



Bolletí de la
Societat d'Història Natural de les Balears

ISSN 0212-260X
Volum 51 (2008)
Palma de Mallorca

BSHN



Es Bec Vermell (Menorca), fotografia de F.X. Roig i Munar

51

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: Anna Torres Riera
Bibliotecari: Martí Llobera O'Brien
Vocal 1er: Francesc Gràcia i Lladó
Vocal 2on: Margalida Socias i Perelló
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

BOLLETÍ
de la
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS
51 (2008)

El present bolletí ha estat editat per la Societat d'Història Natural de les Balears, i ha comptat amb la subvenció de:



Consell de
Mallorca

■ Departament de Medi Ambient



Vol. 51 (2008)

SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

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

**Data de publicació: desembre 2008
Palma de Mallorca
ISSN 0212-260X**

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

Impressió: GBR produccions Gràfiques
c/ Porto 4
07014 Palma
Telf. 871 94 63 27

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. García-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

- Viles, H.** Biogeomorfologia: de Darwin al futur
Biogeomorphology: From Darwin to future evolution. 9

Articles

- Fraga, P. i Bermejo, A.** Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (IX): característiques i estat de conservació de la població menorquina de *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat.
Notes and contributions to the knowledge of the flora of Minorca (IX): traits and conservation status of the minorcan population of Rhamnus ludovici-salvatoris Chodat. 17
- Deudero, S., Alós, J., Calvo, M. i Caixach, J.** Alts nivells de contaminants organoclorats als túnids *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga* a aigües de les Illes Balears.
High levels of organochlorine pollutants in the tunids Thunnus thynnus and Thunnus alalunga at the Balearic Islands. 33
- Cursach, J. i Rita, J.** Introducció d'espècies de plantes a les illes Balears a través de les sèmbras agrícoles
Introducing of plant species through the sowing of crops in the Balearic Islands. 39
- Puigserver, M., Monerris, N. i Moyà, G.** Estudi del fitoplàncton de les aigües costaneres de les Illes Balears (2005-2006) en el marc de la implantació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua per a l'avaluació del seu estat ecològic.
Phytoplankton study from the Balearic coastal waters (2005-2006) for ecological status evaluation within the implementation of the Water Framework Directive. 49
- Schuller, R. and Arndt, E.** Ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) of Holm oak-forests (*Quercus ilex*) and their degradation stages on Mallorca (Illes Balears, Spain).
Comunitats de caràbids (Coleoptera, Carabidae) dels boscos d'alzines (Quercus ilex) i les seves etapes de degradació a Mallorca (Illes Balears, Espanya). 63
- Vicens, D.** Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània occidental).
Quaternary deposits with marine macrofauna on the seashore of Pollença bay (Mallorca, western Mediterranean). 71
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B.** Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears).
Description of the eolian deposit of sa Marina de s'Arena (North of

	<i>Minorca, Balearic Islands</i>).	103
Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Fraga, P. i Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A.	Descripció del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, nord de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the eolian deposit of Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, north Minorca, Balearic Islands)</i>	117
Mas, G. i Antunez, M.T.	Presència de <i>Tomistoma cf. lusitanica</i> (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) al Burdigalià inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Implicacions paleoambientals. <i>Presence of Tomistoma cf. lusitanica (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) in the early Burdigalian of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). palaeoenvironmental implications</i>	131
Conesa, M.À.	Sobre la presència de <i>Jasminum fruticans</i> L. a Artà (Illes Balears). <i>On the presence of Jasminum fruticans L. at Artà (Balearic Islands)</i>	147
Trujillo, D., García, D. & Juste, J.	First record of Daubenton's bat <i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl 1817), for the Balearic Islands (Spain). <i>Primera cita de Myotis daubentonii (Kuhl, 1817), per a les Illes Balears</i>	169
Box, A., Sureda, A. i Deudero, S.	Espècies invasores a les Illes Balears; aplicacions de biomarcadors d'estrés oxidatiu en organismes marins en situacions d'invasió <i>Invasive species in Balearic Islands: use of antioxidant biomarkers in marine organism in invasive events</i>	177
De Pablo, F.	La migración como factor que determina la duración de los cuidados parentales durante el periodo de dependencia en rapaces: el caso del alimoche (<i>Neophron percnopterus</i>) en las Islas Baleares (España). <i>Effect of migration in raptors post-fledging dependence period: the Egyptian vulture in Balearic Islands (Spain)</i>	187
Garcia, L.	Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) del Parc Natural de l'illa de sa Dragonera (Illes Balears, Mediterrània occidental). <i>The terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea) from the Natural Park of the sa Dragonera island (Balearic Islands, western Mediterranean)</i>	203
Encinas, C. i Vicens, P.	Primeres observacions de la papallona monarca, <i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus 1758), a les Illes Balears. <i>First record of monarch butterfly, Danaus plexippus (Linnaeus 1758), from the Balearic Islands</i>	225
Morey, B.	El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació. <i>The paleontological patrimony of upper marine Pleistocene of Mallorca island. Cataloguing, characterising, valuation and strategies for use and conservation</i>	229

Altres

<i>In memoriam</i> Antonio Esteban per N. Llorente i A. Rodríguez-Perea	261
Normes de Publicació del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	263
Normas de Publicación del <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	268
Publication rules of the <i>Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears</i>	273



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Biogeomorfologia: de Darwin al futur

Heather Viles

Exactament el dia d'avui, en què començ a embastar els primers paràgrafs d'aquesta editorial, nasqué dos-cents anys enrere, el 12 de febrer de 1809 a Shrewsbury (Anglaterra), Charles Darwin. És en relació a aquesta efemèride que, arreu i durant el 2009, es celebraran un bon nombre d'activitats i esdeveniments per commemorar les contribucions de Darwin a la Història Natural, la Biologia i les Ciències de la Terra. Així doncs, no vull deixar passar l'oportunitat de sumar-me en aquesta commemoració amb una modesta contribució a propòsit del passat, el present i el futur de la Biogeomorfologia.

Què és la Biogeomorfologia?

La Biogeomorfologia té per objecte l'estudi de les múltiples mútues interrelacions entre l'ecologia i la geomorfologia (Viles, 1998; Viles *et al.*, 2008). Aquestes interaccions impliquen co-ajusts mutus entre formes i processos que operen a un ample ventall d'escala temporal i espacial. El camp d'estudi de la Biogeomorfologia abraça de les interaccions a microescala entre els fongs i l'alteració del rocam (Etienne, 2002), l'erosió de les costes rocoses per organismes brostejadors com els gasteròpodes (Fornós *et al.*, 2006) o, fins i tot en el marc d'unes escales espacials i temporals força més grans, les interrelacions entre certs tipus d'arbres i la dinàmica fluvial (Gurnell i Petts, 2006), o fins i tot, la respectiva influència entre la vegetació i els paisatges fluvials (Collins *et al.*, 2004) o els eòlics (Hugenholtz i Wolfe, 2005). Alguns dels estudis més fascinants a l'entorn de la biogeomorfologia han abordat el paper en la gènesi geomòrfica d'elements del relleu-paisatge com els *mima mounds* (són túmuls uniformement distribuïts de terra aproximadament 1-3 m d'alt que es troben en diversos llocs al món. La seva edat o origen és encara desconegut. S'han proposat diverses teories: que són els túmuls d'enterrament de les poblacions ameríndies o prehistòriques, romanents d'activitat glacial, interaccions del

terra amb vibracions de terratrèmol, o l'acció acumulativa d'organismes excavadors o uns altres animals que fan un cau durant un període llarg de temps), el *brousse tigrée* (una estructura de vegetació constituïda per una successió regular de bandes d'arbust o de plantes herbàcies separades per bandes de sòl nu o de poca cobertura herbàcia, que se distribuïxen de forma paral·lela a les corbes del nivell del terreny) o els *beaver dams* (monticles de fusta i branques que realitzen els castors als rius) (e.g. Butler i Malanson, 2005); així com d'altres s'han centrat en processos com la bioturbació (e.g. Gabet, 2000). Les aproximacions al fenomen biogeomorfològic parteixen de l'experimentació al camp, la modelització numèrica o de l'estudi de conjunts de dades paleoambientals a l'hora de caracteritzar dinàmiques d'abast temporal llarg. De cada cop més, es fa palès que la geomorfologia adopta continguts, dimensions i formes tost més biogeomorfolòques. Tant és així, que un cop d'ull a les publicacions de referència de la geomorfologia (*Geomorphology*, *Earth Surface Processes and Landforms* i *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*) posa de manifest que els geomorfòlegs introdueixen com a variables en les seves anàlisi variables de tipus ecològic. D'altra banda, la tendència paral·lela a les publicacions de referència de l'Ecologia és menys palesa.

