reproductius, i així assegurar la reproducció i el manteniment de les poblacions d'aquesta espècie. Originalment la veda s'establí entre l'1/04 i el 31/07, però s'ha ampliat progressivament de forma que, a les illes Pitiüses el període de veda va des de l'1/04 al 31/08. Durant aquest període la captura d'exemplars està penalitzada legalment amb importants sancions econòmiques.

El raor, està present a la Mediterrània i l'oceà Atlàntic, especialment a les zones d'aigües càlides (FishBase 2007 *World Wide Web electronic database*. URL <http://www.fishbase.org>). Es tracta d'una espècie molt valorada gastronòmicament a les Illes Balears i el seu preu al mercat és molt elevat. La seva importància com a espècie diana pels pescadors recreatius es

dóna només a les Illes Balears, mentre que a altres punts del litoral Mediterrani no se'ls hi dona cap valor significatiu.

El raor és un peix hermafrodita seqüencial, és a dir, primer són femelles i després mascles. Les femelles són, per tant, de menor mida i en créixer tornen mascles (Candi *et al.*, 2004). És un peix amb un comportament social en el qual durant el període reproductiu els mascles tenen un harem de femelles (Candi *et al.*, 2004). Quan es captura el mascle de l'harem, una de les femelles canvia de sexe per tornar-se mascle. Per tant, a les zones amb una major pressió pesquera, els mascles tenen una menor mida, ja que en molts casos una femella ha hagut de canviar de sexe per actuar com a mascle abans del que ho faria en un lloc sense pesca (Riera i Linde, 2001).

Els raors són bentònics, viuen en fons sorrencs i de fanerògames marines on troben aliment (petits invertebrats) i refugi contra els seus depredadors (Castriota *et al.*, 2005). Al voltant de les Illes Pitiüses hi ha moltes zones de fons sorrencs idònies com a hàbitat per aquesta espècie, dintre de les quals cal destacar la Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera (RMFEF), on el raor presenta grans abundàncies (Box *et al.*, 2008).

Dins la RMFEF destaca la zona dels Freus, un àrea rica en fons sorrencs d'arena fina ben calibrada i de praderies de *Cymodocea nodosa* (Ucria) on es concentren gran nombre d'embarcacions recreatives per pescar raors una vegada finalitzat el període de veda. Aquesta pesquera està dividida en dues zones amb diferent regulació: una d'elles està oberta a la pesca recreativa, amb veda temporal, mentre que a l'altre tan sols està permesa la pesca professional. Per tant, dins aquesta zona els raors tenen protecció temporal (els professionals no poden pescar fins l'1 de



setembre) i espacial (els pescadors recreatius no poden pescar).

L'objectiu d'aquest treball és avaluar l'efecte tant de la veda temporal com de la veda espacial en el raor dins l'àmbit de la RMFEF amb l'objectiu d'avaluar la mida dels raors a una zona oberta a la pesca una vegada finalitzat el període de veda temporal. Les dades aquí presentades són importants per comprendre el funcionament de la veda establerta i podria servir per prendre accions complementàries per garantir el manteniment de les pesqueries d'aquesta espècie.

## Materials i mètodes

### *Pesques realitzades*

Durant els anys 2005 i 2006 es realitzaren pesques de raors dins la zona del Freu Petit. Cada jornada es dividia en 3 o 4 pesques d'una hora. La fondària de les pesques va oscil·lar entre els 10 i els 24 metres.

Una vegada avaluada la talla dels raors dins la reserva, durant els anys 2007 i 2008 s'han continuat realitzant pesques, reajustant el disseny a les zones del Freu Gros i del Freu Petit. A cada localitat es realitzaren 30 pesques de 30 minuts. A cada pesca s'anotava la talla i sexe dels raors i dels pedaços (*Bothus podas*) i la mida de les altres espècies capturades. La talla es mesurava amb una precisió d'1 mm.

Dins cada localitat es varen fer dues jornades de pesca, una durant el període de veda i una durant el període postveda (període obert a la pesca). Les pesques es realitzaren a una fondària d'entre 10 i 24 metres, l'heterogeneïtat de les zones ve marcada per les diferències batimètriques pròpies de cada lloc.

La pressió pesquera de cadascuna de les localitats va ser obtinguda a través del

servei de vigilància de la RMFEF de la Direcció General de Pesca.

### *Disseny estadístic*

L'anàlisi de captures per unitat d'esforç pesquer (CPUE) entre anys, localitats i períodes de pesca, s'ha realitzat mitjançant una anàlisi de la variància (ANOVA) mitjançant el programari STATISTICA 6.0. La distribució de talles promig de femelles i de mascles per pesca no segueix una distribució normal i, per tant, s'ha hagut d'aplicar el test no-paramètric Kruskal-Wallis mitjançant el qual s'han comparat les dues localitats, els períodes temporals i l'evolució anual.

## Resultats

### *Captures per unitat d'esforç*

Els resultats obtinguts mostren com les CPUE de femelles són significativament superiors durant el període de veda i minven significativament (ANOVA  $p < 0.001$ ) una vegada finalitzada la veda temporal a ambdues localitats. Les CPUE de femelles són significativament superiors al Freu Petit durant el període de veda respecte a les del Freu Gros, tant pel període de veda com pel de postveda, i al Freu Petit durant el període postveda (Tukey Post-Hoc). Les CPUE de femelles en el Freu Gros no presenta diferències significatives entre períodes de pesca (Taula 1, Fig. 2).

Les CPUE de mascles són significativament superiors en el Freu Gros respecte al Freu Petit (ANOVA  $p < 0.001$ ). Les CPUE de mascles no disminueixen significativament una vegada finalitzada la veda (Taula 1, Fig. 2).

Les CPUE totals de raors són significativament superiors en el Freu Gros (ANOVA  $p < 0.001$ ) i també presenten

	Degr. Of	CPUE Femella MS	CPUE Mascle MS	CPUE totals
<b>Any</b>	1	8,462	8,296	30,75
<b>Lloc</b>	1	27,385	1114,629***	806,37***
<b>Període</b>	1	517,337***	21,331	762,16***
<b>Any*Lloc</b>	1	0,309	12,717	19,05
<b>Any*Període</b>	1	2,311	18,214	36,38
<b>Lloc*Període</b>	1	86,159**	1,473	69,09
<b>Any*Lloc*Període</b>	1	1,928	6,850	0,97
<b>Error</b>	106	15,127	9,183	2942,71

**Taula 1.** Anàlisi ANOVA de les diferents variables (any, localitat i període) i les seves iteracions considerades en el present treball. \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$  i \*\*\*  $p < 0.001$ .

**Table 1.** ANOVA analysis of the variables year, locality and period and its iterations. \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$  and \*\*\*  $p < 0.001$ .

diferències estacionals amb captures significativament superiors durant el període de veda (ANOVA  $p < 0.001$ ) (Taula 1, Fig. 2).

#### *Evolució de les talles*

L'anàlisi de les talles dels raors mostra que tant les femelles com els mascles són significativament més grans al Freu Gros respecte al Freu Petit (Kruskall-Wallis  $H = 66.48$   $p = 0.000$  femelles i  $H = 37.49$   $p = 0.000$  mascles). A la localitat del Freu Petit, s'observa una reducció significativa de la talla de les femelles entre períodes (major talla durant el període de veda; Kruskall-Wallis  $H = 19.41$   $p = 0.000$ ) i entre anys (mida inferior l'any 2008 respecte al 2007; Kruskall-Wallis  $H = 9.14$   $p = 0.025$ ). No s'observa cap tipus de reducció significativa de la talla dels mascles. Al Freu Gros no s'observen diferències significatives en les talles dels raors (femelles i mascles) entre els dos períodes de pesca considerats, mentre que si s'observa una reducció de la talla dels mascles de l'any 2008 respecte al 2007 (Kruskall-Wallis  $H = 6.24$   $p = 0.0125$ ).

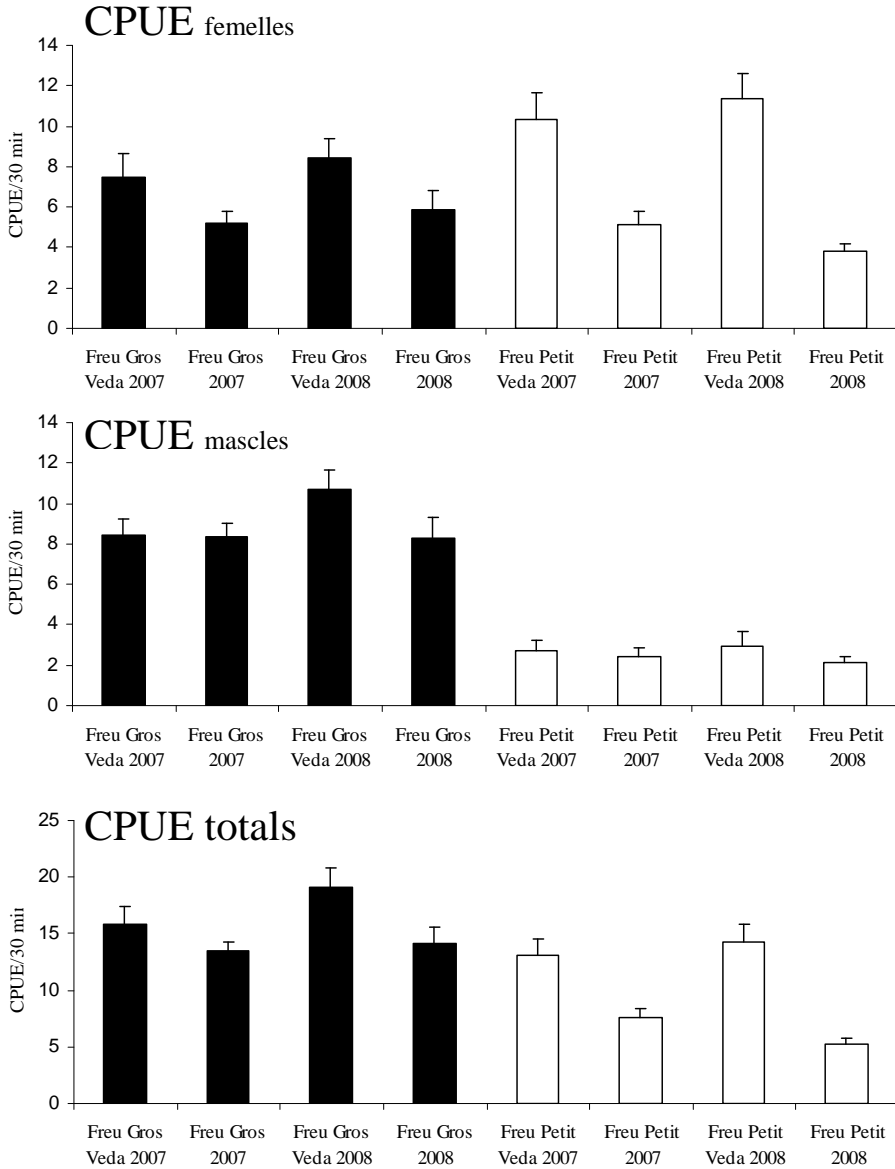
#### *Percentatge de captures per sexe*

El nombre de captures de mascles i de

femelles presenta diferències entre localitats. Al Freu Gros es capturen més mascles que femelles, encara que en proporcions molt similars. Contràriament, dins el Freu Petit, es capturen moltes més femelles en totes les èpoques.

## **Discussió**

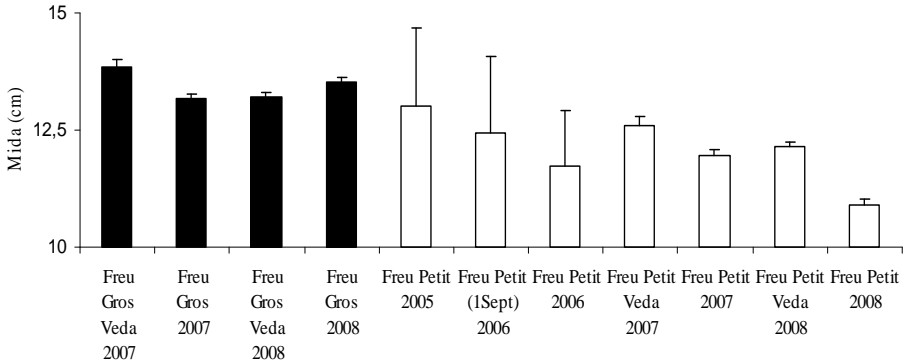
La protecció temporal porta associat un augment de la talla mitjana i de les CPUE de raors tant al Freu Gros com al Freu Petit. Considerant el nombre d'embarcacions a la zona del Freu Petit (60 embarcacions dia 1 de setembre), el promig d'hores de pesca per embarcació (4 hores) i les captures per unitat d'esforç (CPUE > 10 raors/ 30 minuts) es poden arribar superar els 2400 raors / dia. Per altra banda, dins la zona del Freu Gros, la pesca està restringida a embarcacions professionals i el nombre d'embarcacions és clarament inferior (5 embarcacions dia 1 de setembre). La restricció sobre els pescadors recreatius dins la zona del Freu Gros té efectes molt positius sobre el raor, ja que tant la mida com les CPUE són clarament superiors a les obtingudes al Freu Petit. Així doncs, dues



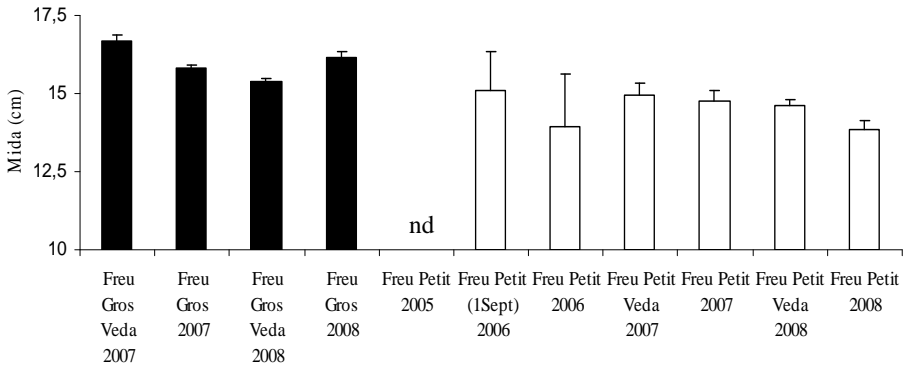
**Fig. 1.** Evolució temporal de les CPUE de femelles, mascles i totals durant el període 2007-2008 dins la reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera.

**Fig. 1.** Temporal evolutions of the CPUE of females, males and the total capture in the period 2007-2008 in the marine reserve of Freus d'Eivissa i Formentera.