Els orígens de la Biogeomorfologia

L'interès per les interaccions entre la geomorfologia i els processos ecològics emergeix a les darreries del segle XVIII, principis del XIX, quan els naturalistes no coneixien o no entenien l'existència de límits reals entre diferents disciplines, situació que resultava en l'estudi holístic d'un ventall ample d'aspectes biòtics i abiòtics del medi natural. Charles Lyell i Archibald Geikie, per exemple, discutiren la influència dels processos geomòrfics i el seu paper bioprotectiu (Carter i Viles, 2005). Lyell (1835, p. 175) ja apuntà "...l'activitat dels organismes, així com el creixement de certes plantes, en el modelat superficial del relleu"; així mateix Geike (1893, p. 475) revisà i amplià els efectes de la vegetació en el rocam: "... als tròpics, els manglars creixen a la franja costanera, i solsament no protegeixen les terres emergides, sinó que hi aporten la seva superfície, tot formant i ampliant un cordó al·luvial costaner".

Charles Darwin, fou l'artífex d'algunes de les contribucions essencials en aquest camp de la Història Natural. Les seves observacions durant les exploracions a bord del *Beagle*, foren de gran importància. Valgui d'exemple la seva descripció dels efectes de protecció de les barres a la desembocadura del Port de Pernambuco al Brasil. Darwin les definí com "parets de pedra" i anotà "que la seva configuració temporal era molt curiosa en relació a la seva gènesi. Es tractava d'uns acúmuls, de pocs centímetres de gruix, de material carbonatat, formats en la seva totalitat pel creixement successiu i l'acumulació de restes esquelètiques de serpúlids, alguns cirrípedes i nul·lipòrids (Darwin, 1846; p. 302). Tanmateix, la principal contribució de Darwin a la Biogeomorfologia fou el llarg experiment que desenvolupà a propòsit dels cucs de terra i que va incloure al seu darrer llibre científic, "*The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits*" publicat el 1881. En el cinquè capítol d'aquest llibre, Darwin assaja uns càlculs ben interessants a l'entorn del paper dels cucs en la denudació, tot partint del procés de trituració on el sediments són empassats i excretats després de passar pel

tracte intestinal dels cucs. No és gens fora assenyat afirmar que aquesta obra constitueix la primera publicació realment biogeomorfològica.

La Biogeomorfologia avui: continguts i problemes

D'ençà de la deïxa del llibre de Charles Darwin de 1881, han hagut de passar quasi bé un centenar llarg d'anys, perquè els geomorfòlegs tornin a reprendre la recerca biogeomorfològica seriosament (Viles, 1988; Thornes, 1990). De llavors ençà s'ha fet palès un creixement inexorable en el nombre d'articles científics i investigadors que treballen en aquesta branca del coneixement. Al segle XXI, vàries publicacions periòdiques d'àmbit internacional han dedicat els seus volums especials a reunions, congressos i treballs de temàtica biogeomorfològica (i.e. Naylor *et al.*, 2002; Urban i Daniels, 2006, Renschler *et al.*, 2007). Aquests aplecs de treballs són un bon punt de partida per tal d'avaluar quin és l'estat de la Biogeomorfologia a l'actualitat. Tanmateix, tots ells posen de manifest el notable potencial i la importància d'introduir les troballes de la biogeomorfologia en la gestió ambiental per tal de respondre als canvis ambientals i l'evolució dinàmica dels usos del sòl. Paral·lelament, també es constaten alguns canvis importants, que prenen cos en una major comunicació i col·laboració interdisciplinària; o bé en la selecció de les escales d'investigació apropiades per aquests processos i interaccions que actuen amb diferents ordres de magnitud i a diferents escales. El potencial de la biogeomorfologia és tan abassegador que ecòlegs i geomorfòlegs estan obligats a retrobar-se i treballar conjuntament (llegiu al respecte i a tall d'exemple l'interessant assaig de Molau, 2008).

Darwin i la biogeomorfologia contemporània

Algunes de les innovacions i treballs més engrescadors de la biogeomorfologia arrenquen de les troballes recents a l'ecologia i la biologia evolutiva hereves del llegat de Darwin. De fet, de cada cop és més evident la necessitat de perspectives més holístiques en la natura co-evolutiva dels sistemes geomòrfics i ecològics, i l'abandó d'aquelles aproximacions més simples. En el cor d'aquest enfocament s'hi troba el concepte d'enginyeria ecològica en el sentit que els organismes juguen un paper essencial en l'ecologia com agents en la modificació-transformació dels seus propis hàbitats (Reichmann i Seabloom, 2002). L'extensió d'idees procedents de l'enginyeria d'ecosistemes a la construcció de nínxols –on es posa més èmfasi en el paper de l'atzar en la supervivència de l'organisme– o bé en l'extensió del fenotip –l'expressió fenotípica d'un gen fora del cos de l'organisme– aboca a considerar la possibilitat de lligams evolutius entre els sistemes geomòrfics i els ecològics (Corenblit *et al.*, 2007). Són varis els treballs recents que comencen a explorar aquests camps i l'aplicació dels nous conceptes (Corenblit *et al.*, 2007; 2008; Phillips, 2006; 2009). A tall d'exemple, escau citar Corenblit *et al.* (2007, p. 2072) qui afirma que “certs tipus de paisatges són més fàcils d'explicar com una extensió física de la selecció natural de processos o, en uns altres termes, com una successió biogeomòrfica”. En aquest sentit, el llegat de la Teoria de l'Evolució de Darwin pot

esdevenir el motor d'un avanç significatiu de la biogeomorfologia; un avanç en el qual els ecòlegs estan convidats a desenvolupar-hi un paper important.

Biogeomorphology: From Darwin to future evolution

Exactly two hundred years ago to the day on which I am writing this editorial, Charles Darwin was born in Shrewsbury, England on February 12th, 1809. During 2009 a large number of events around the world are celebrating Darwin's contribution to natural history, biology and earth sciences and I take this opportunity to add to these commemorative activities by evaluating his contribution to biogeomorphology past, present and future.

What is biogeomorphology?

Biogeomorphology focuses on investigating the multiple, two-way interrelations between ecology and geomorphology (Viles, 1988; Viles *et al.*, 2008). Such interactions involve mutual co-adjustments of form and process occurring over a wide range of spatial and temporal scales. Topics of interest to biogeomorphology range from small scale interactions such as those between fungi and rock weathering (Etienne, 2002), and grazing organisms and rocky coastal erosion (Fornós *et al.*, 2006) through larger scale interactions such as those between woody plants and river systems (Gurnell and Petts, 2006), up to considerations of interactions over entire fluvial (Collins *et al.*, 2004) and aeolian landscapes (Hugenholtz and Wolfe, 2005). Some fascinating biogeomorphological studies have focused on the production and geomorphic importance of bio-landforms such as mima mounds, brousse tigré or beaver dams (e.g. Butler and Malanson, 2005), whilst others have focused more on biogeomorphic processes such as bioturbation (e.g. Gabet, 2000). Approaches to biogeomorphic topics include field monitoring, laboratory and field experimentation, numerical modelling and the use of palaeo-environmental datasets to investigate longer term dynamics. Increasingly, it appears that most geomorphology is becoming biogeomorphological in some shape or form. Browsing through recent issues of some of the key geomorphology journals (such as *Geomorphology*, *Earth Surface Processes and Landforms* and *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*) it is clear that increasing numbers of geomorphologists are considering vegetation and other ecological variables in their work. A parallel trend in ecological journals is much less clear, perhaps suggesting less of a commitment to biogeomorphological work on the part of ecologists.