### Evolució talles femelles



### Evolució talles mascles



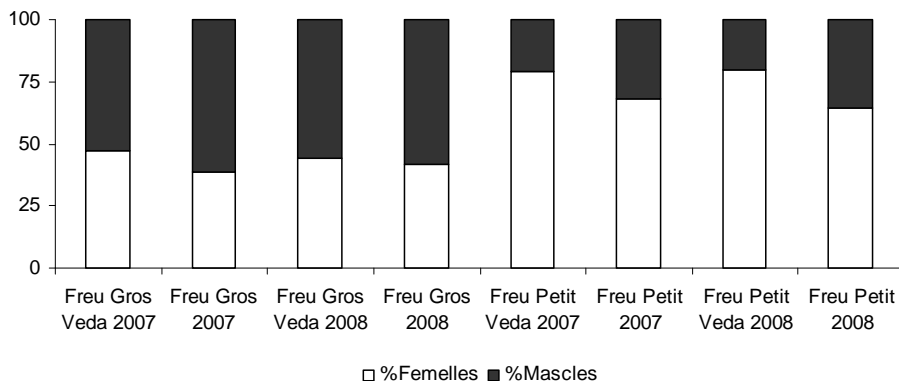
**Fig. 2.** Evolució temporal de les talles de les captures de raor per femelles i mascles durant el període 2005-2008 dins la Reserva dels Freus d'Eivissa i Formentera.

**Fig. 2.** Temporal evolution of the pearly razorfish sizes for females and males along the period 2005-2008 in the marine reserve of Freus d'Eivissa i Formentera.

obtingudes al Freu Petit. Així doncs, dues localitats adjacents presenten diferències molt importants en les poblacions de raors degut als diferents nivells de protecció.

Una altra dada a destacar són les CPUE per sexe; dins el Freu Gros gran part de les captures corresponen a mascles mentre que els raors capturats al Freu Petit són,

principalment, femelles, essent molt reduïdes les captures de mascles. El raor és un hermafrodita proterogin estricta, fet que suposa que els individus de major mida són els mascles. La pressió pesquera és més forta sobre els mascles, ja que els hams emprats habitualment en la pesca del raor permeten la captura de tot el rang de talles



**Fig. 3.** Evolució temporal dels percentatges de captures de mascles i femelles en el període 2007-2008 dins la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera.

**Fig. 3.** Temporal evolution of the females and males captures percentage along the period 2007-2008 in the marine reserve of Freus d'Eivissa i Formentera.

dels mascles, però no de les femelles (Riera i Linde, 2001). A més, el caràcter més agressiu dels mascles fa que siguin els primers en escometre l'esca i en ésser capturats. És per això que, en cas d'haver-hi mascles, seran capturats amb major o igual eficiència que les femelles.

La regulació social en el canvi de sexe que suposa un procés d'inversió sexual d'una femella quan el mascle dominant és capturat (Candi *et al.*, 2004) afecta la distribució per talles de les femelles a les zones de pesca. La gran pressió pesquera que sofreix aquesta espècie a les Illes Balears queda patent en el fet que els mascles són més petits a les zones on es permet la pesca, respecte a zones on no s'hi permet (Riera i Linde, 2001).

En el cas dels hermafrodites seqüencials el fet d'extreure de la població els individus de major mida posa en perill l'èxit de la reproducció de l'espècie (Lloret i Riera, 2008). Per tant, la captura d'individus de major mida afecta el potencial reproductor del raor, ja que, les femelles de major mida són proporcionalment més fecundes

(revisió de Birkerland i Dayton 2005). Les dades obtingudes en el present treball mostren com les talles dels mascles són superiors a la zona del Freu Gros respecte al Freu Petit. Aquest fet s'explica per la reduïda pressió pesquera que té el Freu Gros, on només hi pesquen embarcacions professionals.

Baixes densitats i talles reduïdes són dues senyals típiques d'una intensa explotació de les poblacions íctiques (Jennings *et al.*, 2001). Aquest fet ha estat contrastat per l'efecte dels pescadors recreatius sobre el roquer (Cardona *et al.*, 2007).

A les dues localitats de mostreig, les densitats obtingudes són elevades en comparació amb altres punts del litoral de les Pitiüses (Box *et al.*, 2008). Així i tot, destaca la petita mida dels raors a la zona dels Freu Petit, producte de l'elevada pressió pesquera que sofreix aquesta zona. Un altre fet a remarcar és la reducció de la mida de les femelles que s'observa al Freu Petit des del 2004 fins al 2008. La regulació de la mida de l'ham pot ésser una

consideració a tenir en compte per al manteniment d'aquesta espècie dins el Freu Petit, ja que suposaria un increment de la talla mínima de captura de femelles i una reducció del nombre de femelles capturades (Box *et al.*, 2008).

Dos dels principals efectes de la pesca sobre els raors són, en primer lloc, que l'extracció preferent de mascles (amb major talla) fa que el sex-ratio de la població és desequilibrat amb una reducció del nombre de mascles respecte a femelles. En segon lloc, que a major pressió pesquera, les femelles disminueixen la seva talla, fet que afecta a la producció del ous, menor per femelles de menor talla.

La protecció d'àrees marines és molt important per mantenir i protegir les espècies que sofreixen pressió pesquera, tant per part dels pescadors recreatius com dels professionals. Dins aquestes àrees els peixos assoleixen mides majors i, per tant, tenen un major èxit reproductiu (Lloret *et al.*, 2008). Com mostren les dades del present treball, les CPUE de raors i les seves mides dins el Freu Gros són més elevades respecte les del Freu Petit. A més a més, gran part de les captures corresponen a mascles. Tot això reflecteix del bon funcionament de la zona de protecció temporal que presenta el Freu Gros.

D'altra banda, l'efecte positiu de la protecció temporal recau en que les captures no presenten una disminució temporal al llarg del temps. Malgrat no hi hagi una reducció a les captures dins la reserva seria molt interessant un control de la mida d'ham emprat pels pescadors per, d'aquesta manera, reduir el nombre de captures de femelles i augmentar la seva mida. Aquestes mesures durien associat, a més, un possible increment de la mida promig dels mascles i un increment de l'èxit reproductiu del raor dins el Freu Petit.

## Agraïments

Aquest estudi ha estat subvencionat per la Direcció General de Pesca "Avaluació i seguiment dels recursos marins de la CAIB, 2008". Hem d'agrair la col·laboració dels pescadors de l'embarcació Mar-I-Pi II durant els mostratges i al Guardes de la Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera la seva col·laboració.

## Bibliografia

- Birkeland, C. i Dayton, P.K. 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends Ecol. Evol.*, 20: 356-358.
- Box, A., Grau, A.M., Cerdà, M. i Riera, F. 2008. Estudi de les poblacions de raors *Xyrichtys novacula* a les Illes Pitiüses. In: Pons G.X. (edit) V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums. Soc. Hist. Nat. Balears: 234-325. Palma.
- Candi, G., Castriota, L., Andaloro, F., Finoia, M.G. i Marino, G. 2004. Reproductive cycle and sex inversion in razor fish, a protogynous labrid in the southern Mediterranean Sea. *J. of Fish Biol.*, 64: 1498-1513.
- Castriota, L., Scarabello, M.P., Finoia, M.G., Sinopoli, M. i Andaloro, F. 2005. Food and feeding habits of pearly razorfish, *Xyrichtys novacula* (Linnaeus, 1758), in the southern Tyrrhenian Sea: variation by sex and size. *Environ. Biol. Fish.*, 72: 123-133.
- Cardona, L., López, D., Sales, M., de Caralt, S. i Díez, I. 2007. Effects of recreational fishing on three fish species from the *Posidonia oceanica* meadows off Minorca (Balearic archipelago, western Mediterranean). *Sci. Mar.*, 71: 811-820.
- Jennings, S., Pinnegar, J., Polunin, N. i Boon, T.W. 2001. Weak Cross-Species Relationships between Body Size and Trophic Level Belie Powerful Size-Based Trophic Structuring in Fish Communities. *J. Anim. Ecol.*, 70: 934-944.

- Lloret, J. i Riera, V. 2008. Evolution of a Mediterranean Coastal Zone: Human Impacts on the Marine Environment of Cape Creus. *Enviro. Manag.*, 42: 977-988.
- Morales-Nin, B., Moranta, J., Garcia, C., Grau, A.M., Riera, F., Bosch, T., Martino, S., Cerdà, M., Cardona, L., López, D., Sales, M., de Caralt, S. i Díez, I. 2001. *Seguimiento de la pesca recreativa en las Islas Baleares. Determinación del esfuerzo y de las Capturas*. Govern de les Illes Balears, Conselleria d'Agricultura i Pesca.
- Riera, F. i Linde, M. 2001. *El Raor i la Cirviola*. Conèixer per preservar, Palma de Mallorca, 76 pp. Govern de les Illes Balears. Sa Nostra, Obra Social i Cultural. Quaderns de Pesca, núm. 6.
- FishBase 2007 World Wide Web electronic database. URL <http://www.fishbase.org>. Consultada el 23-juny-2009





# Amfípodes associats a comunitats algals i detritus amb presència de l'alga invasora *Lophocladia lallemandii* al Parc Natural de sa Dragonera (Illes Balears)

Carlos RODRÍGUEZ, Antonio BOX, Salud DEUDERO  
i José. M. GUERRA-GARCÍA

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Rodríguez, C., Box, A., Deudero, S. i Guerra-García, J.M. 2009. Amfípodes associats a comunitats algals i detritus amb presència de l'alga invasora *Lophocladia lallemandii* al Parc Natural de sa Dragonera (Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 203-220. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

En el litoral Balear es troben comunitats d'algues fotòfiles associades a fons rocosos. Es tracta d'un dels ecosistemes més representats a l'infralitoral i que són objecte d'un gran nombre d'impactes, com és la colonització d'espècies invasores, entre les que destaca l'alga *Lophocladia lallemandii*. Aquesta espècie no només altera les comunitats d'algues sinó que també, en les zones amb un baix hidrodinamisme, forma grans acumulacions de detritus, que en molts casos superen en biomassa a les algues i fanerògames locals. Aquests dos hàbitats sostenen comunitats d'amfípodes que són uns bioindicadors molt eficaços dels canvis produït en els medi. En el present estudi entre les mostres de detritus i dels fons rocosos s'han identificat 43 espècies d'amfípodes que pertanyen a 20 famílies. La majoria de mostres identificades són pròpies de fons rocosos i, en el cas dels cúmuls detrítics, apareixen espècies característiques d'aquest hàbitat. Les màximes abundàncies pels amfípodes es donen en el període hivernal. Les espècies classificades mostren diferents valors en el nombre d'individus segons es tracti de zones envaïdes per *L. lallemandii* o zones control. Aquest efecte pot afavorir determinades espècies i fer disminuir les abundàncies d'altres quan l'alga invasora s'estableix. Les mostres realitzades a l'estiu en fons rocosos a partir de quadrants 20x20 cm i amb la presència de *L. lallemandii*, presenten unes majors abundàncies i riquesa específica que les zones control. Contràriament, en les mostres obtingudes amb la utilització de la xarxa de mà 40x20cm, els resultats indiquen majors abundàncies i un nombre major d'espècies que les zones control durant el període estival. Aquest efecte és producte de la colonització de l'hàbitat per part de *L. lallemandii* que genera canvis estructurals en les comunitats algals i que poden repercutir en les taxes de predació a diferents nivells dins de la comunitat. L'efecte d'aquestes algues invasores dins l'ecosistema ha de ser estudiat a llarg termini per determinar si els canvis produïts en els ecosistemes es mantenen en el temps.

**Paraules clau:** *Amphipoda*, *ecosistemes algals*, *espècies invasores*, *Lophocladia lallemandii*.

AMPHIPODS ASSOCIATED TO ALGAL AND DEBRIS COMMUNITIES WITH PRESENCE OF ALGAE INVASIVE *Lophocladia lallemandii* IN SA DRAGONERA NATURAL PARK (BALEARIC ISLANDS). In the Balearic coastline there are photophile seaweed communities associated with rocky bottom. It is one of the largest ecosystems and it's subject to a great number of impacts, such as the arrival of invasive species, among which there's *Lophocladia lallemandii*. This species not only alters the communities of algae, but also in areas with low

hydrodynamics, it forms large accumulations of debris, which often exceed the algal biomass and local phanerogams. These two habitats sustain communities of amphipods that are very effective bioindicators of changes occurred in the environment. In the present study, among the samples of detritus and of the rocky bottoms, 43 species of amphipods that belong to 20 families have been identified. The majority of identified samples are typical of rocky bottoms and in the case of detrital sediment load, characteristic species of this habitat turn up. The maximum abundance for amphipods in the study are given in the winter. Classified species show different values in the number of individuals in the case of areas invaded by *L. lallemandii* or control areas. This effect may favour certain species and reduce the abundance of others in case the invading seaweed settles. The samples carried out in the summer in rocky bottoms from 20x20cm quadrants and with the presence of *L. lallemandii*, present higher abundances and species richness than the control zones. By contrast, in the samples obtained with the use of the 40X20cm hand net, results indicate that the control zones during the summer show higher abundances and species richness. This effect is a result of the colonization of the habitat by *L. lallemandii* which generates structural changes in algal communities that may affect the rates of predation at different levels within the community. The effect of these invasive algae in the ecosystem must be studied long term to determine whether changes in ecosystems are maintained over time.