Origins of biogeomorphology

Interest in interactions between geomorphic and ecological processes emerged in the late 18th and early 19th century when natural historians knew no real disciplinary boundaries, allowing them to study in an unfettered way a wide range of biological and

physical aspects of the natural environment. Charles Lyell and Archibald Geikie, for example, both discussed the influences of plants on geomorphic processes, especially in terms of their bioprotective role (Carter and Viles, 2005). Lyell (1835, p. 175) noted the ‘...agency of organic beings, as when the growth of certain plants covers the slope of a mountain with peat...’, whilst Archibald Geikie (1893, p.475) reviewed a wide range of vegetation impacts on surficial geology, including: ‘... In tropical countries, the mangrove grows along the sea-margin, and not only protects the land, but adds to its breadth, by forming and increasing a maritime alluvial belt’.

Charles Darwin made many key contributions to this area of natural history also. His observations during the voyage of the *Beagle* were of great importance, as summarised in his description of the protective bar at the mouth of Pernambuco harbour, Brazil. He called it a ‘wall of stone’ and noted ‘This durability is much the most curious fact in its history: it is due to a tough layer, a few inches thick, of calcareous matter, wholly formed by the successive growth and death of the small shells of *Serpulae*, together with some few barnacles and nulliporae’ (Darwin, 1846, p. 302). Darwin’s major contribution to biogeomorphology, however, came with his patient, long-term experiments carried out back at his home in Down House on the role of earth worms, in which he tested the role of worms in soil formation through the process of bioturbation (Meysman *et al.*, 2006). The results, and discussion of the wider significance of earthworm activity, were included in his last scientific book (‘The formation of vegetable mould through the action of worms, with observations on their habits’ published in 1881). In chapter 5 of this book, Darwin makes some interesting calculations of the role of worms in denudation, through the process of ‘trituration’ where sediment becomes worn down through its passage through the digestive tract of worms. It is probably no understatement to say that this book represents the first truly biogeomorphological publication.

Biogeomorphology today – themes and issues

Following Charles Darwin’s 1881 book, it took over a hundred years for geomorphologists to start taking biogeomorphology seriously again, as summarised in Viles (1988) and Thornes (1990). Since then, there has been an inexorable growth in the number of papers and researchers committed to this area. In the 21st century, several special issues of journals have been devoted to papers from biogeomorphologically-themed conferences and meetings (see Naylor *et al.*, 2002; Urban and Daniels, 2006, Renschler *et al.*, 2007, for example). These collections of papers are a good starting point from which to make an assessment of the state of biogeomorphology today. All point to some key themes – notably the potential importance of insights from biogeomorphology for improving environmental management, for responding to environmental change and coping with land-use dynamics. However, all also raise some key challenges – particularly the difficulties of interdisciplinary communication and collaboration, the problems of dealing with processes and interactions which work across multiple scales and finding an appropriate scale for investigation. There is also clearly huge potential for misunderstanding on both the part of ecologists and geomorphologists about what each one can offer (see the penetrating comments of Molau, 2008, for example).

Darwin and today's biogeomorphology

Some of the most exciting and innovative work in biogeomorphology today springs from recent work in ecology and evolutionary biology which builds on Charles Darwin's evolutionary ideas. Instead of simply looking at limited combinations of process interactions, there is an increasing focus on looking more holistically at the co-evolutionary nature of geomorphic and ecological systems. At the heart of this work is the concept of ecosystem engineering, whereby some organisms play a particularly important role in ecology through modifying habitats (e.g. Reichmann and Seabloom, 2002). Extensions of the ideas of ecosystem engineering to 'niche construction' (where the engineering confers more chance of survival to the organism) and the 'extended phenotype' (the phenotypic expression of a gene outside the organism's body) lead to considerations of the possibility of evolutionary linkages between geomorphological and ecological systems (Corenblit *et al.*, 2007). Several recent papers have started to grapple with these ideas (eg Corenblit *et al.*, 2007, 2008; Phillips, 2006, 2009). As Corenblit *et al.* (2007, p. 2072) put it '...certain landforms may be better explained as a physical extension of natural selection processes or as a 'biogeomorphic succession'. Thus, Darwin's legacy of evolutionary ideas may provide the impetus for an evolving biogeomorphology, and one in which ecologists play a fuller role.

Heather Viles

School of Geography and the Environment, University of Oxford, Oxford, England, OX1 3QY (heather.viles@ouce.ox.ac.uk)

Bibliografia / References

- Butler, D.R., Malanson, G.P. 2005. The geomorphic influences of beaver dams and failures of beaver dams. *Geomorphology* 71, 48-60
- Carter, N.E.A. and Viles, H.A. 2005. Bioprotection explored: the story of a little known earth surface process. *Geomorphology* 67, 273-281
- Collins, D.B.G., Bras, R.L., Tucker, G.E. 2004. Modelling the effects of vegetation-erosion coupling on landscape evolution. *Journal of Geophysical Research* 109, DOI: 10.1029/2002JF000028
- Corenblit, D., Steiger, J., Gurnell, A., Tabacchi, E. 2007. Darwinian origin of landforms. *Earth Surface Processes and Landforms* 32, 2070-3.
- Corenblit, D., Gurnell, A.M., Steiger, J., Tabacchi, E. 2009. Reciprocal adjustments between landforms and living organisms: Extended geomorphic evolutionary insights. *Catena* 73, 261-73.
- Darwin, Ch. 1846. *Journal of researches in the natural history and geology of the countries visited during the voyage of HMS Beagle round the world, under the command of Captain FitzRoy, RN.* Harper and Brothers, New York
- Etienne, S. 2002. The role of biological weathering in periglacial areas: a study of weathering rinds in south Iceland. *Geomorphology* 47, 75-86.
- Fornós, J.J., Pons, G.X., Gómez-Pujol, L., Balaguer, P. 2006. The role of biological processes and rates of downwearing due to grazing organisms on Mallorca carbonate rock coast (Western Mediterranean). *Zeitschrift für Geomorphologie NF Supplement Band 144*, 161-181

- Gabet, E.J. 2000. Gopher bioturbation: Field evidence for non-linear hillslope diffusion. *Earth Surface Processes and Landforms* 25, 1419-1428.
- Geikie, A. 1893 *Text-book of Geology*. Macmillan and Co: London
- Gurnell, A.M., Petts, G.E. 2006. Trees as riparian engineers: the Tagliamento river, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 31, 1558-74
- Hugenholtz, C.H., Wolfe, S.A. 2005. Biogeomorphic model of dunefield activation and stabilization in the northern Great Plains. *Geomorphology* 70, 53-70.
- Lyell, C. 1835 *Principles of geology* (4th edition). Charles Murray
- Meysman, F.J.R., Middelburg, J.J., Heip, C.H.R. 2006 Bioturbation: a fresh look at darwin's last idea. *TRENDS in Ecology and Evolution* 21, 688-695
- Molau, U. 2008. On the interface between ecology and geomorphology. *Norsk Geografisk Tidsskrift – Norwegian Journal of Geography*. 62, 52-4
- Naylor, L.A., Viles, H.A., Carter, N.E.A. 2002. Biogeomorphology revisited: looking towards the future. *Geomorphology* 47, 3-14.
- Phillips, J.D. 2009. Soils as extended composite phenotypes. *Geoderma* 149, 143-51.
- Reichman, O.J., Seabloom, E.W. 2002. The role of pocket gophers as subterranean ecosystem engineers. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 17, 44-9.
- Renschler, C.S., Doyle, M.W., Thoms, M. 2007. Geomorphology and ecosystems: Challenges and keys for success in bridging disciplines. *Geomorphology* 89, 1-8
- Thornes, J.B. (Edit). *Vegetation and erosion: processes and environments*. Chichester: Wiley.
- Urban, M.A., Daniels, M. 2006. Introduction: exploring the links between geomorphology and ecology. *Geomorphology* 77, 203-206.
- Viles, H.A. (Edit) 1988. *Biogeomorphology*. Oxford: Blackwell.
- Viles, H.A., Naylor, L.A., Carter, N.E.A., Chaput, D. 2008. Biogeomorphological disturbance regimes: progress towards linking ecological and geomorphological systems. *Earth Surface Processes and Landforms* 33, 1419-1435.

Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (IX): característiques i estat de conservació de la població menorquina de *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat

Pere FRAGA i Andrés BERMEJO

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Fraga, P. i Bermejo, A. 2008. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (IX): característiques i estat de conservació de la població menorquina de *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 17-32. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca

Des de les primeres citacions *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat ha tingut sempre una distribució molt restringida i amb pocs efectius a l'illa de Menorca. Malgrat aquesta situació precària fins ara es tenia poca informació sobre les característiques de la població menorquina i el seu estat de conservació real. Amb l'objectiu de resoldre aquesta mancança d'informació, en aquest treball es fa una revisió històrica de la seva presència a l'illa, es donen a conèixer els resultats de diferents exploracions per determinar la seva àrea de distribució actual i els seus efectius, es fa una descripció de la localitat i de les principals característiques de la població actual, s'enumeren les amenaces que incideixen més directament en els seu estat de conservació i finalment es fan propostes per assegurar una conservació a llarg termini.

Paraules clau: *Rhamnus ludovici-salvatoris*, Menorca, amenaces, conservació.

NOTES AND CONTRIBUTIONS TO THE KNOWLEDGE OF THE FLORA OF MINORCA (IX): TRAITS AND CONSERVATION STATUS OF THE MINORCAN POPULATION OF *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat. Since the early records *R. ludovici-salvatoris* has shown a narrow distribution and a low number of plants in the island of Minorca. Despite this precarious situation knowledge about its real conservation status and characteristics of this population is very scarce. With the aim to solve this lack of information in this work are given: an historical review of its presence in the island, results from field explorations to know its real distribution area and number of plants, main traits of the population and its distribution area and a list of threats that pose in peril its long term conservation. Finally are proposed several actions for a long term management.

Keywords: *Rhamnus ludovici-salvatoris*, Minorca, threats, conservation.

Pere FRAGA, Verge del Toro 14, 07750 Ferreries, Menorca; Andrés BERMEJO, Baixamar 69, 07730 Alaior, Menorca

Recepció del manuscrit: 30-mai-08; revisió acceptada: 24-jun-08.

Introducció

Com a altres illes del Mediterrani, l'endemisme vegetal constitueix un dels principals valors del patrimoni natural de les Illes Balears (Greuter, 1995; Alomar *et al.*, 1997). Al mateix temps, la flora endèmica de l'arxipèlag mostra variacions significatives,

no només entre els dos subarxipèlags (Gimnèsies i Pitiuses), sinó també entre cada una de les illes (Contandriopoulos i Cardona, 1984). Com a altres sistemes insulars, aquestes variacions no es refereixen tan sols als endemismes exclusius de cada illa, també hi poden ser presents en els que es comparteixen entre elles (Maki, 2001;

Nielsen, 2004; Sánchez Doreste *et al.*, 2006), de manera que mentre que un endemisme pot ser relativament freqüent a una, a una altra pot mostrar poblacions més reduïdes, fins al punt de ser altament vulnerable a amenaces que en el cas de poblacions més extenses no suposarien cap perill per a la seva conservació (Frankham, 1998). El fet de ser territoris insulars fa que aquesta disjunció de la població encara tengui més importància per la raó que aquest aïllament geogràfic, en funció de la seva antiguitat i altres factors que el puguin haver causat, pot haver afavorit un procés de diferenciació genètica (Maki, 2001; Batista *et al.*, 2001; Nielsen, 2004). Encara que aquesta no tengui una manifestació taxonòmica, com en altres casos semblants (Batista *et al.*, 2001; Lhuillier *et al.*, 2006), és aconsellable el tractament diferenciat de les poblacions insulars amb l'objectiu de preservar al màxim la diversitat genètica i els processos evolutius que s'estan produint contínuament (Moritz, 1999; 2002).

La conservació efectiva i a llarg termini d'una espècie amenaçada pot requerir de l'aplicació d'accions destinades a eliminar o controlar els factors que li causen aquesta situació de risc (Holsinger i Gottlieb, 1991; Salafsky i Margoulis, 1999; Salafsky *et al.*, 2002), però perquè aquestes actuacions siguin del tot efectives és necessari abans disposar d'informació prèvia que ha de servir com a eina bàsica tant pel disseny d'aquestes accions, com per fer el seu seguiment i verificar que s'obtenen els resultats esperats (Noss, 1990; Holsinger i Gottlieb, 1991; Schemske *et al.*, 1994; Heywood i Iriondo, 2003; Stem *et al.*, 2005). Per tant, aquesta informació ha de reunir no només les característiques intrínseques de l'espècie, sinó també aquella referent als factors o circumstàncies que poden influir en el seu desenvolupament (Noss, 1990; Heywood i Iriondo, 2003; Barrows *et al.*, 2005). Açò vol dir que pot ser tant o més important tenir una descripció detallada de l'espècie i del seu

comportament, com tenir coneixement de les altres espècies que l'acompanyen i de l'hàbitat on viu (Noss, 1990; Roemer i Wayne, 1991), no només en el moment actual, sinó també amb una certa visió històrica, ja que és prou probable que sigui en l'evolució de l'hàbitat en el temps on s'hi trobin les causes principals del seu estat de conservació actual (Saunders *et al.*, 1991). En aquesta visió actual i temporal també hi té un paper fonamental la influència antròpica damunt el medi (Saunders *et al.*, 1991; Kremen, *et al.*, 1994). Com més acurada sigui aquesta informació major utilitat podrà tenir, especialment en el cas d'aquelles espècies amb una àrea de distribució restringida o amb un baix nombre d'efectius.

Precisament en aquests dos aspectes exposats en els dos paràgrafs anteriors, singularitat i estat de conservació, es centra aquest treball. Per una banda vol deixar constància de les característiques de l'única població coneguda actualment a Menorca de l'endemisme gimnèsic *Rhamnus ludovici-salvatoris*, i per l'altra vol aportar informació referent al seu estat de conservació perquè pugui ser útil per a futures accions de gestió de cara a la seva conservació a llarg termini. És segur que la informació que aquí s'inclou serà del tot insuficient per establir totes les accions necessàries per a la seva conservació, però, tot i ser bàsica, pot ser el punt de partida per a algunes d'elles.

***Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat a Menorca**

Les primeres notícies que es tenen de l'existència d'aquest endemisme gimnèsic a l'illa són de Rodríguez (1904, sub *R. balearicus*), indicant que ha localitzat alguns pocs exemplars mascles a l'arenal de Tirant. En aquesta primera citació ja es deixa veure que es tracta d'una població reduïda i aparentment amb plantes d'un sol sexe. Posteriorment, altres autors també la

mencionen com a present a l'illa (Pau, 1914; Knoche, 1922), però sempre fent referència a les indicacions de Rodríguez (1904). No serà fins 75 anys més tard que Llorens (1979) donarà nova informació més concreta, donant a conèixer l'existència d'una població que un dels autors d'aquest treball (Bermejo) va localitzar a mitjans dels anys 70. Aquesta estava formada per una quinzena de peus a l'arenal de Tirant. En aquesta publicació ja es deixa constància de la situació d'amenaça de la població pel procés d'urbanització i per les extraccions d'arena que es realitzen a la zona. Als anys següents les referències publicades (Alomar *et al.*, 1997; Sáez i Rosselló, 2001) sempre indiquen aquesta única població, així com el seu procés de degradació o fins i tot la seva probable extinció.