**Keywords:** *Amphipoda, algae ecosystems, invasive species, Lophocladia lallemandii.*

Carlos RODRÍGUEZ, *Laboratori de Biologia Marina, Universitat de les Illes Balears, Edifici Guillem Colom. Ctra. Valldemosa Km 7,5; 07122 Palma; e-mail crmovau@gmail.com; Antonio BOX, Laboratori de Biologia Marina i Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, Universitat de les Illes Balears, Edifici Guillem Colom. Ctra. Valldemosa Km 7,5; 07122 Palma; e-mail toni.box@uib.es; Salud DEUDERO, Laboratori de Biologia Marina, Universitat de les Illes Balears i Centre Oceanogràfic de Balears, Instituto Español de Oceanografía, Moll de Ponent, s/n, 07015 Palma; e-mail salud.deudero@ba.ieo.es; José M. GUERRA-GARCÍA, Laboratorio de Biología Marina, Departamento de Fisiología i Biología animal. Facultad de Biología de Sevilla, Apdo. 109, E-41080; e-mail jmg guerra@cica.es.*

*Recepció del manuscrit: 3-des-09; revisió acceptada: 30-des-09*

## Introducció

Les comunitats d'algues fotòfiles associades a fons rocosos calcaris, són uns dels ecosistemes infralitorals més estesos a les illes Balears. Aquetes praderies, proporcionen un substrat per a diferents organismes epífits, ja siguin altres algues o fauna sèssil, especialment en fons rocosos, on el factor limitant és l'espai. Aquesta comunitat d'algues i els organismes epífits que sostenen, aporten protecció i una font d'alimentació a tot tipus d'invertebrats i

fauna mòbil (Wikström *et al.*, 2004). Com a conseqüència del gran nombre de factors abiòtics i biòtics que interaccionen, les diferències en l'estructura, la textura i composició mineralògica del substrat, la seva inclinació, la incidència lumínica, els diferents règims hidrodinàmics, i les interaccions amb la biocenosi, les comunitats algals es veuen modificades a nivell específic i estructural (Guidetti *et al.*, 2004). La composició final que formen les diferents espècies d'algues origina una complexitat espacial i atorga una hetero-

geneïtat a l'hàbitat que afecta de manera directa i clara la configuració de les comunitats d'invertebrats (Vázquez-Luis *et al.*, 2009) podent modificar paràmetres com, la biomassa, la riquesa específica o la seva distribució (Vázquez-Luis *et al.*, 2008). En aquest sentit la irrupció d'organismes al·lòctons introduïts per l'home de manera directa o indirecta condicionen clarament el manteniment de les comunitats autòctones mediterrànies, ja que poden alterar la funció, l'estructura i la biodiversitat existent (Ballesteros *et al.*, 2007; Antoniadou *et al.*, 2007; Deudero *et al.*, 2010). A més, provoquen competències pels recursos amb les espècies natives, promovent l'aparició de nous depredadors, la mescla genètica amb espècies natives pròximes, la dispersió de nous patògens, i desplaçament d'espècies autòctones, amb els conseqüents canvis en els hàbitats (Box *et al.*, 2008; Deudero *et al.*, 2005). Una d'aquestes espècies és *Lophocladia lallemandii*, una alga invasora Rhodophyta de la família de les Rhodomelaceae, que prové d'aigües Indo-Pacífiques i que possiblement ha arribat a les aigües Mediterrànies mitjançant el canal de Sués, (Ballesteros *et al.*, 2007) formant part de les denominades migracions lessepsianes. Actualment la distribució de *L. lallemandii* pel Mediterrani occidental és àmplia (www.algaebase.org, consultada 24-juny-2009) i en les aigües Balears presenta un caràcter invasor amb un rang de distribució de 0-45 m de fondària (Patzner, 1998). De la mateixa manera que succeeix amb altres espècies invasores, no se l'hi coneixen depredadors en l'hàbitat envaït, i a més presenta una reproducció sexual (Boudouresque *et al.*, 2002) i asexual (Ballesteros *et al.*, 2007) fets que afavoreixen la seva ràpida expansió en les aigües Mediterrànies. Un altre efecte afegit, és la producció de metabòlits secundaris, la

Lophocladina un alcaloide amb característiques citotòxiques (Gross *et al.*, 2005) que dificulten a les espècies herbívores la utilització d'aquesta com a font d'alimentació i que poden afectar a la fauna i flora autòctona (Box *et al.*, 2009). La seva morfologia es caracteritza per tenir un aspecte filamentós, que l'hi confereix la capacitat de cobrir tot tipus de substrat, i que en el cas de les comunitats algals de fons rocosos poden arribar al ser del 100% (Patzner 1998). Durant els períodes d'elevat hidrodinamisme l'alga es desprèn i es desplaça en grans quantitats a les zones d'acumulació de detritus que en condicions naturals es caracteritzen per ser un substrat amb una complexitat estructural alta i amb espècies característiques (Gallmetzer *et al.* 2005), per aquestes motiu aquests hàbitats també es veuen afectats per la invasió de l'alga.

A l'actualitat hi ha pocs estudis dels efectes invasors de *L. lallemandii*. Les dades de les quals es disposen mostren com la presència de *L. lallemandii* afecta de forma directa els ecosistemes Balears d'importància cabdal en la Mediterrània com són les praderies de *Posidonia oceanica*. *L. lallemandii* provoca canvis metabòlics en la fanerògama. S'observen processos d'oxidació cel·lular indicatius de l'estrès al que està sotmesa la praderia, com a conseqüència de la colonització per part de l'alga filamentosa i que finalment poden provocar la mort dels feixos foliars, debilitant fortament les praderies (Box *et al.*, 2008). *Pinna nobilis* és una de les altres espècies que es veuen afectades per aquesta invasora (Box *et al.*, 2009; Cabanellas-Reboredo *et al.*, 2009; 2010).

Un dels tàxons més importants dins dels hàbitats que formen les comunitats d'algues fotòfiles en substrat rocós i els cúmuls detrítics, són els crustacis. En aquest grup trobem els amfípodes, que representen una

de les comunitats més sensibles als canvis que es produeixen en el medi. En conseqüència són molt bons bioindicadors a l'hora de determinar les possibles alteracions que es donen en l'ecosistema (Dauvin *et al.*, 2007; Sánchez Jerez *et al.*, 2000), ja que, aquests invertebrats realitzen una elecció activa del substrat que colonitzen (Vázquez Luís *et al.*, 2009) i a més, presenten unes fonts d'alimentació específiques, com es demostra en l'estudi realitzat per Jernakoff (1997) amb algunes espècies d'amfípodes herbívors. Les comunitats d'amfípodes en biòtops algal de fons rocós en les aigües Mediterrànies, han estat estudiades per Vázquez-Luís (2009) amb la presència de *Caulerpa racemosa*. Per altra banda, no hi ha estudis sobre aquesta comunitat en fons rocosos envaïts per *L. lallemandii*. La presència d'amfípodes en els cúmuls de detritus formats majoritàriament per *P. oceanica* és molt important i formen el tàxon dominant (Gallmetzer *et al.*, 2005). La introducció d'algues invasores pot produir un gran impacte sobre aquestes comunitats, fent necessari la seva anàlisi per determinar les possibles conseqüències produïdes per l'alga al·lòctona. La finalitat d'aquest estudi és determinar les possibles diferències que es puguin donar en la comunitats d'amfípodes, per la presència de *Lophocladia lallemandii*, en resposta als possibles canvis estructurals i espacials soferts en les comunitats d'algues fotòfiles de fons rocosos. A més de contribuir a augmentar el coneixement de la fauna bentònica de les aigües Balears.

## Material i mètodes

Durant 2006-07 s'han recollit mostres bentòniques a dues localitats de Mallorca, pròximes al parc de sa Dragonera a una

fondària de 9 metres. Les coordenades de les diferents localitats són les següents: 39°35'30.39"N; 2°20'46.24"E i 39°35'08.43"N 2°20'30.59". Les mostres es van extreure en comunitats d'algues fotòfiles sobre fons rocós calcari, en regim batut i aquesta mateixa comunitat, amb presència de l'alga invasora *L. lallemandii*. És necessari puntualitzar que en les mostres de l'hivern no es van poder establir controls degut a la presència de *L. lallemandii* en tota la superfície de les localitats. En el mateix estudi es van obtenir un altre grup de mostres sobre cúmuls de detritus de *P. oceanica* amb presència de *L. lallemandii*. Degut a la gran complexitat espacial que presenten les comunitats d'amfípodes, s'han utilitzat diverses metodologies, que permetran determinar més acuradament l'estructura de la comunitat a diferents nivells. Obtenint una visió més completa de la seva distribució espacial en la comunitat d'algues fotòfiles i en els cúmuls de detritus. Les metodologies emprades són les següents: quadrant 20x20 cm per determinar la comunitat existent i les possibles espècies esciòfiles de la zona pròxima al substrat i transsectes de 20 m amb la xarxa de mà, 40x20 cm per determinar les comunitats d'amfípodes fotòfils, que es troben l'estrat foliar de les diferents comunitats i a la columna d'aigua immediatament superior d'aquestes.

El mecanisme que s'utilitza per obtenir les mostres és diferent per a cada metodologia en el cas del quadrant de 20x20 cm, aquest es col·loca sobre la comunitat algal fins arribar al substrat, posteriorment es succiona i es recol·lecta el contingut de la mostra. L'àrea obtinguda en les mostres és de 400 cm<sup>2</sup>. En els cúmuls de detritus s'utilitza el mateix procediment, però el quadrant s'introdueix 5 cm en el substrat. En el cas de la xarxa de mà 40x20 cm aquesta es passa sobre la comunitat

realitzant transectes de 20 m obtenint d'aquesta manera una mostra de 8 m<sup>2</sup>. En els dos cassos les mostres van ser recollides en xarxes de 500 µm i només va ser triada la macrofauna, posteriorment es realitzà la classificació fins a nivell d'espècie, mitjançant obres clàssiques de taxonomia d'amfípodes de la Mediterrània (Bellan-Santini *et al.*, 1982; 1989; 1993; 1998) de la que es van extreure a més, les referències a la distribució general i l'ecologia dels inver-tebrats. En el present treball s'aporta un llistat dels amfípodes classificats a nivell d'espècie i una descripció del la seva biologia, l'hàbitat en que han estat trobats, a més de la seva distribució general.

## Resultats

### Amphipoda

Fam. Melitidae

#### *Gammarella fucicola* (Leach, 1814)

Espècie que presenta abundàncies elevades en els cúmuls de detritus. En els fons rocosos les abundàncies són molt baixes i sempre ha estat trobada en les mostres amb presència de *L. lallemandii*.

Ecologia: es troba en aigües costeres poc fondes, entre algues (*Ectocarpus*, *Lithophyllum*.) i praderies (*Zoostera*, *Posidonia*). També ha estat trobada sobre holotúries. A vegades està acompanya de *Melita hergensis* i *Elasmopus pocillimanus*.

Distribució: extensament distribuïda pel Mediterrani. Espècie cosmopolita.

#### *Elasmopus pocillimanus* (Bate, 1862)

Espècie molt abundant en els fons rocosos. Ha estat capturada tant amb la xarxa de mà com amb el quadrant, en àrees envaïdes i control. Les majors abundàncies es donen en les mostres amb presència de *Lophocladia*. En les mostres de detritus les

abundàncies obtingudes són molt menors.

Ecologia: infralitoral 5-50 m; entre algues i fons coral·lígens. Es pot trobar amb *Erichthonius punctatus* i *Elasmopus rapax*.

Distribució: distribuïda pel Mediterrani, el Mar Negre, i l'Atlàntic nord; Açores.

#### *Elasmopus vachoni* Mateus & Mateus, 1966

Espècie que presenta abundàncies baixes. Es troba en fons rocós amb presència de *L. lallemandii* i zones control. Les màximes abundàncies es donen durant el període estival sobre fons rocós en mostres envaïdes per l'alga filamentosa.

Ecologia: es troba estrictament en *Cystoseira* que és una de les algues epifitades per *L. lallemandii* en les mostres obtingudes en el present estudi.

Distribució: Mediterrani; Marroc. S Atlàntic costa d'Àfrica, Açores.

#### *Maera inaequipis* (Costa, 1857)

Espècie que apareix únicament en fons rocós. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern. Durant l'estiu és més abundant sobre les comunitats algals envaïdes.

Ecologia: present en fondàries de 0-50 m. Substrats durs o parcialment arenosos, també és present entre algues i praderies de *Posidonia*.

Distribució: cosmopolita.

Fam. Atylidae

#### *Atylus guttatus* (Costa, 1851)

Espècie que s'ha trobat exclusivament en les mostres pertanyents als cúmuls detrítics.

Ecologia: apareix essencialment en biotips arenosos i praderies de fanerògames (Bellan-Santini i Ledoyer, 1973).

Distribució: present en el Mediterrani, l'oceà Atlàntic i el canal Anglès.

Fam. Dexaminidae

***Dexamine spinosa*** (Montagu, 1813)

Espècie abundant, present tant en les mostres obtingudes amb la xarxa de mà com en les del quadrant, en zones control o envaïdes. Les majors abundàncies es donen durant l'hivern en les mostres extretes amb el quadrant. Durant l'estiu és més comuna en zones control encara que també s'observa en zones amb *L. lallemandii*.

Ecologia: espècie molt comuna. És característica de biòtops vegetals, d'algues fotòfiles, en fanerògames, on presenten les màximes abundàncies (Bellan-Santini *et al.*, 1973).

Distribució: NE de l'oceà Atlàntic, canal Anglès i mar Mediterrani.

***Dexamine spiniventris*** (Costa, 1853)

Espècie present en les mostres realitzades amb el quadrant i amb la xarxa de mà, tant en zones control com envaïdes. Presenta les màximes abundàncies durant l'hivern en les mostres extretes amb els quadrants. Durant l'estiu l'abundància és major en les zones control. Les abundàncies obtingudes en el detritus són molt reduïdes.

Ecologia: present en tot els biòtops vegetals del Mediterrani (Bellan-Santini i Ledoyer 1973).

Distribució: endèmica del Mediterrani.

Fam. Hyalidae

***Hyale camptonyx*** (Heller, 1866)

Espècie present en les mostres realitzades amb el quadrant i amb la xarxa de mà, tant en zones control com envaïdes. Les màximes abundàncies es troben en les mostres obtingudes amb els quadrants durant l'hivern. Durant l'estiu presenta una major abundància en les zones envaïdes per *L. lallemandii*.

A les mostres extretes amb la xarxa de mà, és més abundat durant l'estiu amb una

distribució similar entre les zones control i envaïdes.

Ecologia: espècie molt comuna en comunitats algals. Es troba sovint en la zona infralitoral i rares vegades per sota dels 50 m (Krapp-Schickel 1969).

Distribució: oceà Atlàntic, mar Roig i mar Mediterrani.

***Microphythia carinata*** (Bate, 1862)

Espècie present exclusivament en els fons rocosos. Presenta una màxima abundància durant l'hivern en les mostres realitzades amb els quadrants. Durant l'estiu presenta una distribució similar entre zones control i envaïdes. Les mostres obtingudes amb la xarxa de mà, les abundàncies són menors, i només apareix durant l'estiu, amb la mateixa freqüència en els dos tractaments.

Ecologia: espècie infralitoral que és present de 3-40 m de fondària i que es troba entre algues vermelles.

Distribució: endèmica del Mediterrani.

Fam. Stenothoidae

***Stenothoe monoculoides*** (Montagu, 1815)

Espècie molt abundant, present en les mostres realitzades amb el quadrant i amb la xarxa de mà, tant en zones control com envaïdes. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern, en les mostres realitzades amb els quadrants. Amb aquesta metodologia i durant l'estiu és més abundant en les zones control, que en les envaïdes. En les xarxes de mà presenta major abundància durant l'estiu.