Aquesta situació de degradació de l'hàbitat i de la població de *R. ludovici-salvatoris* a Menorca es va anar confirmant en els anys posteriors. Per una banda la població original indicada per Rodríguez (1904) ha anat desapareixent fins a la completa extinció actual, segons s'ha pogut constatar en una exploració a la zona. Al mateix temps, un dels autors d'aquest treball (Bermejo) va localitzar un altre nucli poblacional a la banda de llevant de la cala en un ambient sensiblement diferent al del nucli conegut fins aquell moment. Aquesta nova població estaria formada per un nombre superior d'individus (>40) i hi serien presents els dos sexes. Malauradament, aquest altre conjunt de plantes també patí una degradació important al llarg dels anys 80 i 90 del segle passat a causa del procés d'urbanització de la zona on es troba. Encara que no es disposa d'un cens acurat dels seus efectius originals, les estimacions situen una pèrdua del voltant del 70% dels efectius. Aquesta situació de constant degradació es manté fins a l'actualitat en què les darreres plantes que hi queden es troben en perill imminent de desaparició al quedar incloses dins parcel·les urbanitzables, actualment en procés de venda. Precisament aquesta situació d'alt risc

d'extinció es la que motivà l'elaboració d'un informe tècnic per part del Departament de Medi Ambient del Consell Insular de Menorca sol·licitant l'adopció de mesures urgents per a la seva protecció.

Paral·lelament, al llarg d'aquests anys s'han fet nombroses exploracions en les zones properes i d'altres de l'illa que mostren ambients semblants amb l'objectiu de localitzar noves poblacions, fins ara tots els resultats han estat negatius. Només s'ha aconseguit ampliar sensiblement l'àrea de distribució a la localitat original. La Fig. 1 mostra la localització de cada un dels nuclis poblacionals coneguts i la ubicació del que queda actualment de la població original. Aquesta situació d'estat crític de conservació és la raó principal perquè la població menorquina de *R. ludovici-salvatoris* Chodat hagi estat inclosa recentment en el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades i d'Especial Protecció.

Material i mètodes

Amb la finalitat de determinar l'estat actual de conservació de *R. ludovici-salvatoris* a Menorca s'ha recollit informació que pot ser rellevant en aquesta avaluació, i al mateix temps pot ser d'utilitat per a la planificació i desenvolupament de futures accions de gestió. D'acord amb aquests objectius les observacions i dades no concerneixen exclusivament a l'espècie, sinó també al seu entorn, en el sentit més ampli.

Per conèixer els efectius de la població s'han fet exploracions de camp, tant en la mateixa àrea on es tenia constància de la seva presència, com en altres zones properes que reuneixen unes característiques semblants, i per tant potencialment adequades per a la seva presència. Entre els diferents factors que s'han considerat en aquestes prospeccions hi ha: vegetació, substrats geològics, geomorfologia, orientació i els usos antròpics.

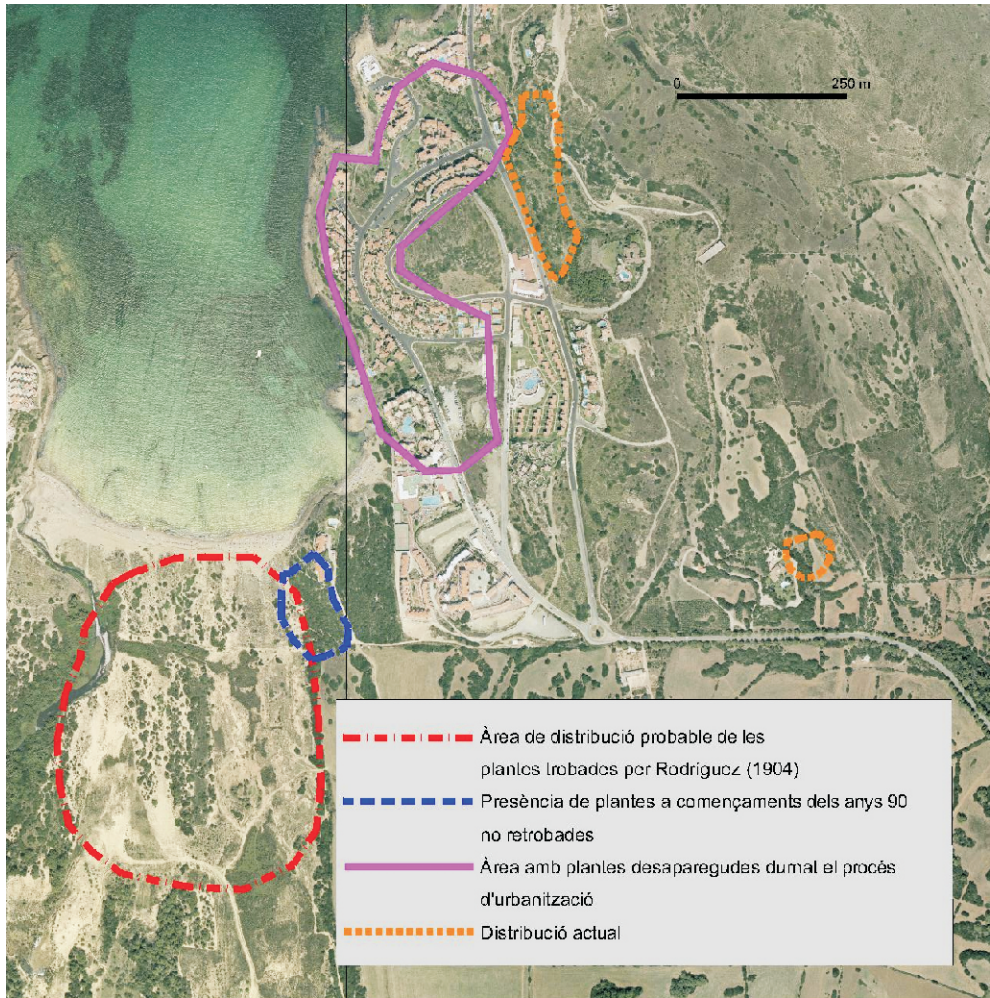


Fig. 1. Distribució actual i altres zones on es té constància de la presència en temps històrics de *R. ludovici-salvatoris*, però en les que no s'ha retrobat recentment.

Fig. 1. *Known distribution and areas with recorded citations in historical times of R. ludovici-salvatoris, but no found in recent years.*

En aquells casos en què la població d'una espècie està formada per pocs individus, i a més es tracta d'una planta amb una longevitat moderada o llarga, conèixer les característiques i estat de conservació de cada peu pot ser fonamental, tant per l'avaluació de tota la població, com per establir mesures de gestió de cara a la conservació o recuperació de l'espècie.

En conseqüència, per a cada un dels individus s'han pres dades referents als següents aspectes:

- Dimensions de la planta: s'han mesurat l'amplada i l'alçada màximes de la massa vegetativa de cada individu, així com de la circumferència de la soca i ramificacions primàries.

- Arquitectura i estructura: per a cada individu s'ha analitzat l'arquitectura i estructura de la soca principal i les seves ramificacions primàries per determinar la seva fase de desenvolupament estructural i els antecedents que han condicionat aquest.

- Sexe: el fet que *R. ludovici-salvatoris* sigui una espècie dioica condiciona la seva conservació en el temps a l'existència d'una proporció adequada de plantes dels dos sexes. Un desequilibri en aquest aspecte pot tenir efectes negatius en el reclutament de la població.

- Plantes acompanyants immediates: una de les possibles amenaces per aquesta espècie és la competència directa d'altres plantes llenyoses de major desenvolupament. Per aquest motiu s'han identificat les espècies llenyoses més pròximes a cada un dels individus identificats.

- Amenaces antròpiques: la situació actual de risc d'aquesta espècie a Menorca sembla clarament que deriva de l'acció humana, i concretament, en els canvis en els usos del sòl. Per açò també s'han identificat per a cada individu les amenaces més properes.

Pel conjunt de la població també s'ha recollit informació que pot ser igualment útil per a la seva conservació a llarg termini. Aquestes observacions han consistit en:

- Caracterització de la localitat amb l'objectiu de determinar els factors ambientals i ecològics que més poden afavorir el seu desenvolupament.

- Inventari florístic de l'àrea de distribució. Aquesta informació pot ser d'utilitat per a la conservació de l'espècie. Conèixer les espècies que conviuen en ella és una informació addicional sobre la seva ecologia, així com de les possibles alteracions que ha sofert la localitat els darrers anys. Per a la

seva realització s'ha seguit el criteri establert per Fraga *et al.* (2004).

- La identificació d'amenaces també s'ha fet pel conjunt de la població. Encara que aquestes puguin ser les mateixes que per cada individu els seus efectes poden variar sensiblement si la seva incidència és localitzada o general.

Resultats i discussió

Descripció de la localitat

L'única població de *R. ludovici-salvatoris* que es coneix actualment a Menorca es troba localitzada a l'est de la badia d'En Sans en terres que antigament pertanyien al lloc de Tirant Nou i que ara formen part del nucli urbanístic d'ús turístic de Platges de Fornells. En aquest àmbit les plantes es troben localitzades a un coster orientat a ponent d'un canaló que, abans del procés d'urbanització, desembocava a una petita cala. El substrat geològic predominant en aquesta zona són les turbidites consolidades, però també hi són presents les dunes fòssils quaternàries formades per materials calcaris. En la part més interior aquestes es manifesten en forma de blocs de penya calcària disposats en línies perpendiculars a la costa i que habitualment segueixen les carenes o les parts més elevades dels pujols i turons (esquesnes). Precisament a aquests complexos de deposicions calcàries damunt substrat silici es troben localitzades la majoria de plantes *R. ludovici-salvatoris* que es coneixen actualment a Menorca.

Una part important de l'àrea que ocupa aquesta espècie ha sofert importants transformacions a causa del procés d'urbanització que s'inicià a començaments dels anys 80 del segle passat. Aquest important canvi en els usos del sòl, a més de la construcció d'edificacions i infraestructures, també ha provocat canvis

importants en la geomorfologia i la vegetació que podrien ser una de les causes principals de l'estat de degradació actual en què es troba aquesta espècie a Menorca.

Característiques de la població actual

D'acord amb els antecedents exposats anteriorment, a l'actualitat *R. ludovici-salvatoris* a Menorca està representat per una única població. Segons el darrer cens aquesta estaria formada per només 14 individus. Aquests es troben distribuïts en dues àrees diferenciades (Fig. 2). Per una banda una situada dins l'àmbit de la urbanització i que conté la majoria d'individus i per l'altra un sol individu aïllat situat a uns 650 m dels anteriors en línia recta. Al mateix temps a l'àrea que inclou la majoria d'individus aquests es troben dispersos en una superfície d'uns 15.000 m² un fet que per aquesta espècie té una especial importància a causa del seu caràcter dioic. De fet, la determinació del sexe de cada un dels individus ha estat un dels objectius d'aquest treball, el resultat es pot veure a la taula 1 i a la Fig. 2 la distribució d'aquests en l'àrea de distribució. Aquestes dades mostren que hi ha un cert equilibri entre els dos sexes (sis femelles i vuit mascles). La distribució dels sexes també deixa veure que aquesta no és uniforme. Concretament, hi ha dos individus femella (1 i 13) que es troben aïllats de possibles pol·linitzadors i per tant tenen una baixa probabilitat de produir llavors fèrtils. En una situació semblant es trobarien quatre individus mascles (9, 10, 11 i 12) al no tenir prop seu cap individu femella que puguin pol·linitzar. Així les coses, pel que fa al potencial de producció de llavor fèrtil, aquesta només estaria garantida en dos punts de la primera àrea, concretament on es troben agrupades les plantes 2, 3, 4 i 5 amb la presència de dues femelles i dos mascles, i les plantes 7 i 8 cada una de sexe diferent.

Al mateix temps, la capacitat de supervivència i de floració de cada individu

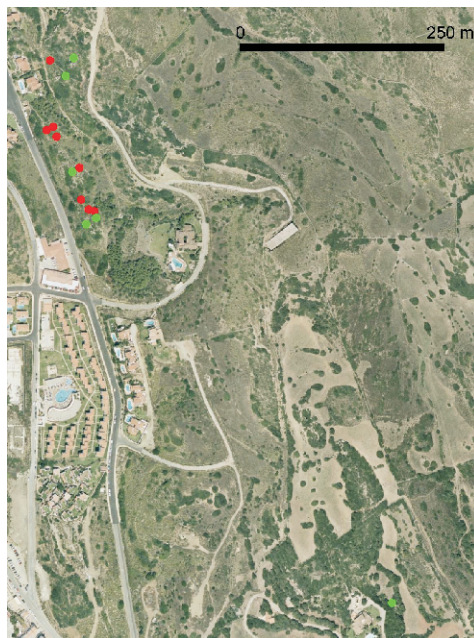


Fig. 2. Localització i sexe de cada un dels individus (femenins = verd; masculins = vermells).

Fig. 2. *Distribution and sex of each individual of the known population (female = green; male = red).*

també està directament relacionat amb el seu vigor i el seu estat sanitari. Aquestes característiques en bona part es poden determinar a partir de l'observació de les dimensions de la planta i del grau de desenvolupament o de degradació de la seva arquitectura. La taula 1 mostra alguns dels resultats d'aquestes observacions.

La informació recollida en aquesta taula pel que fa a les dimensions de les plantes i al grau desenvolupament de la part aèria permet classificar-les en tres grups.

El primer (individus 1, 2, 8 i 11) estaria format pels individus caracteritzats per un o pocs troncs principals ben definits amb una vegetació densa que assoleix una amplada superior al metre, pel seu aspecte es tractaria de plantes ja madures o, fins i tot, en algun cas en procés d'envelliment (individu 8).

El segon grup (individus 6, 9, 10 i 13), per les seves dimensions i grau de desenvolupament

Individu	Sexe	Amplada (cm)	Alçada (cm)	Circumferència (cm)	Conservació
1	?	100	150	1,60 1,20 1,00 2,20	Planta multicaule originada a partir d'una antiga soca traumatitzada pel foc, actualment sense necrosis importants. Vegetació regular i equilibrada. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Phillyrea media</i> , <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>
2	?	140	120	4,00 4,00 3,20 3,00	Planta madura, amb quatre troncs principals des del terra originats a partir d'una soca traumatitzada pel foc, sense necrosis importants. Vegetació regular i equilibrada. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>P. media</i> , <i>Amelodesmos mauritanica</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i>
3	?	40	60	0,80	Planta jove, poc ramificada, etiolada, sense parts necrosades. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i>
4	?	40	90	1,00	Planta jove, poc ramificada, etiolada, sense parts necrosades. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i>
5	?	40	90	0,70	Planta jove, poc ramificada, etiolada, sense parts necrosades. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i>
6	?	70	150	4,50 2,50 2,50	Planta de mitjana edat, però fortament etiolada, ramificació escassa, sense parts necrosades importants. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> , <i>Phillyrea angustifolia</i> , <i>Amelodesmos mauritanica</i> , <i>Smilax aspera</i> , <i>Rubia peregrina</i> subsp. <i>longifolia</i>
7	?	45	45	<0,50	Planta aparentment jove, ramificada des de la base, vegetació poc densa, sense parts necrosades. Encltxada entre penyes. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i>
8	?	110	110	3,30	Planta en procés d'envelliment, densament ramificada, tronc principal definit, necrosis importants, presència de reiteracions a la part superior. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i>
9	?	95	95	1,50 2,50 2,50 2,50 2,50	Planta formada per si rebrots (reiteracions) d'un planta adulta o envellida traumatitzada ran de terra. Tots ells fortament etiolats per competència de la vegetació llenyosa en la que estan immersos. Al costat de la soca vella s'observen restes d'altres soques semblants seques. Espècies acompanyants immediates: <i>Phillyrea angustifolia</i> .
10	?	60	120	3,50 1,50	Individu format per una reiteració generada a partir d'una soca vella fortament traumatitzada. Risc de ruptura mecànica per la unió dèbil de la reiteració. Etiolada per competència d'altres espècies llenyoses més vigoroses. Espècies acompanyants immediates: <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> , <i>Phillyrea media</i>
11	?	130	110	9,00 4,70 4,70 3,00	Individu madur, densament ramificada a la part superior. Soca ramificada a 10 cm del terra en tres troncs principals. Branques necrosades a la part interior, però creixement actiu i vigorós a la part superior. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Phillyrea media</i> , <i>P. angustifolia</i> .
12	?	50	40	3,00 1,00	Individu aparentment jove, però en realitat format a partir de la reiteració d'una soca fortament traumatitzada ran de terra (cremada?). Creix dins els fonaments d'una antiga paret seca. Regeneració amb vigor i ramificació òptims. Podria ser que fos ja autònoma per la formació d'arrels adventícies a la base. Espècies acompanyants immediates: <i>Amelodesmos mauritanica</i>

Taula 1. Principals característiques i estat de conservació de cada un dels individus. La xifra en negreta fa referència a la soca principal quan aquesta està diferenciada o és visible.