Ecologia: espècie litoral, es troba entre 0-50 m. Present en fons rocós amb comunitats algals.

Distribució: oceà Atlàntic, mar Mediterrani i mar Roig.

***Stenothoe dollfusi*** Chevreux, 1887

Espècie molt comuna, exclusiva dels fons rocosos. Presenta les màximes abundàncies durant l'hivern. Durant l'estiu la distribució de l'espècie és major en les zones control, tant en les mostres realitzades amb la xarxa de mà com en la dels quadrants.

Ecologia: es troba en aigües entre 3-4 metres de fondària i segons les mostres obtingudes, sobre comunitats algals de fons rocosos a 9 metres de fondària.

Distribució: oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

***Stenothoe tergestina*** Nebeski, 1881

Espècie poc abundant. Únicament ha aparegut en la xarxa de mà durant el període hivernal.

Ecologia: es troba en aigües superficials, batudes, rarament present en zones més fondes de 4 metres.

Distribució: oceà Atlàntic i Mar Mediterrani.

***Stenothoe cavimana*** Chevreux, 1908

Espècie molt poc abundant. Apareix en els fons rocosos de les mostres extreteres amb els quadrants durant l'estiu.

Ecologia: espècie litoral, present en comunitats d'algues fotòfiles.

Distribució: Nord de l'oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Cressidae

***Cressa cristata*** Myers, 1969

Espècie abundant, present en les mostres realitzades amb el quadrant i amb la xarxa de mà, tant en zones control com envaïdes. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern. En les mostres estivals es troba majoritàriament en zones control i en els cúmuls detrítics presenta abundàncies molt baixes.

Ecologia: espècie present en la zona infralitoral, amb comunitats d'algues i

praderies de *Posidonia*.

Distribució: endèmica del Mediterrani.

Fam. Lysianassidae

***Lysianassa longicornis*** (Lucas, 1849)

Espècie abundant, present en les mostres realitzades amb el quadrant i amb la xarxa de mà, tant en zones control com envaïdes. En les mostres realitzades amb el quadrant és més abundant durant l'hivern. Durant l'estiu les major abundàncies es donen en la zona envaïda, mentre que en les mostres de xarxa de mà apareix principalment en les zones control durant l'estiu. És molt poc freqüent en les mostres de detritus.

Ecologia: espècie molt freqüent entre 10-70 m. Present en comunitats algals i en praderies de fanerògames, també es troba en fons coral·lígens o arenosos.

Distribució: endemisme Mediterrani.

Fam. Oedicerotidae

***Synchelidium longidigitatum*** Ruffo, 1947

Espècie que apareix únicament en els fons rocosos en les mostres dels quadrants. amb abundàncies moderadament superiors durant l'hivern. Durant l'estiu és més abundant en les zones envaïdes.

Ecologia: es troba distribuït entre 0-100 m viu en fons tous i en fons rocosos segons les mostres obtingudes.

Distribució: endemisme Mediterrani.

Fam. Amphilochidae

***Amphilochus neapolitanus*** Della Valle, 1893

Espècie molt poc abundant. Únicament apareix en les mostres realitzades amb la xarxa de mà durant l'hivern.

Ecologia: espècie infralitoral, comuna fins als 20 metres. Es troba en *Cystoseira*, *Sargassum* i en els rizomes de *Posidonia*, també en esponges. Rarament en fons arenosos (Krapp-Schieckel, 1969).

Distribució: oceà Atlàntic, a l'oceà Indo-Pacífic (Austràlia) i en el mar Mediterrani.

***Amphilocheus picadurus*** Barnard, 1962

Espècie que apareix en els fons rocosos. Durant l'estiu presenta màximes abundàncies en les zones control de les mostres obtingudes amb la xarxa de mà. En les mostres realitzades amb el quadrant les màximes abundàncies es donen durant l'hivern.

Ecologia: espècie infralitoral, present en fons rocosos amb comunitats d'algues i en briozous i en hidròids, i en els espais intersticials del sediment.

Distribució: oceà Pacífic i mar Mediterrània.

***Peltocoxa gibbosa*** (Schiecke, 1977)

Espècie present en el substrat rocós. Presenta les màximes abundàncies en les mostres obtingudes amb el quadrant i durant l'hivern, en el període estival no apareix en les zones control. En les mostres realitzades amb la xarxa de mà, la seva presència és molt reduïda i amb una distribució igual per als diferents tractaments i en els dos períodes temporals.

Ecologia: present en comunitats d'algues, en fons arenosos i entre els rizomes de *Posidonia* amb una elevada taxa de detritus.

Distribució: endemisme Mediterrani.

Fam. Amphithoidae

***Ampithoe riedli*** Krapp-Schickel, 1968

Presenta abundàncies molt baixes, es troba en fons rocosos. En les mostres obtingudes amb la xarxa de mà durant l'hivern i en les mostres dels quadrants durant l'estiu i sempre en les zones envaïdes per *L. lallamendii*.

Ecologia: infralitoral en zones batudes amb algues (*Jania*, *Laurencia*, *Cystoseira*).

Distribució: endemisme Mediterrani.

***Ampithoe ramondi*** Audouin 1826

Espècie que es troba en fons rocós. Les màximes abundàncies es donen en les mostres realitzades amb els quadrants a l'estiu, en zones control. En les mostres obtingudes amb la xarxa de mà apareix únicament a l'estiu amb una distribució similar en els dos tractaments i abundàncies menors que en els quadrants.

Ecologia: infralitoral. Viu en tubs gelatinosos transparents en comunitats d'algues i praderies de *Posidonia*.

Distribució: oceà Atlàntic, Índic, mar Roig, Negre i Mediterrani.

Fam. Aoridae

***Microdeutopus obtusatus*** Myers, 1973

Espècie present en les mostres de detritus.

Ecologia: infralitoral amb algues del gènere *Ulva* i en praderies de *Posidonia* sobre arena fina.

Distribució: endemisme Mediterrani.

***Microdeutopus algicola*** Della Valle, 1893

Espècie només present en mostres estretes amb els quadrants. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern. Durant l'estiu les zones envaïdes presenten un nombre major d'individus que les control.

Ecologia: infralitoral comunitats de algues fotòfiles.

Distribució: mar Mediterrani.

***Lembos viguieri*** Chevreux, 1911

Espècie present en els fons rocosos. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern en les mostres realitzades amb els quadrants i les xarxes de mà. Durant l'estiu en les mostres dels quadrants, és més abundant en les zones envaïdes.

Ecologia: infralitoral en substrat d'arena fina i amb comunitats d'algues fotòfiles.

Distribució: endemisme Mediterrani.



Fam. Ischyroceridae

***Erichthonius punctatus*** (Bate, 1857)

Espècie poc abundant, solament apareix en les mostres realitzades amb els quadrants. Les abundàncies són similars entre els períodes temporals i entre tractaments.

Ecologia: infralitoral i circalitoral. Està present en comunitats d'algues i praderies de *Posidonia*, també entre hidroids i tunicats.

Distribució: oceà Atlàntic, mar Índic i mar Mediterrània.

Fam. Leucothoidae

***Leucothoe procera*** Bate, 1857

Espècie poc abundant, present en el substrat rocós, predomina durant l'època hivernal. Durant l'estiu és més abundant en les zones control. Presenta unes abundàncies majors en les mostres obtingudes amb els quadrants.

Ecologia: present en praderies de *Posidonia*, en la zona esciòfila, entre els rizomes de la fanerògama. També es troba en presència de *Caulerpa*.

Distribució: oceà Atlàntic, mar Índic i mar Mediterrani.

Fam. Aoridae

***Leptocheirus guttatus*** (Grube, 1864)

Espècie que apareix en les mostres realitzades amb els quadrants i en un grau molt menor en les obtingudes amb la xarxa de mà. Les abundàncies estacionals són similars. Durant l'època estival les abundàncies són majors en zones envaïdes.

Ecologia: infralitoral en fons arenosos o rocós i en praderies de *Posidonia*, *Cymodocea*, i en comunitats algals com: *Caulerpa* i *Halimeda*.

Distribució: NE Oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Iphimediidae

***Iphimedia vicina*** Ruffo & Schiecke, 1979

Espècie poc abundant, que apareix únicament en les mostres realitzades amb els quadrants i solament durant l'hivern.

Ecologia: infralitoral en substrat rocós coral·ligen, entre algues (*Halimeda*, *Vidalia*) esponges, briozous i hidroids.

Distribució: endemisme Mediterrani.

Fam. Ampeliscidae

***Ampelisca serraticaudata*** Chevreux, 1888

Espècie abundant en fons rocós, que apareix en majoritariament durant l'estiu. La distribució segons els tractaments és similar en les mostres realitzades amb els quadrants. En les mostres obtingudes amb la xarxa de mà solament apareix en el control.

Ecologia: present en substrats rocós propers a algues i praderies de *Posidonia*. Poc comú en substrats arenosos o fangosos.

Distribució: E. oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Melitidae

***Cheirocratus assimilis*** (Lilljeborg, 1852)

Espècie molt poc abundant, únicament es present en les mostres realitzades amb els quadrants durant l'hivern.

Ecologia: espècie present en fons coral·lígens i entre la *Posidonia* i comunitats d'algues fotòfiles. Es troba entre 6-70 m de fondària.

Distribució: N. oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Colomastigidae

***Colomastix pusilla*** Grube, 1861

Espècie molt poc abundant, únicament és present en les mostres realitzades amb els quadrants. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern.

Ecologia: generalment es troba sobre esponges i també sobre *Echinaster* de 0-420 m (Ruffo 1985).

Distribució: cosmopolita.

Fam. Ischyroceridae

***Ischyrocerus inexpectatus*** Ruffo, 1959

Espècie molt poc abundant, únicament és present en les mostres realitzades amb els quadrants. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern.

Ecologia: es troba sobre fons rocosos en comunitats algals amb hidrodinamisme elevat.

Distribució: mar Mediterrani.

Fam. Phliantidae

***Pereionotus testudo*** (Montagu, 1808)

Espècie molt poc abundant, únicament és present en les mostres realitzades amb els quadrants. L'abundància màxima es presenta durant l'estiu en zones envaïdes.

Ecologia: present en comunitats d'algues fotòfiles i en praderies de fanerògames marines.

Distribució: mar Mediterrani.

Fam. Podoceridae

***Podocerus variegatus*** Leach, 1814

Espècie que presenta un número d'individus molt baix. És present en les mostres realitzades amb els quadrants durant l'hivern. En les mostres realitzades amb la xarxa de mà apareix a l'estiu, en les zones control.

Ecologia: present en comunitats d'algues fotòfiles, i en praderies de fanerògames marines.

Distribució: oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Melitidae

***Melita valesi*** Karaman, 1955

Espècie molt poc abundant, present en la zona de detritus.

Ecologia: intermareal, infralitoral, sota les pedres o en les comunitats d'algues. Són habituals en zones que presenten aflüències

d'aigües terrestres. Sovint es troba amb els amfípodes *Gammarella fucicola*, *Melita hergensis*, *M. corinini* i *Gammarus aequicauda*.

Distribució: oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

Fam. Melitidae

***Abludomelita aculeata*** (Chevreux, 1911)

Espècie molt poc abundant únicament present en els cúmuls de detritus.

Ecologia: en fons arenosos.

Distribució: endemisme Mediterrani.

Fam. Liljeborgiidae

***Liljeborgia psaltrica*** Krapp-Schickel, 1975

Espècie molt poc abundant present en els cúmuls de detritus.

Ecologia: present en fons arenosos. i segons les mostres obtingudes en detritus infralitorals.

Distribució: endèmica del Mediterrani.

Fam. Liljeborgiidae

***Liljeborgia dellavallei*** Stebbing, 1906

Espècie molt poc abundant, present en les mostres realitzades amb els quadrants sobre el fons rocós durant l'hivern.

Ecologia: present en fons arenosos i fangosos. També present en comunitats d'algues i en praderies de *Posidonia*.

Distribució: oceà Atlàntic (Senegal) i mar Mediterrani.

Fam. Caprellidae.

***Caprella acanthifera*** var. *discrepans* Leach, 1814

Espècie abundant. És present tant en zones control com en les envaïdes. Les màximes abundàncies es donen durant l'hivern en els fons rocosos mostrejats amb el quadrant. Durant l'estiu amb aquesta mateixa metodologia, la seva distribució és major en les zones control. En les mostres realitzades amb les xarxes de mà les

màximes abundàncies les trobem durant l'estiu i també en les zones control.

Ecologia: es troba en colònies de briozous del gènere *Bugula*.

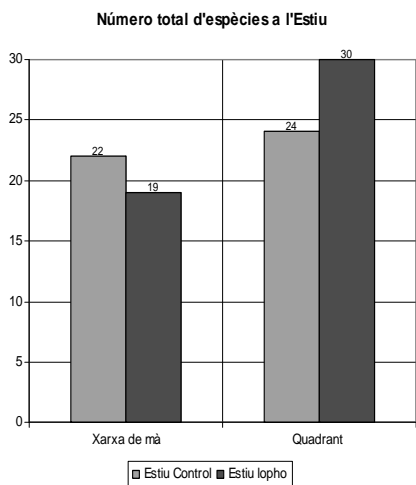
Distribució: oceà Atlàntic, mar Negre i mar Mediterrani.

**Caprella rapax** Mayer, 1890

Espècie que presenta abundàncies elevades, les màximes han estat observades durant l'hivern en les mostres obtingudes amb el quadrant. Durant l'estiu presenta màximes abundàncies en les mostres extretes amb la xarxa de mà en les zones control.

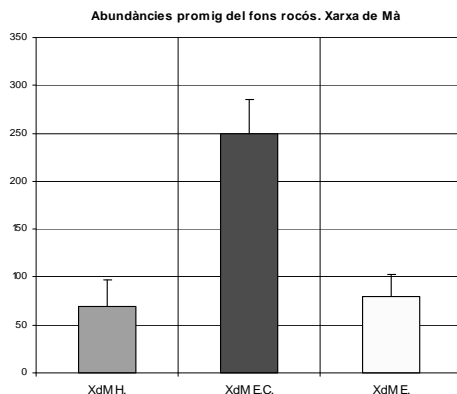
Ecologia: es troba en substrats gruixuts d'arena.

Distribució: espècie endèmica de la Mediterrània.



**Fig. 1.** Número d'espècies totals d'amfípodes presents en les diferents mostres realitzades amb les xarxes de mà i els quadrants, segons el tractament i durant l'estiu.

*Fig. 1.* Total number of species amphipod present in the different samples taken with handnet and quadrants, according to the treatment and during the summer.