Table 1. Main traits and conservation status for each individual. Number in bold means the measurement of the main stem as it is differentiated or visible.

Individu	Sexe	Amplada (cm)	Alçada (cm)	Circumferència (cm)	Conservació
13	?	60	120	3,00 1,50 2,00	Planta de mitjana edat ramificada en dos troncs principals a uns 13 cm del terra. Ramificacions principals fortament etiolades per competència de la vegetació acompanyant. Presenta branques necrosades només a la part interior. Espècies acompanyants immediates: <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>
14	?	70	140	4,00	Planta jove, poc ramificada, etiolada, sense parts necrosades. Espècies acompanyants immediates: <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Ephedra fragilis</i> , <i>Rubia peregrina</i> var. <i>longifolia</i> .

Taula 1 (continuació). Principals característiques i estat de conservació de cada un dels individus. La xifra en negreta fa referència a la soca principal quan aquesta està diferenciada o és visible.

Table 1 (continuation). Main traits and conservation status for each individual. Number in bold means the measurement of the main stem as it is differentiated or visible.

pament de la seva arquitectura vegetal, serien aparentment plantes de mitjana edat, però en realitat una observació acurada permet apreciar com en realitat són regeneracions de plantes velles que han rebrotat des de la soca que per alguna causa (incendi, deforestació), va patir una afectació important. Aquest fet és molt clar en els individus 9 i 10. En canvi, els individus 6 i 13 no presenten tantes evidències d'haver estat traumatitzats. Però tots quatre mostren símptomes clars d'etioltament, cosa que indica que en un moment determinat hi va haver un canvi important en la dinàmica de la vegetació que els envolta.

El tercer grup és el format pels individus de menors dimensions (3, 4, 5, 7, 12 i 14), que també serien els més joves o els que es troben un estat fisiològic més primerenc. La presència d'una o poques branques encara amb una clara dominància apical i amb creixement vigorós i la disposició jerarquitzada de les ramificacions secundàries són característiques que delaten aquest estat juvenil. De totes maneres, no tots els individus tenen el mateix origen. Els 3, 4, 5 i 14 sembla prou clar que es tracta de plantes joves nascudes de llavor ja que presenten un tronc principal uniforme des de ran de terra. L'aspecte actual dels quatre individus és de plantes etiolades amb el tronc principal prim i poc consistent, un fet que podria haver estat provocat per la competència de la mata,

Pistacia lentiscus, en la que estan immersos.

Tanmateix, aquesta situació desfavorable, podria ser només transitòria, fins i tot necessària per a les plantes joves d'aquesta espècie que podrien haver de menester algun tipus de protecció durant les seves fases juvenils, i actualment s'observa que el creixement i el grau de ramificació a la part superior és important i amb vigorositat. De fet, no deixa de ser curiós que totes aquestes plantes joves es trobin en una situació semblant, un comportament que per altra banda recorda al que té *Daphne rodriguezii* Texidor (Bolòs *et al.*, 1970). L'individu 7 també té tota l'aparença de trobar-se en una fase juvenil del desenvolupament, però a diferència dels anteriors presenta una ramificació abundant des de la base, de manera que no té una tija única dominant. En realitat, una observació més acurada fa pensar que es podria tractar d'una planta amb dificultats de creixement per falta d'espai per desenvolupar el seu sistema radicular al estar enclotada dins penyes. Així les coses seria un individu en un fals estat fisiològic juvenil. El darrer individu d'aquest grup, el 12, és un altre cas diferent. Aparentment té totes les característiques d'una planta originada de llavor: tija principal única i ben definida, ramificacions jerarquitzades, i en aquest cas sens cap símptoma evident d'etioltament. Però una observació més acurada revela que en realitat

es tracta d'una reiteració originada a partir d'un rebrot d'una soca més vella. De totes maneres, el seu vigor i la seva arquitectura fan pensar que actualment aquesta regeneració ja s'ha independitzat possiblement per la generació d'arrels adventícies en la part que queda enterrada dins els fonaments de l'antiga paret seca.

Ecologia

Pel que fa a l'hàbitat, la ubicació de les plantes dins la seva àrea distribució també ens pot proporcionar informació rellevant en aquest aspecte. La majoria d'individus s'han trobat en punts on hi predomina el substrat rocós i amb un tipus vegetació baix, encara que amb predomini de l'arbustiva. Només l'individu 6 quedaria fora d'aquesta norma general, ja que es troba dins una zona més enfonsada amb vegetació de bardissa i en terres més profundes. El grup format pels individus 9, 10 i 11, aparentment també es trobarien en una situació semblant a l'anterior a l'estar actualment rodejats de vegetació arbustiva elevada. Però com ja s'ha dit abans dues d'aquestes plantes deriven de rebrots de plantes velles que van patir algun tipus de trauma, i de fet una observació detallada d'aquest punt revela que davall la vegetació actual el substrat rocós és abundant. Aquest fet ens indiquen l'existència d'un canvi en la dinàmica de la vegetació que podria tenir els orígens en els moviments de terres per fer la urbanització o en una major incidència del vent de Tramuntana per l'efecte de redossa de les construccions que s'han fet en els darrers anys. L'inventari florístic (Taula 2) ha donat com a resultat un total de 113 tàxons. D'aquests la majoria (51%) tenen una distribució mediterrània i segons el criteri establert per Fraga *et al.* (2004) estan considerats com a comuns (29%) o molt comuns (69%) a l'àmbit insular. Aquests percentatges són superiors, o fins i tot oposats als que s'obtenen pel conjunt de la flora de l'illa. Aquestes dades indicarien que es tracta

d'una localitat amb vegetació d'àmbit mediterrani, encara que amb una presència significativa d'endemismes, amb una representació semblant al conjunt de la flora de l'illa (7%). En canvi les formes vitals revelen una informació més significativa pel que fa a l'hàbitat. La presentació dels teròfits (31%) és sensiblement inferior a la del conjunt de la flora de l'illa i en canvi les formes vitals més persistents tenen totes un increment significatiu. Considerant el caràcter pioner que s'atribueix als teròfits, aquests resultats ens indicarien que ens trobam davant un hàbitat amb un tipus de vegetació estable o en un clar procés d'estabilització.

Amenaces

A l'àrea de distribució actual de l'espècie s'han detectat les següents amenaces:

- Urbanització. El procés d'urbanització que pateix la zona des de fa una trentena d'anys és sens dubte l'amenaça més greu i la principal responsable de la situació de risc actual. La manifestació d'aquesta amenaça no s'ha de considerar només com la incidència directa de la destrucció de l'hàbitat per la construcció d'edificacions o per a l'enjardinament del terreny. També s'han de considerar els efectes indirectes causats per altres actuacions com la construcció d'infraestructures, que poden tenir uns efectes més generals damunt el conjunt o part de la població. Aquesta és l'amenaça que afecta directament a un nombre més elevat d'individus, concretament del 2 al 10. Tots ells es troben situats dins terrenys que estan dividits en parcel·les per ser urbanitzades.