**Fig. 2.** Abundàncies promig d'amfípodes expressades per cada 8/m<sup>2</sup> de les mostres realitzades amb la xarxa de mà. XdM H.: xarxa de mà hivern; XdM E.: xarxa de mà estiu; XdM E. C.: xarxa de ma estiu control.

*Fig. 2.* Average amphipod abundances expressed for every 8/m<sup>2</sup> on the samples taken with handnet. XDM H.: handnet winter; XdM E.: handnet summer; XdM E. C.: handnet summer control.

**Phtisica marina** Slabber, 1769

Espècie present en tots els tractaments i metodologies. Les màximes abundàncies es produeixen durant l'hivern en les mostres realitzades amb el quadrant. Durant l'estiu presenta majors abundàncies en les zones control.

Ecologia: es troba entre algues Chlorophytas i Rodophytas, en *P. oceanica* amb hidroids i briozous. Presenta una distribució de 0 a 660 m de fondària (Stephensen, 1927).

Distribució: oceà Atlàntic, Pacífic i mar Mediterrània.

**Deutella shieckei** Cavedini, 1982

Espècie poc abundant present en els fons rocosos on presenta les màximes abundàncies durant l'hivern i en les zones control durant l'estiu.

Ecologia: fauna intersticial.

Distribució: espècie endèmica de la Mediterrània.

***Pseudoprotella phasma*** (Montagu, 1804)

Espècie poc abundant present en els fons rocosos durant l'hivern.

Ecologia: fauna intersticial.

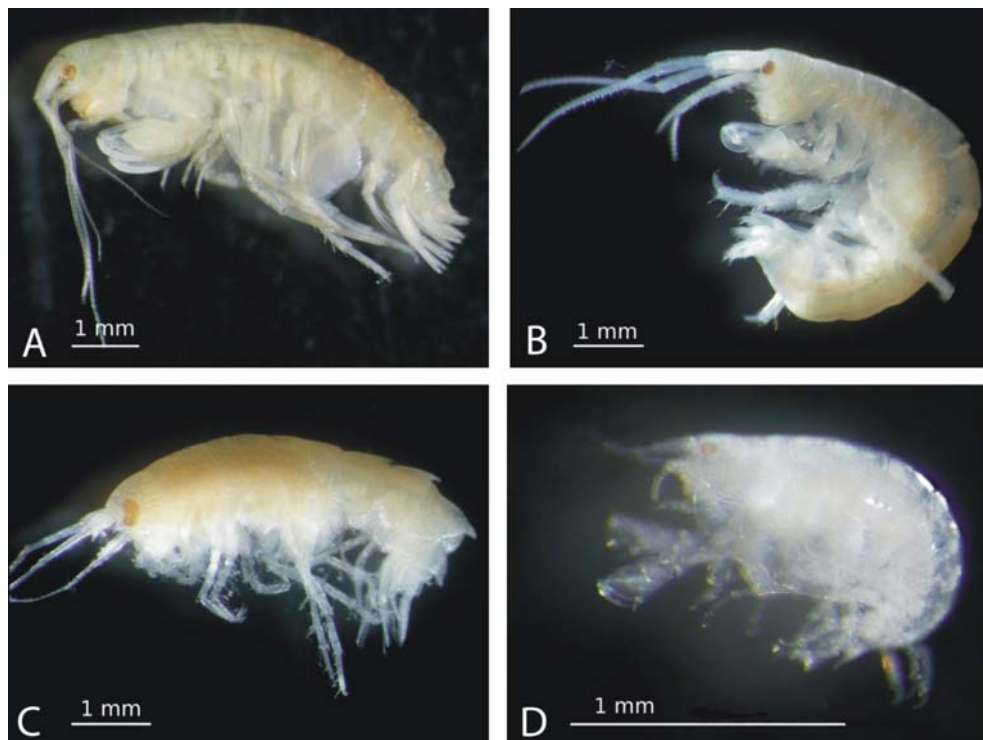
Ecologia: espècie que viu en praderies d'algues. Rarament entre briozous.

Distribució: oceà Atlàntic i mar Mediterrani.

### Discussió

En el present estudi en que han estat mostrejades les comunitats d'algues fotòfiles en substrat rocós i cúmuls detrítics amb presència de *L. lallemandii* i zones en condicions naturals, s'han classificat a nivell d'espècie 43 amfípodes. Entre aquestes espècies, cinc han sorgit exclusivament en les mostres de detritus. Aquests cúmuls, que són considerats com un subsistema propi de la producció primària que es dona en les praderies principalment de *P. oceanica*, constitueixen un hàbitat amb una estructura complexa i amb espècies característiques (Gallmetzer *et al.*, 2005). Aquest fet s'observa en les diferències a nivell específic en la comunitat d'amfípodes, entre els cúmuls detrítics i les comunitats algals de fons rocós. Els amfípodes *Atylus guttatus*, *Microdeutopus obtusatus* i amb abundàncies molt menors *Abludomelita aculeata*, *Liljeborgia psaltrica* i *Melita valesi*, són les espècies obtingudes únicament en els cúmuls detrítics. L'espècie que presenta les majors abundàncies en el detritus és *Gammarella fucicola* (Fig. 3). També ha sorgit en les mostres de substrat rocós, però amb unes abundàncies molt inferiors en comparació amb les dels cúmuls detrítics. Aquesta espècie pot ser considerada detritívora, per

la gran abundància amb la que apareix en aquest hàbitat (Gallmetzer *et al.*, 2005). A més és un bon bioindicador de la maduresa d'aquests cúmuls, presentant les màximes abundàncies en els més madurs (Gallmetzer *et al.*, 2005). La següent espècie en les mostres de detritus, en quant a abundàncies és *Dexamine spinosa* (Fig. 3). En principi, aquesta espècie habita l'estrat foliar de *P. oceanica*, (Bellan-Santini *et al.*, 1973) però a més, és comuna i forma part de la fauna detritívora dels cúmuls de detritus (Gallmetzer *et al.*, 2005). Altres espècies presents en aquestes mostres són: *Hyale camptonyx* i *Elasmopus pocillimanus*. Són espècies de Gammaridae, pròpies de comunitats algals fotòfiles infralitorals (Krapp-Schickel *et al.*, 1969; Bellan-Santini *et al.*, 1982, 1993; Vázquez-Luis *et al.*, 2008, 2009), com demostren les grans abundàncies obtingudes en els mostres realitzats en les comunitats algals de fons rocós. En aquest tipus d'hàbitat, destaca la presència d'*Stenothoe monoculoides* (Fig. 3) de la família Stenothoidae, essent l'espècie que presenta les majors abundàncies, seguit per *Elasmopus pocillimanus* (Fig. 3) que presenta valors similars. *Cressa cristata*, *Dexamine spinosa*, *Stenothoe dollfusi*, *Maera inaequipis*, *Hyale camptonyx*, *Lysianassa longicornis*, *Caprella acanthifera* var. *discrepans*, *Caprella rapax*, *Micropythia carinata*, *Ampelisca serraticaudata*, *Dexamine spiniventris*, *Amphilochus picadurus*, *Ampithoe ramondi*, *Lembos viguieri*, són altres de les espècies observades amb unes abundàncies elevades en les mostres de les comunitats algals sobre substrat rocós. Totes aquestes espècies pertanyen i són característiques de comunitats algals de la zona infralitoral (Bellan-Santini *et al.*, 1982; 1989; 1993; 1998; Bellan-Santini, 1973; Krapp-Schickel *et al.*, 1969). En la Taula 1 es pot observar



**Fig. 3.** Fotografies de les principals espècies d'amfípodes. A; *Gammarella fucicola*, mascle. Longitud 6,6 mm. B; *Elasmopus pocillimanus*, mascle. Longitud 4 mm. C; *Dexamine spinosa*. Longitud 4,5 mm. D; *Stenothoe monoculoides*. Longitud 1,1 mm. Les longituds obtingudes corresponen a la distància existent entre la zona basal del peduncle de l'antena i el telson.

**Fig. 3.** Photographs of the main species.. A; *Gammarella fucicola*, male. Length 6.6 mm. B; *Elasmopus pocillimanus*, male. Length 4 mm. C. *Dexamine spinosa*. Length 4.5 mm. D; *Stenothoe monoculoides*. Length 1.1 mm. Lengths obtained correspond to the distance between the stem basal area of the antenna to the telson.

la presència de les espècies segons els tractaments i metodologies.

Entre les espècies mostrejades apareixen diferents valors en les abundàncies segons es trobin en zones envaïdes per *L. lallemandii* o en l'hàbitat en condicions naturals. Es coneix que els amfípodes demostren unes preferències respecte el substrat on viuen i l'elegeixen activament (Vázquez-Luís et al., 2009). Per tant, aquestes preferències i el moviment actiu

dels amfípodes podrien explicar en principi aquestes diferències.

Per a determinades espècies les distribucions són majors en zones envaïdes que en zones control, per aquest motiu es podria afirmar que la invasió de *L. lallemandii*, en aquest grau, les afavoreix respecte la resta d'espècies. Aquest seria el cas d'*Elasmopus pocillimanus*, *Hyale camptonyx*, *Microdeutopus algicola*, *Lembos viguieri*, *Leptocheirus guttatus*,

Espècies Amphipoda	D	XdM. H.	XdM E.	XdM E. C.	Q.H.	Q.E.C.	Q.E.
<i>Gammarella fucicola</i>	+		+	+			+
<i>Elasmopus pocillimanus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Elasmopus vachoni</i>			+	+	+	+	+
<i>Maera inaequipes</i>			+		+	+	+
<i>Atylus guttatus</i>	+						
<i>Dexamine spinosa</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dexamine spiniventris</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hyale camptonyx</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Micropythia carinata</i>			+	+	+	+	+
<i>Stenothoe monoculoides</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stenothoe dollfusi</i>		+		+	+	+	+
<i>Stenothoe tergestina</i>		+					
<i>Stenothoe cavimana</i>							+
<i>Cressa cristata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lysianassa longicornis</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Synchelidium longidigitatum</i>					+	+	+
<i>Amphilocheus neapolitanus</i>		+					
<i>Amphilocheus picadurus</i>				+	+		+
<i>Peltocoxa gibbosa</i>		+	+	+	+		+
<i>Ampithoe riedli</i>		+					+
<i>Ampithoe ramondi</i>			+	+	+	+	+
<i>Microdeutopus obtusatus</i>	+						
<i>Microdeutopus algicola</i>					+	+	+
<i>Lembos viguieri</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Erichthonius punctatus</i>					+	+	+
<i>Leucothoe procera</i>				+	+	+	+
<i>Leptocheirus guttatus</i>			+		+	+	+
<i>Iphimedia vicina</i>					+		
<i>Ampelisca serraticaudata</i>				+	+	+	+
<i>Cheirocratus assimilis</i>					+		
<i>Colomastix pusilla</i>					+		+
<i>Ischyrocerus inexpectatus</i>					+		

**Taula 1.** Taula de presències de les espècies classificades en l'estudi. D: Detritus; XdM. H.: xarxa de mà hivern; XdM E.: xarxa de mà estiu; XdM E. C.: xarxa de mà estiu control; Q.H: quadrant hivern; Q.E.C.: quadrant estiu control; Q.E.: quadrant estiu.

**Table 1.** Table presences of species classified in the study. D: detritus; XdM. H.: handnet winter; XdM. E.: handnet summer; XdM E. C.: handnet summer control; Q.H: quadrant winter; Q.E.C: summer quadrant control; QE: summer quadrant.

Espècies Amphipoda	D	XdM. H.	XdM E.	XdM E. C.	Q.H.	Q.E.C.	Q.E.
<i>Pereionotus testudo</i>					+		+
<i>Podocerus variegatus</i>				+	+		
<i>Melita valesi</i>	+						
<i>Abludomelita aculeata</i>	+						
<i>Liljeborgia psaltrica</i>	+						
<i>Liljeborgia dellavallei</i>					+		
<i>Caprella acanthifera</i> var. <i>discrepans</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Caprella rapax</i>		+	+	+	+	+	+
<i>Phthisica marina</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Deutella shieckei</i>		+		+	+	+	
<i>Pseudoprotella phasma</i>		+			+		

**Taula 1.** (continuació)**Table 1.** (continuation)

*Pereionotus testudo*. Si la invasió persistís, i les condicions de la comunitat algal fossin similars, aquestes espècies podrien veure augmentades les seves abundàncies respecte a les que demostren preferència per zones control, sense l'alga roja, com són: *Dexamine spinosa*, *Dexamine spiniventris*, *Stenothoe monoculoides*, *Stenothoe dollfusi*, *Cressa cristata*, *Ampithoe ramondi*, *Leucothoe procera*, *Colomastix pusilla*, *Caprella acanthifera* var. *Discrepans* i *Caprella rapax*.

També es dona el cas, d'espècies amb unes distribucions similars entre els diferents tractaments com, *Erichthonius punctatus* i d'altres que només apareixen en tractaments de *L. lallemandii*, com *Peltocoxa gibbosa*. Si més no, es pot afirmar que les comunitats d'amfípodes són molt similars entre els tractaments. En els dos casos, zones envaïdes i zones control, estan configurades per comunitats característiques d'hàbitats algals infralitorals, de fons rocosos.

Altres resultats importants d'aquest estudi de la comunitats d'amfípodes i que caldria destacar, són les diferències sorgides

entre les comunitats envaïdes per *L. lallemandii* i les zones control, segons es tracti de mostres obtingudes amb el quadrant o amb la xarxa de mà. En les comunitats d'algues fotòfiles de fons rocós calcari, de les mostres d'amfípodes obtingudes amb el quadrant, s'aprecien diferències en la riquesa específica segons els diferents tractaments. Les zones amb *L. lallemandii* presenta un major nombre d'espècies que la comunitat autòctona (Fig. 1) i les abundàncies marquen una tendència similar, en conseqüència, les zones control presenten uns valors inferiors a les envaïdes. En les mostres realitzades amb la xarxa de mà els resultats són diferents. Les zones control presenten unes majors abundàncies (Fig. 2) i un nombre superior d'espècies (Fig. 1). Per explicar aquestes diferències es tindria que fer referència a l'estructura de l'hàbitat, ja que la presència d'algues invasores com és el cas de *L. lallemandii* poden provocar canvis i modificar l'estructura espacial de la comunitat algal que colonitzen. Si aquesta modificació provoca un augment en la complexitat espacial de l'hàbitat, la riquesa

específica i les abundàncies poden augmentar (Antoniadou *et al.*, 2007). Aquest fet pot explicar les majors abundàncies i la major riquesa específica que presenten, les mostres envaïdes realitzades amb els quadrants. Si més no, aquests canvis en les abundàncies totals i la riquesa específica podria estar originada per les modificacions estructurals produïdes pel mecanisme de colonització i expansió de *L. lallemandii*. L'alga invasora cobreix completament la comunitat algal amb una capa filamentosa molt espessa, que separa clarament les capes més properes a la columna d'aigua, de les zones pròximes al substrat. Aquests canvis en l'estructura espacial poden modificar les taxes de predació per part dels peixos disminuint-la, sobre la comunitat d'amfípodes que es troben en les parts més pròximes al substrat, ja que el increment d'algues epífites pot reduir la taxa de predació (Viejo, 1999). Per aquest motiu, les mostres amb presència de l'alga invasora realitzades amb els quadrants, on s'obtenen mostres del total de la comunitat a més de les espècies amb un caràcter més esciòfiles més pròximes al substrat, mostren abundàncies i una riquesa específica major, que en les zones control. En les mostres presents, capturades amb la xarxa de mà, la major riquesa específica i les abundàncies més elevades en les zones control (Fig. 3), podrien estar relacionades amb la major heterogeneïtat de l'hàbitat en les comunitats algals autòctones, respecte l'homogeneïtat que provoca l'alga invasora, que epifita i cobreix la part superior de la comunitat algal més pròxima a la columna d'aigua i que és la zona on es capturen les espècies amb la xarxa de mà. En aquest sentit hi ha diversos estudis que argumenten aquesta correlació positiva entre l'augment en les abundàncies i el nombre d'espècies com a resultat d'una major heterogeneïtat i

complexitat en l'hàbitat (Sánchez-Jerez *et al.*, 1999; Vázquez-Luis *et al.*, 2009).

Seria aconsellable, dur a terme un seguiment en l'evolució de les comunitats algals afectades per la colonització de l'alga. Confirmar, en zones amb períodes llargs d'invasió o amb uns valors elevats en biomassa de *L. lallemandii*, si aquesta pot modificar substancialment la comunitat d'algues autòctones existents, d'estructurant l'hàbitat i obtenint com a resultat, un canvi de la comunitat d'amfípodes.

Aquest impacte sobre l'ecosistema podria desencadenar un efecte cascada en la xarxa tròfica de la zona, ja que les modificacions en les comunitats d'amfípodes, podrien ser perjudicials per les comunitats de peixos existents, degut a que representen un recurs alimentari bàsic per aquestos (Sánchez-Jerez *et al.*, 1999; González *et al.*, 2008) amb tots els problemes socio-econòmics i mediambientals que es podrien derivar d'aquest fet.

## Bibliografia

- Antoniadou, C. i Chintiroglou, C. 2007. Zoobenthos associated with the invasive red alga *Womersleyella setacea* (Rhodomelaceae) in the northern Aegean Sea. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 87: 629-641.
- Ballesteros, E., Cebrian, E. i Alcoverro, T. 2007. Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. *Bot. Mar.*, 50: 8-13.
- Bellan-Santini, D. 1973. Sur deux nouvelles espèces méditerranéennes de *Bathyporeira* (Amphipoda Haustoriidae). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 98,1: 91-103, pl. 5.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M., Myers, A., Rufo, S. i Schiecke, U. 1982. Mémoires de l'Institut Océanographique. The amphipoda of Mediterranean. vol 13 n° 1. Musée Océanographique (Service des publications),



- Avenue Saint-Martin, Monaco-Ville, MC98000 Monaco, 364 pp.
- Bellan-Santini, D., Diviacco, G., Krapp-Schickel, G., Myers, A. i Rufo, S. 1989. Mémoires de l'institut Océanographique. The Amphipoda of Mediterranean. vol 13 n° 2. Musée Océanographique (Service des publications), Avenue Saint-Martin, Monaco-Ville, MC98000 Monaco, 211 pp.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M. i Rufo, S. 1993. Mémoires de l'institut Océanographique. The Amphipoda of Mediterranean. vol 13 n° 3 pp 240. Musée océanographique (Service des publications), Avenue Saint-Martin, Monaco-Ville, MC98000 Monaco, 240 pp.
- Bellan-Santini D., Karaman, G., Ledoyer M., Myers, A., Ruffo S. i Vader, W. 1998. Mémoires de l'institut Océanographique. The Amphipoda of Mediterranean. vol 13 n° 4. Musée océanographique (Service des publications), Avenue Saint-Martin, Monaco-Ville, MC98000 Monaco, 144 pp.
- Boudouresque, C.F. i Verlaque, M. 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Mar. Pollut. Bull.*, 44: 32-38.
- Box A. 2008. *Ecología de Caulerpales*. Laboratori de Biologia Marina. Universitat de les Illes Balears, 353 pp.
- Box, A., Sureda, A., Galgani, F., Pons, A. i Deudero, S. 2007. Assessment of environmental pollution at Balearic Islands applying oxidative stress biomarkers in the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Comp. Biochem. Physiol. C. Toxicol. Pharmacol.*, 146: 531-539.
- Box, A., Sureda, A. i Deudero, S. 2009. Antioxidant response of the bivalve *Pinna nobilis* colonised by invasive red macroalgae *Lophocladia lallemandii*. *Comp. Biochem. Physiol. C. Toxicol. Pharmacol.*, 149: 456-460.
- Cabanellas-Reboredo, M.; Deudero, S. i Blanco, A. 2009. Stable-isotope signatures ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) of different tissues of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Bivalvia): Isotopic variations among tissues and between seasons. *J. Molluscan Stud.*, 75: 343-349.
- Cabanellas-Reboredo, M., Blanco, M.; Deudero, S. i Tejada, S. 2010. Effects of the invasive macroalga *Lophocladia lallemandii* on the diet and trophism of *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) and its guests *Pontonia pinnophylax* and *Nepinnotheres pinnotheres* (Crustacea: Decapoda). *Sci. Mar.*, 74(1): 101-110.
- Dauvin, J.C. i Ruellet, T. 2007. Polychaete/amphipod ratio revisited. *Mar. Pollut. Bull.*, 55: 215-224.
- Deudero, S., Frau, A., Cerdà, M. i Hampel, H. 2005. Distribution and densities of the decapod crab *Percnon gibbesi*, an invasive Grapsidae, in western Mediterranean waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 285: 151-156.
- Deudero, S., Blanco, A., Box, A., Mateu, G., Cabanellas-Reboredo, M. i Sureda, A. 2010. Interaction between the invasive macroalga *Lophocladia lallemandii* and the bryozoan *Reteporella grimaldii* at seagrass meadows: density and physiological responses. *Biol. Invasions*, 12(1): 41-52.
- Gallmetzer, I., Pflugfelder, B., Zekely, J. i Ott, J.A. 2005. Macrofauna diversity in *Posidonia oceanica* detritus: distribution and diversity of mobile macrofauna in shallow sublittoral accumulations of *Posidonia oceanica* detritus. *Mar. Biol.*, 147: 517-523.
- González, A.R., Guerra-García, J.M., Maestre, M.J., Ruiz, A., Espinosa, F., Gordillo, I., Sánchez-Moyano, J.E. i García-Gómez, J.C. 2008. Community structure of caprellids (Crustacea: Amphipoda: Caprellidae) on seagrasses from south Spain. *Helgol. Mar. Res.*, 62:189-199.
- Gross, H., Douglas, E., Goeger., Hills, P., Mooberry, S., Ballantine, D., Murray, T., Valeriote, F. i Gerwick, W. 2006. Lophocladines, Bioactive Alkaloids from the Red Alga *Lophocladia* sp. *J. Nat. Prod.*, 69(4): 640-644 doi: 10.1021/np050519e Publication Date (Web): March 23, 2006.
- Guidetti, P., Bianchi, C.N., Chiantore, M., Schiaparelli, S., Morri, C. i Cattaneo-Vietti, R. 2004. Living on the rocks: substrate mineralogy and the structure of subtidal rocky substrate communities in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 274: 57-68.

- Jernakoff, P. i Nielsen, J. 1997. The relative importance of amphipod and gastropod grazers in *Posidonia sinuosa* meadows. *Aquat. Bot.*, 56: 183-202.
- Krapp-Schieckel, G. 1969. Zur Ökologie der Amphipoden aus dem Phytal der Nordadria. *Zool. Jahrb. Abt. Syst. Ökol. Geogr. Tiere*, 96, 3: 301-319.
- Patzner, R. 1998. The invasion of *Lophocladia* (Rhodomelaceae, Lophotiales) at the northern coast of Ibiza (Western Mediterranean Sea). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 75-80.
- Sánchez-Jerez, P., Barbera-Cebrian, C. i Ramos-Espla, A.A. 2000. Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean assemblages: comparison of amphipods and decapods. *Sci. Mar.*, 64: 319-326.
- Stephensen, K. 1927. Revideret fortegnelse over Danmarks arter af Amphipoda (3. Del: Gammaridea: Fam. Gammaridea til Fam. Podoceridae (Dulichiiidae aut.; Caprellidae). *Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. i Kobenhavn*, 84: 107-150.
- Vázquez-Luis, M., Sánchez-Jerez, P. i Bayle-Sempere, J.T. 2008. Changes in amphipod (Crustacea) assemblages associated with shallow-water algal habitats invaded by *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the western Mediterranean Sea. *Mar. Environm. Res.*, 65: 416-426.
- Vázquez-Luis, M., Sánchez-Jerez, P. i Bayle-Sempere, J.T. 2009. Comparison between amphipod assemblages associated with *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* and those of other Mediterranean habitats on soft substrate. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, doi:10.1016/j.ecss.2009-04.016.
- Viejo, R.M. 1999. Mobile epifauna inhabiting the invasive *Sargassum muticum* and two local seaweeds in northern Spain. *Aquat. Bot.*, 64: 31-149.
- Wikstrom, S.A. i Kautsky, L. 2004. Invasion of a habitat-forming seaweed: effects on associated biota. *Biol. Invasions*, 6: 141-150.

## Normes de publicació del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

**Editat per:** Guillem X. Pons

**Dades de contacte:** publicacions@shnb.org

C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.

07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).

**ISSN:** 0212-260X

**Freqüència de publicació:** Anual

El *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publica treballs científics originals sobre Història Natural en sentit ampli, posant especial èmfasi en la regió de la Mediterrània occidental.

Es recomana als autors la lectura del darrer número del Bolletí per a una orientació general sobre l'estil i presentació formal. De qualsevol manera, els treballs estaran estructurats en apartats i s'ajustin a les següents normes:

### Normes generals

Tot manuscrit es presentarà en forma d'un únic arxiu de text que contindrà, per ordre:

- Pàgina inicial, que inclourà: Títol, Títol abreujat, Autor/s i Adscripció de l'autor/s.
- Pàgina de resums, que: Resum en la llengua de redacció del treball, Resum en català, Resum en anglès. Cada resum anirà acompanyat de les Paraules clau.
- Manuscrit, iniciant-se en una nova pàgina, i que inclourà de forma contínua els següents apartats: Introducció, Material i Mètodes, Resultats, Discussió (que pot anar juntament amb els resultats en un únic apartat), Agraïments, Referències citades.
- Peus de les figures, començant a una nova pàgina i tots seguits. Es redactaran en la llengua usada en el manuscrit i seguidament en anglès.
- Taules, cadascuna precedida del Peu de taula corresponent, incloent una taula per pàgina. Els peus es redactaran en la llengua usada en el manuscrit i seguidament en anglès.
- En cas d'haver-hi apèndixs o material adjunt, anirà al final de l'arxiu i començaran cadascun a pàgines distintes.

S'inclourà el número de pàgina a tot el manuscrit, al marge superior dret. En cap cas s'inclouran figures a l'arxiu de text. Les figures es presentaran en arxius individuals anomenats com "Fig\_1", "Fig\_2", etc.

Per les taules, figures, dimensions del treball, etc., tingui's en compte que la caixa del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* és de 18 x 12,5 cm.

### **Normes específiques**

Cadascun dels manuscrits (i arxius de text adjunts) es presentarà en format digital no protegit, en Microsoft Word [.doc] o qualsevol altre editor de text compatible. També es podrà presentar en format de text enriquit [.rtf].

Els manuscrits i el material adjunt es poden remetre:

- Per correu electrònic, a l'adreça **publicacions@shnb.org**. Des d'aquesta adreça s'enviarà una confirmació de la recepció del manuscrit.
- Gravat a un CD o DVD i enviat per correu regular a la SHNB: Carrer Margarida Xirgu, 16 baixos. 07011-Palma de Mallorca. Illes Balears. Espanya.
- En paper, enviant-ho a l'adreça postal anterior. Es presentarà, per cada un dels manuscrits, un original i dues còpies, en fulles DIN A4, mecanografiades per una sola cara, a doble espai i amb un màxim de 70 caràcters per línia i 30 línies per pàgina.

La tipografia a utilitzar en el text ha d'esser la següent:

- Interlineat simple, justificat a l'esquerra i amb un marge mínim de 2,5 cm a tots els costats. Paginació contínua sense cap tipus d'edició.
- Text general: rodones, font Times New Roman, mida de font 10 punts.
- Espècies i gèneres: *cursiva*.
- Resums i paraules clau: mida de font 9. Les paraules clau en *cursiva*.
- Apartats: minúscules (tipus oració) i **negretes**, mida de font 11 punts, separats una línia del text. Únicament seran, i en aquest ordre: Introducció, Material i Mètodes, Resultats, Discussió (ò Resultats i Discussió), Agraïments, Referències citades i Apèndix.
- Subapartats (reduïts al mínim imprescindible): els primers en minúscules (tipus oració) i **negretes**, mida de font 10. Els segons en minúscules (tipus oració) i *cursiva*, mida de font 10. En tots els casos el text començarà a la línia següent al títol del subapartat.

El text pot estar redactat en qualsevol llengua moderna.

- Es recomana la no utilització de termes polítics (vgr. Espanya, Països Catalans), en favor dels geogràfics (vgr. Península Ibèrica, Mediterrània occidental).

Els tàxons o sintàxons han d'anar acompanyats dels autors de la descripció o combinació la primera vegada que es citen al text.

Els llatínismes i anglicismes aniran sempre en *cursiva*, incloent les abreviatures (p.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

A la pàgina inicial de cada manuscrit, en paràgrafs separats i per aquest ordre, ha de constar:

- Títol (mida de font 14 punts, **negreta**).
- Títol abreujat, que l'editorial del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* col·locarà a l'encapçalament de les pàgines del treball (mida de font 10 punts).
- Nom complet de l'autor/s, seguit del primer cognom en MAJÚSCULES (mida de font 12 punts), en l'ordre en que signen el treball. Si l'autor així ho desitja, pot incloure també el segon cognom unint-lo al primer mitjançant un guió. No s'utilitzaran superíndexs.
- Nom complet i adreça postal de cadascun dels autors (mida de font 9 punts), separats per un punt i seguit. S'ha d'indicar quin és l'autor de correspondència, incloent necessàriament una adreça de correu electrònic del mateix.

A la pàgina de resums, i per aquest ordre, el resum en la llengua de treball, en català (si escau) i en anglès (si escau), (mida de font 9 punts, sense posar el títol d'aquests apartats). El/s resum/s en llengua diferent a la del treball contindran el títol del treball en MAJÚSCULES a la primera oració, iniciant-se el resum després d'un punt i seguit. Cap dels resums superarà les 250 paraules. No inclourà punts i apart. S'evitarà utilitzar referències. Els resums han de ser clars, concisos i han d'especificar l'interès del treball per a la comunitat científica, així com les principals conclusions assolides.

- Seguirà a tots els resums un paràgraf iniciat per "**Paraules clau:**", seguit de 3 a 9 paraules clau en *cursiva*, separades per coma (,) i que reflectiran el contingut del treball.

En l'apartat de Material i Mètodes s'inclourà, de tot el *software* i instruments específics utilitzats: nom/model, marca, ciutat i país.

Nomenclatura i unitats: sempre les del Sistema Internacional (<http://www.bipm.org/en/si>), i utilitzant les normes per abreviatures i símbols de la IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

Referències dins el text: s'ordenaran per ordre cronològic, de la més antiga a la més moderna. Les cites amb un o dos autors (o les de més autors amb el mateix primer autor) que coincideixin en l'any es diferenciaran afegint lletres minúscules a l'any (a, b, c...) sense espai.

Les cites es realitzaran de la forma habitual: "...establerta per Bourrouillh (1973)"; "...segons Colom (1978a)..."; "...són components habituals d'aquesta fauna (Adrover *et al.*, 1977)."; "S'han proposat nous models d'especiació (Dieckmann i Dobeli, 1999; Gavrilets i Vose, 2007),...".

Les referències citades al treball s'inclouran a l'apartat de Referències citades. Comprovi's que totes les cites que apareixen al text es troben a aquest apartat i a la inversa. Les referències es llistaran alfabèticament per cognom del primer autor. En cas de coincidència s'ordenaran per any (primer el més antic). Tingui's en compte el punt anterior si segueix la coincidència. El format de les referències al llistat serà segons:

- Articles en revistes: Vericad, M., Stafforini, M. i Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Llibres i altres publicacions no periòdiques: Brown, J.H. i Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Treballs de contribució a jornades o llibres amb editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. i Estaún, I. 2004. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Obres completes: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Treballs inèdits o tesis doctorals: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. Inèdita.
- Referència revista digital: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. i Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Referència web: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

L'extensió màxima de l'article serà de 20 pàgines. La Junta de Publicacions se reserva la possibilitat excepcional de publicar articles més extensos.

Les taules aniran precedides del seu peu de pàgina. No s'utilitzaran superíndexs.

Les il·lustracions han d'estar citades al text, han de ser necessàries per la correcta interpretació dels resultats del treball, incloent-ne el mínim possible. No han de ser redundants.

- Al text, les figures (mapes, gràfiques, làmines, fotografies,...) han de numerar-se correlativament mitjançant Fig. 1, Fig. 2,... En cas de figures que incloguin varies parts, s'anomenaran A, B, C, D,... quedant reflectit què és cadascuna al peu de figura, i essent citades totes les parts al text (Fig. 1A, Fig. 1B,...; ò Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; ò Fig. 1A-D,...). Per a les taules (taules, quadres, llistes...), Taula 1, Taula 2,...
- La seva mida ha d'ajustar-se a la caixa del Bolletí (18 x 12,5 cm) o preveure (especialment per als retolats interiors) la possibilitat d'ampliacions o reduccions. La publicació d'il·lustracions de format no ajustable a la caixa del Bolletí anirà a càrrec dels autors, així com les figures en color.
- Les il·lustracions es presentaran preferentment en format digital [.tiff] de resolució 300 ppp, i separades del text general. S'acceptarà format [.jpg] d'alta resolució si la qualitat d'impressió és similar a l'anteriorment esmentada.

- En cas de gràfiques o figures creades amb software que no permeti exportació directa a format [.tiff] (p.e. Microsoft Excel), s'enviarà en el format típic de dit software (p.e. format [.xls]), mai incrustada al manuscrit.
- Els peus de figura es presentaran de forma consecutiva i inclosos en l'arxiu de text. Estaran redactats en la llengua del treball i en anglès (aquest darrer en *cursiva*).
- En el text general es pot d'indicar la situació en la que, segons els autors, s'hauria d'intercalar cada taula o figura.

Cada treball es remetrà, per al seu arbitratge, a dos especialistes en la matèria corresponent, que assessoraran la Junta de Publicacions. La decisió final de la publicació d'un article és responsabilitat exclusiva de la Junta de Publicacions.

Els treballs es publicaran segons rigorós ordre d'acceptació.

L'autor de correspondència que s'hagi indicat rebrà:

- Per correu electrònic, la confirmació de la recepció del manuscrit per part de l'editorial del Bolletí.
- Una prova d'impremta per a la correcció d'errates i, després de la publicació de l'article, 50 separates de forma gratuïta. Si desitja un nombre superior haurà d'abonar les despeses addicionals.

Els originals de cada article quedaran en propietat de la Societat d'Història Natural de les Balears.

L'acceptació de les anteriors normes i de les indicacions de la Junta de Publicacions és imprescindible per la publicació en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.

## Normas de publicación del *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

**Editado por:** Guillem X. Pons  
**Contacto:** publicacions@shnb.org  
C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.  
07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).  
**ISSN:** 0212-260X  
**Frecuencia:** Anual

El *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publica trabajos científicos originales sobre Historia Natural en sentido amplio, con especial énfasis en la región del Mediterráneo occidental.

Se recomienda a los autores la lectura del último número del *Bolletí* para una orientación general sobre el estilo y presentación formal. De cualquier forma, los trabajos estarán estructurados en apartados y se ajustarán a las siguientes normas:

### Normas generales

Todo manuscrito se presentará en forma de un único archivo de texto que contendrá, por orden:

- Página inicial, que incluirá: Título, Título abreviado, Autor/es y Adscripción del autor/es.
- Página de resúmenes, que incluirá: Resumen en la lengua de redacción del trabajo, Resumen en catalán, Resumen en inglés. Cada resumen irá acompañado de las Palabras clave.
- Manuscrito, iniciándose en una nueva página, y que incluirá de forma continua los siguientes apartados: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión (que puede juntarse con los resultados en un único apartado), Agradecimientos, Referencias citadas.
- Pies de las figures, iniciándose en una nueva página y todos seguidos. Se redactarán en la lengua usada en el manuscrito y seguidamente en inglés.
- Tablas, cada cual precedida del Pie de tabla correspondiente, incluyendo una tabla por página. Los pies se redactarán en la lengua usada en el manuscrito i seguidamente en inglés.
- En caso de incluir apéndices o material adjunto, este irá al final del archivo y cada uno empezará en una página distinta.



Se incluirá el número de página en todo el manuscrito, en el margen superior derecho. En ningún caso se incluirán figuras en el archivo de texto. Las figuras se presentarán en archivos individuales nombrados “Fig\_1”, “Fig\_2”, etc.

Para las tablas, figuras, dimensiones del trabajo, etc., téngase en cuenta que la caja del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* es de 18 x 12,5 cm.

### Normas específicas

Cada manuscrito (y archivos de texto adjuntos) se presentará en formato digital no protegido, en Microsoft Word [.doc] o cualquier otro editor de texto compatible. También se podrá presentar en formato de texto enriquecido [.rtf].

El manuscrito y material adjunto puede remitirse:

- Por correo electrónico, a la dirección [publicacions@shnb.org](mailto:publicacions@shnb.org). Desde esta dirección se enviará una confirmación de la recepción del manuscrito.
- Grabado en un CD o DVD y enviado por correo regular a la SHNB: Calle Margarida Xirgu, 16 bajos. 07011-Palma de Mallorca. Illes Balears. España.
- En papel, enviado a la dirección postal anterior. Se presentará, para cada uno de los manuscritos, un original y dos copias, en hojas DIN A4, mecanografiadas por una sola cara, a doble espacio y con un máximo de 70 caracteres por línea y 30 líneas por página.

La tipografía utilizada en el texto debe ser la siguiente:

- Interlineado simple, justificado la izquierda y con un margen mínimo de 2,5 cm en todos los lados. Paginación continua sin ningún tipo de edición.
- Texto general: redondas, fuente Times New Roman, tamaño de fuente 10 puntos.
- Especies y géneros: *cursiva*.
- Resúmenes y palabras clave: tamaño de fuente 9 puntos. Palabras clave en *cursiva*.
- Apartados: minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 11 puntos, separados una línea del texto. Únicamente serán, y en este orden: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión (o Resultados y discusión), Agradecimientos, Referencias citadas y Apéndices.
- Subapartados (reducidos al mínimo imprescindible): los primeros en minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 10 puntos. Los segundos en minúsculas (tipo oración) y **negrita**, tamaño de fuente 10 puntos. En todos los casos el texto empezará en la línea siguiente al título del subapartado.

El texto puede estar redactado en cualquier lengua moderna.

- Se recomienda la no utilización de términos políticos (vgr. España, Cataluña), en favor de los geográficos (vgr. Península Ibérica, Mediterráneo occidental).

Los táxones o sintáxones deben ir acompañados de los autores de la descripción o combinación la primera vez que se citan en el texto.

Los latinismos y anglicismos irán siempre en *cursiva*, incluyendo abreviaciones (p.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

En la página inicial de cada manuscrito, en párrafos separados y en este orden, debe constar:

- Título (tamaño de fuente 14 puntos, **negrita**).
- Título abreviado, que la editorial del *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* colocará en el encabezado de de las páginas del trabajo (tamaño de fuente 10 puntos).
- Nombre completo del autor/es, seguido del primer apellido en MAYÚSCULAS (tamaño de fuente 12 puntos), en el orden en que firmen el trabajo. Si el autor así lo desea, puede incluirse también el segundo apellido uniéndolo al primero mediante un guión. No se utilizarán superíndices.
- Nombre completo y dirección postal de cada uno de los autores (tamaño de fuente 9 puntos), separados por punto y seguido. Debe indicarse un autor de correspondencia, incluyendo necesariamente una dirección de correo electrónico del mismo.

En la página de resúmenes, y por este orden, en resumen en la lengua del trabajo, en catalán (si corresponde) y en inglés (si corresponde), (tamaño de fuente 9 puntos, sin poner el título en estos apartados). El/s resumen/es en lengua diferente a la del trabajo contendrán el título del trabajo en MAYÚSCULAS en la primera oración, iniciándose el resumen después de un punto y seguido. Ninguno de los resúmenes superará las 250 palabras. No incluirá puntos y aparte. Se evitará utilizar referencias. Los resúmenes deben ser claros, concisos y deben especificar el interés del trabajo para la comunidad científica, así como las principales conclusiones obtenidas.

- Seguirá a todos los resúmenes un párrafo iniciado por “**Palabras clave:**”, seguido de 3 a 9 palabras clave en *cursiva*, separadas por coma (,) y que reflejarán el contenido del trabajo.

En el apartado de Material y métodos se incluirá, de todo el *software* e instrumentos específicos utilizados: nombre/modelo, marca, ciudad y país.

Nomenclatura y unidades: siempre las del Sistema Internacional (<http://www.bipm.org/en/si>), y utilizando las normas para abreviaturas y símbolos de la IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

Referencias dentro del texto: se ordenarán por orden cronológico, de la más antigua a la más moderna. Las citas con uno o dos autores (o las de más autores con el mismo primer autor) que coincidan en el año se diferenciarán añadiendo letras minúsculas al año (a, b, c...) sin espacio.

Las citas se realizarán de la forma habitual: “...establecida por Bourrouilh (1973)”;

“...según Colom (1978a)...”;

“...son componentes habituales de esta fauna (Adrover *et al.*, 1977).”;

“Se han propuesto nuevos modelos de especiación (Dieckmann y Dobeli, 1999; Gavrillets y Vose, 2007),...”.

Las referencias citadas en el trabajo se incluirán en el apartado de Referencias citadas. Compruébese que todas las citas que aparecen en el texto aparecen en este apartado y viceversa. Las referencias se listarán de forma alfabética según apellido del primer autor. En caso de coincidencia se ordenarán por año (primero el más antiguo). Téngase en cuenta el punto anterior si persiste la coincidencia. El formato de las referencias en el listado será según:

- Artículos en revistas: Vericad, M., Stafforini, M. y Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Libros y otras publicaciones no periódicas: Brown, J.H. y Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Contribuciones a jornadas o libros con editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. y Estaún, I. 2004. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Obras completas: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Trabajos inéditos o tesis doctorales: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesis Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. **Inédito**.
- Referencia revista digital: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. y Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Referencia web: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

La extensión máxima del artículo será de 20 páginas. La Junta de Publicaciones se reserva la posibilidad excepcional de publicar artículos más extensos.

Las tablas irán precedidas de su pie de página. No se utilizarán superíndices.

Las figuras deben estar citadas en el texto y deben ser necesarias para la correcta interpretación de los resultados del trabajo, incluyendo el mínimo posible. No deben ser redundantes.

- En el texto, las figuras (mapas, gráficos, láminas, fotografías,...) deben numerarse correlativamente como Fig. 1, Fig. 2,... En el caso de figures que incluyan varias partes, se indicarán como A, B, C, D,... quedando indicado que es cada cual en el pie de figura, y estando citadas todas las partes en el texto (Fig. 1A, Fig. 1B,...; o Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; o Fig. 1A-D,...). Para las tablas (tablas, cuadros, listas...), Tabla 1, Tabla 2,...
- Sus dimensiones deben ajustarse a la caja del *Bolletí* (18 x 12,5 cm) o prever (especialmente para las incluidas en el texto) la posibilidad de ampliaciones y reducciones. La publicación de figuras de formato no ajustable a la caja del *Bolletí* irá a cargo de los autores, así como las figures en color.

- Las figuras se presentarán preferentemente en formato digital [.tiff] de resolución 300 ppp, y separadas del texto general. Se aceptará formato [.jpg] de alta resolución si la calidad de impresión es similar a la anteriormente indicada.
- En el caso de gráficos o figures creadas con software que no permita exportación directa a formato [.tiff] (p.e. Microsoft Excel), se enviarán en el formato típico de dicho software (p.e. formato [.xls]), nunca incrustadas en el manuscrito.
- Los pies de figura se presentarán de forma consecutiva y incluidos en el archivo de texto. Estarán redactados en la lengua del trabajo y en inglés (este último en *cursiva*).
- En el texto general se puede indicar la situación en la que, según los autores, debería intercalarse cada tabla o figura.

Cada trabajo será remitido, para su revisión, a dos especialistas en la materia correspondiente, que asesorarán a la Junta de Publicaciones. La decisión final de la publicación de un artículo es responsabilidad exclusiva de la Junta de Publicaciones.

Los trabajos se publicarán según riguroso orden de aceptación.

El autor de correspondencia indicado recibirá:

- Por correo electrónico, la confirmación de la recepción del manuscrito por parte de la editorial del *Bolletí*.
- Una prueba de imprenta para la corrección de erratas y, después de la publicación del artículo, 50 separatas de forma gratuita. Si deseara un número superior deberán abonarse los costes adicionales.

Los originales de cada artículo quedarán en propiedad de la Societat d'Història Natural de les Balears.

La aceptación de las anteriores normas y de las indicaciones de la Junta de Publicaciones es imprescindible para la publicación en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.

## Author guidelines for the *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

**Edited by:** Guillem X. Pons  
**Contact:** publicacions@shnb.org  
C/ Margarida Xirgu, 16 baixos.  
07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain).  
**ISSN:** 0212-260X  
**Frequency:** Anual

### Statement of scope

The *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* publishes original works on natural history in a broad sense, with special emphasis on the Western Mediterranean region.

Authors are recommended to check on the last issue of the *Bolletí* for style and formal presentation. In any case, it is advisable to break down manuscripts into sections following the instructions below:

### Main guidelines

Each manuscript (MS) will be submitted as a single text file containing, in this order:

- First page, including: Title, Running title, Author/s and Author's adscription.
- Abstracts page: Abstract in the MS language, Abstract in Catalan, Abstract in English. Each abstract will be followed by Keywords.
- MS text, starting in a new page, and including in a continuous fashion: Introduction, Materials and methods, Results, Discussion (which can be combined in a single "Results and discussion" section), Acknowledgements, Reference list.
- Figure legends, in a new page each. They should be written in the MS language followed by its English translation when needed.
- Tables, each one in a single page, followed by its legend, written in the MS language and followed by its English translation when needed.
- If appendices or attached material should be included, it will appear at the end of the MS, starting each section in a new page.

Page numbers should be included in top right margin for the entire MS. Figures should not be included in the MS file and should be submitted as separate files named as “Fig\_1”, “Fig\_2”, etc., following the order discussed in the text.

For tables, figures, MS dimensions, etc., notice that the dimensions of the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* box are 18 x 12,5 cm.

### **Specific guidelines**

Each of the works (MS and attached text files) should be submitted in non-protected digital format, in Microsoft Word [.doc] or any other compatible text editor. Rich text format [.rtf] is also accepted.

MS and attached files should be sent:

- By e-mail, to the address [publicacions@shnb.org](mailto:publicacions@shnb.org). Corresponding author will receive confirmation of the submission from this address.
- In a CD o DVD, sent by regular mail to the SHNB: Carrer Margarida Xirgu, 16 baixos. E-07011. Palma de Mallorca. Illes Balears. Spain.
- In paper format, sent to the mail address above. Authors must include the original MS and two copies on DIN A4 sheets, typed on one side, double spaced, and with a maximum of 70 characters per line and 30 lines per page.

Typesetting for the text will be the following:

- Single-spaced, left justified margin in all the MS, leaving 2,5 cm margin on all sides. Continuous pagination without any edition is required.
- General text: roman standard type, font Times New Roman, size 10.
- Species and genera: *italics*.
- Abstracts and keywords: size font 9. Keywords in *italics*.
- Headings: small case (sentence-style) and **bold**, size font 11. Text starts two lines below the heading. Included headings and order must always be: Introduction, Material & methods, Results, Discussion (or Results and discussion), Acknowledgements, Reference list, and Appendix.
- Subheadings (as few as possible): first ones in small case (sentence-style) and **bold**, size font 10. Second ones in small case (sentence-style) and *italics*, size font 10. In all cases, text starts in the line below the subheading.

Text can be written in any modern language.

- Geographical terms (e.g. Iberian Peninsula, Western Mediterranean) are encouraged in preference to political ones such as Spain.

Taxa and sintaxa must be followed by their correspondent authors the first time they appear in the text.

Latin terms, or terms in a language other than the used in the MS, will always be in *italics*, including abbreviations (i.e. *et al.*, *foredune*, *in situ*).

In the first page of each MS, in separate paragraphs and in the following order, authors must include:

- Title (sentence-style, centered, size font 14, **bold**).
- Running title, that the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* editorial will place in the top of the pages (size font 10).
- Full spelled name(s) of author(s), followed by the surname in CASE (size font 12), in the desired authorship order. If desired, second surnames can be included if added to the first one with a hyphen. No superscript will be used.
- Complete name and postal address of all authors (size font 9), separated by a full end. Corresponding author must be indicated, always including the corresponding e-mail address for contact.

In the abstracts page, and in the following order: abstract in the MS writing letter, abstract in Catalan (if needed) and abstract in English (if needed) (size font 9, without including “Abstract” heading). Abstracts in language different than the MS writing one will include, as the first sentence and in CASE, the title of the MS. Abstract will start after full stop. Any abstract will exceed 250 words. It must be written in a single paragraph. References must be avoided. Abstracts must be clear, concise, and inform about the interest of the presented work for the scientific community, as well as main conclusions obtained.

- All abstracts will be followed by a paragraph starting with “**Keywords:**“, and 3 to 9 keywords in italics, separated by comma (,) and reflecting the contents of the work.

Material and methods section will include name/model, brand, city and country of all used software and specific instruments.

Nomenclature and units: always following the International System (<http://www.bipm.org/en/si>), and using rules, abbreviations and symbols of the IUPAC-IUBMB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (<http://www.iupac.org>).

References into the text: in chronological order, from oldest to newest. Citations with one or two authors (or more authors but with the same first author) coinciding in the publication year, will be distinguished adding small case letters (a, b, c,...) without blank.

Citations in the text will follow: “...stablished by Rodríguez-Perea (1990)”;

“...following Margalef (1978a)...”;

“...are common components of this fauna (Adrover *et al.*, 1977).”;

“New models of speciation have been postulated (Dieckmann and Dobeli, 1999; Gavrilets and Vose, 2007),...”.

References cited in the text will be included in the Reference list section. Make sure that all citations in the text appear in the Reference list and inversely. References will be in alphabetic order with respect to first author’s surname. In case of references of the same author(s), they will be ordered by publication year (older ones first). Keep in mind the point above if coincidence still persists. Reference format in the listing must follow:

- Original papers: Vericad, M., Stafforini, M. and Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 145-151.
- Books and non-periodical publications: Brown, J.H. and Lomolino, M.V. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, Sunderland. 692 pp.
- Meeting contributions or books with editor: Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. and Estaún, I. 2004. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. In: Pons, G.X. (ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- Complete works: Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Unpublished works or PhD thesis: Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi Doctoral, 2 vols. Universitat de les Illes Balears. **Unpublished**.
- Digital journals and publications: Mayol, J., Oliver, J., Ramos, I., Fortesa, V. and Muntaner, J. (eds.). 2006. *CiberEspècies. Bolletí electrònic del Servei de Protecció d'Espècies*, 17. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. <http://dgcapea.caib.es/index.ca.htm>
- Web references: Google maps. 2009. <http://maps.google.es>

The maximum length of the MS will be 20 pages, although the Editorial Committee can decide to publish eventually longer works.

Each table will be followed by the corresponding footnote. No superscript will be used.

Figures must be cited in the text, must be needed to correctly interpret the results, and must be as few as possible. No repeated data should be presented in tables and figures.

- In the text, figures (maps, plots, laminas, photographs,...) must be correlatively numbered following: Fig. 1, Fig. 2,... In case of including several parts, include A, B, C, D,... with explicit explanation for each one in the footnote or legend. They all must be cited in the text (Fig. 1A, Fig. 1B,...; ò Fig. 1A,B, Fig. 1B,D; ò Fig. 1A-D,...). For tables (tables, boxes, lists...), Table 1, Table 2,...
- Figure dimensions must fit the *Bolletí* (18 x 12,5 cm) or anticipate (specially for figures to be included in the text) the possibility for extension or reduction. Publication of figures not fitting the *Bolletí* dimensions will be paid by the authors, as well as colour printings
- Figures will be submitted in digital format, with [.tiff] format preferred and 300 dpi, and always separated from the text file. High resolution [.jpg] will be accepted if printing quality is similar to the former one.
- In case of figures created in a software not allowing direct export to [.tiff] format (e.g. Microsoft Excel), original software format file including the figure will be sent (e.g., the [.xls] file). It will never be embedded in the MS text file.
- Figure legends will be presented consecutively, and included in the text file. They will be written in the MS language and in English (in *italics*), if needed.



- In the text, authors can indicate the desired position for each of the tables and figures.

For a review, each work will be sent to two specialists that will assess the Editorial Committee. Final decision for a work publication is always responsibility of the Editorial Committee.

Works will be published in strict acceptance order.

Correspondence author will receive:

- By e-mail, la confirmation of the work reception by the Editorial Committee of the *Bolletí*.
- A printproof copy for *erratum* correction and, after publication of the paper, 50 spreadsheets for free. Additional copies must be paid.

Original documents will remain as property of the Societat d'Història Natural de les Balears.

Acceptation of all the guidelines above and the indications of the Editorial Committee is essential for publishing in the *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*.



	<i>Fulgoromorpha: Cixiidae</i> ): primera cita per a Espanya. ....	123
<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b>	Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca. <i>Fixation and stabilisation of coastal dunes in the Balearic Islands through afforestation: a case study in Minorca.</i> .....	129
<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b>	Descripció del sistema platja-duna de Trebalúger i Sant Llorenç (sud de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the beach-dunar sstem of Trebalúger and Sant Llorenç (south of Minorca, Balearic Islands).</i> .....	141
<b>Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.Á., Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.</b>	Descripció del sistema dunar de Cala Escorxada (sud de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the dunar system of cala Escorxada (south of Minorca, Balearic Islands).</i> .....	155
<b>Vadell, M. y Pons, G.X.</b>	Aportaciones al conocimiento de los quilópodos (Chilopoda; Geophilomorpha) de la Serra de na Burguesa (Mallorca, islas Baleares). <i>Contributions to the knowledge of centipedes (Chilopoda; Geophilomorpha) in the na Burguesa (Mallorca, Balearic Islands).</i> .....	169
<b>Mayol, J., Álvarez, C. i Manzano, X.</b>	Presència i control del coati, <i>Nasua nasua</i> L., i d'altres carnívors introduïts en època recent a Mallorca. <i>Presence and control of the Coati, Nasua nasua L, and other carnivores introduced in recent times in Mallorca.</i> .....	183
<b>Box, A., Grau, A. M<sup>a</sup>, Blanco, A. i Riera, F.</b>	Els raors ( <i>Xyrichthys novacula</i> ) a la Reserva dels Freu d'Eivissa i Formentera; efecte de la protecció espacial. <i>The pearly razorfish (Xyrichthys novacula) in the marine protected area of Freus d'Eivissa i Formentera; the effect of the spatial protection.</i> .....	193
<b>Rodríguez, C., Box, A., Deudero, S. i Guerra-García, J.M.</b>	Amfípodes associats a comunitats algals i detritus amb presència de l'alga invasora <i>Lophocladia lallemandii</i> al Parc Natural de sa Dragonera (Illes Balears). <i>Amphipods associated on the algal and debris communities with the presence of invasive algae Lophocladia lallemandii sa Dragonera Natural Park (Balearic Islands).</i> .....	203
<b>Altres</b>		
	Normes de Publicació del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	221
	Normas de Publicación del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	226
	Publication rules of the <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears.</i> .....	231

Els articles apareguts en el *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* estan recollits en els següents resums i bases de dades: ICYT, PASCAL, GEOREF, GEOBASE, BIOSIS, ENVIRONMENT ABSTRACTS, ENVIROLINE, GEOLOGICAL ABSTRACTS, ZOOLOGICAL RECORD

## ÍNDIX

### Editorial

- Tambussi, C.P.** Darwin a l'Argentina: fòssils, aus i el paper clau del violinista sord.  
*Darwin in Argentina: fossils, birds and the key role of deaf violinist* ..... 9

### Articles

- Fraga, P.** Caracterització i avaluació de l'estat de conservació del conjunt d'arbrat de la Plaça dels Pins (Ciutadella de Menorca, Illes Balears).  
*Characterization and conservation status of an urban forest in the Minorca island (Balearic Islands)* ..... 31
- Pujades Salvà, A. J. i Mus, M.** Presència d'*Orobancha olbiensis* (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) a les Illes Balears.  
*Occurrence of Orobancha olbiensis (Coss.) Nyman (Orobanchaceae) in the Balearic Islands.* ..... 49
- Mas, X., Riera, F., Navarro, O. i Grau, A.M<sup>a</sup>.** Sobre la presència de *Fistularia commersonii* (Rüppell, 1835) en aigües de les Illes Balears (Mediterrània Occidental).  
*About the presence of Fistularia commersonii (Rüppell, 1835) on the Balearic Islands (Western Mediterranean).* ..... 55
- Vicens, D.** Registre paleontològic a jaciments litorals del Pleistocè superior a la península d'Artà (Mallorca, Mediterrània occidental).  
*Coastal Upper Pleistocene deposits on the Artà Peninsula: Artà (Island of Majorca, Western Mediterranean).* ..... 61
- Roig-Munar, F.X., Pintó, J. i Martín-Prieto, J.Á.** Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà-Costa Brava, Girona).  
*Geoambiental and landscape description of the beach-dune system of Cala Borró (Cap Ras, Alt Empordà-Costa Brava, Girona).* ..... 81
- Mas, X., Escandell, M<sup>a</sup>C. i Canyelles, X.** Presència de *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) en aigües de les Illes Balears.  
*Presence of Sardinella maderensis (Lowe, 1839) on the Balearic Islands.* ... 93
- Morey, B. i Mas, G.** Aproximació al Neogen de Santa Eugènia (Mallorca, Illes Balears, Mediterrània occidental).  
*Preliminary approach to the Neogene from Santa Eugenia (Mallorca, Balearic Islands, Western Mediterranean).* ..... 99
- Vadell, M. and Hoch, H.** *Cixius (Ceratoxicius) pallipes* Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha: Cixiidae): first record for Spain  
*Cixius (Ceratoxicius) pallipes Fieber, 1876 (Hemiptera: Auchenorrhyncha*