- Canvis en els usos del sòl. A més del cas concret de la urbanització existeixen altres canvis en els usos del sòl que poden posar en perill l'existència d'alguns individus. Aquest seria el cas de l'individu que es troba formant part d'un mitjà d'ullastres en terres de cultiu.

Tàxon	Abundància	Forma vital	Corologia
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i> (L.) Cass.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Agave americana</i> L.	Rar	Camèfit	Amèrica
<i>Allium chamaemoly</i> L.	Comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Allium roseum</i> L.	Molt comú	Geòfit	Eurimediterranis
<i>Allium triquetrum</i> L.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poir.) T. Durand et Schinz	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Anthyllis tetraphylla</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Arisarum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> Targ. Tozz.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Arum pictum</i> L. f. subsp. <i>sagittifolium</i> Sáez et Rosselló	Comú	Geòfit	Endemismes
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Asparagus albus</i> L.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Asparagus stipularis</i> Forssk.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Beta maritima</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Borago officinalis</i> L.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	Molt comú	Teròfit	Mediterrani - Turanians
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Campanula erinus</i> L.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurasiàtics
<i>Carex hallerana</i> Asso	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Carlina corymbosa</i> subsp. <i>corymbosa</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. et Link) Melderis	Comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Centranthus calcitrapae</i> subsp. <i>calcitrapae</i> (L.) Dufur.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	Molt comú	Liana	Mediterrani - Turanians
<i>Convolvulus althaeoides</i> subsp. <i>althaeoides</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Paleotemperats
<i>Desmazeria marina</i> (L.) Druce	Molt comú	Teròfit	Atlàntics
<i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i> (L.) Greuter	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.	Comú	Camèfit	Eurimediterranis
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> Scop.	Molt comú	Camèfit	Eurimediterranis
<i>Echium parviflorum</i> Moench	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Ephedra fragilis</i> Desf.	Comú	Faneròfit	Eurimediterranis
<i>Erica arborea</i> L.	Comú	Faneròfit	Distribució ampla
<i>Erica multiflora</i> L.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis

Taula 2. Catàleg florístic de la zona on es distribueix *R. ludovici-salvatoris* a Menorca. Per a cada un dels tàxons s'indica la abundància en el conjunt del territori insular, la forma vital i la corologia.

Table 2. Plant checklist of vascular plants recorded in the distribution area of *R. ludovici-salvatoris* in Minorca. For each taxon are given commonness within the island, life form and chorology.

Tàxon	Abundància	Forma vital	Corologia
<i>Eryngium campestre</i> L.	Comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Euphorbia peplus</i> var. <i>peplodes</i> (Gouan) Vis.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Spach ex Webb	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Galactites tomentosa</i> Moench	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Geranium molle</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurasiàtics
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Gladiolus illyricus</i> Koch	Molt comú	Geòfit	Eurasiàtics
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Hedysarum coronarium</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	Comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Hyoseris radiata</i> subsp. <i>radiata</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Hyparrhenia pubescens</i> (Vis.) Chiov.	Molt comú	Hemicriptòfit	Tropicals
<i>Hypochoeris achyroporphus</i> L.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i> (Guss.) Nyman	Comú	Faneròfit	Eurimediterranis
<i>Lathyrus clymenum</i> subsp. <i>clymenum</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Linum strictum</i> subsp. <i>strictum</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Linum trigynum</i> L.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Lobularia maritima</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Desv.	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Lotus cytisoides</i> L.	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Lotus edulis</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Lotus ornithopodioides</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Lotus tetraphyllus</i> L.	Comú	Camèfit	Endemismes
<i>Mercurialis ambigua</i> L.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Merendera filifolia</i> Camb.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Micromeria filiformis</i> (Aiton) Benth.	Comú	Camèfit	Endemismes
<i>Narcissus serotinus</i> L.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Narcissus tazetta</i> subsp. <i>italicus</i> (Ker Gawl.) Baker	Comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> Brot.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Ononis reclinata</i> subsp. <i>reclinata</i> L.	Molt comú	Teròfit	Mediterrani - Turanians
<i>Ophrys fusca</i> subsp. <i>fusca</i> Link	Comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Ophrys speculum</i> var. <i>speculum</i> Link	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Ophrys tenthredinifera</i> Willd.	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	Molt comú	Geòfit	Àfrica
<i>Pallenis spinosa</i> var. <i>gymnesica</i> O. Bolòs et P. Monts.	Comú	Hemicriptòfit	Endemismes
<i>Parietaria lusitanica</i> subsp. <i>lusitanica</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.	Comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Phoenix canariensis</i> hort. ex Chabaud	Molt rar	Faneròfit	Macaronèsics
<i>Phyllirea angustifolia</i> L.	Comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Phyllirea media</i> var. <i>rodriguezii</i> P. Monts.	Comú	Faneròfit	Endemismes
<i>Pinus halepensis</i> var. <i>halepensis</i> Mill.	Molt comú	Faneròfit	Eurimediterranis
<i>Piptatherum coerulescens</i> (Desf.) Beauv.	Molt comú	Hemicriptòfit	Stenomediterranis
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Plantago lagopus</i> L.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis

Taula 2 (continuació). Catàleg florístic de la zona on es distribueix *R. ludovici-salvatoris* a Menorca. Per a cada un dels tàxons s'indica la abundància en el conjunt del territori insular, la forma vital i la corologia.

Table 2 (continuation). Plant checklist of vascular plants recorded in the distribution area of *R. ludovici-salvatoris* in Minorca. For each taxon are given commonness within the island, life form and chorology.

Tàxon	Abundància	Forma vital	Corologia
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurasiàtics
<i>Prasium majus</i> L.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Rosmarinus officinalis</i> var. <i>officinalis</i> L.	Molt comú	Faneròfit	Stenomediterranis
<i>Rubia peregrina</i> var. <i>longifolia</i> (Poir.) Rouy	Molt comú	Liana	Stenomediterranis
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Molt comú	Liana	Eurimediterranis
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Molt comú	Geòfit	Eurimediterranis
<i>Ruta angustifolia</i> Pers.	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Santolina chamaecyparissus</i> subsp. <i>magonica</i> O. Bolòs, Molin. et P. Monts.	Comú	Camèfit	Endemismes
<i>Scorpiurus subvillosus</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Sedum rubens</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Sherardia arvensis</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Sideritis romana</i> subsp. <i>romana</i> L.	Comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Smilax aspera</i> var. <i>aspera</i> L.	Molt comú	Liana	Eurimediterranis
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurasiàtics
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	Molt comú	Camèfit	Stenomediterranis
<i>Tamus communis</i> L.	Molt comú	Geòfit	Eurimediterranis
<i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>majoricum</i> (Rouy) T. Navarro et Rosúa	Molt comú	Camèfit	Endemismes
<i>Teucrium marum</i> subsp. <i>spinescens</i> (Porta) Valdés-Berm.	Molt comú	Camèfit	Endemismes
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	Molt comú	Teròfit	Paleotemperats
<i>Trifolium scabrum</i> L.	Molt comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy.	Comú	Hemicriptòfit	Atlàntics
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	Molt comú	Geòfit	Stenomediterranis
<i>Valantia muralis</i> L.	Molt comú	Teròfit	Stenomediterranis
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	Molt comú	Hemicriptòfit	Eurimediterranis
<i>Vicia bithynica</i> (L.) L.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis
<i>Vicia parviflora</i> Cav.	Comú	Teròfit	Eurimediterranis

Taula 2 (continuació). Catàleg florístic de la zona on es distribueix *R. ludovici-salvatoris* a Menorca. Per a cada un dels tàxons s'indica la abundància en el conjunt del territori insular, la forma vital i la corologia.
Table 2 (continuation). Plant checklist of vascular plants recorded in the distribution area of *R. ludovici-salvatoris* in Minorca. For each taxon are given commonness within the island, life form and chorology.

L'eliminació d'aquest boscarró per ampliar o adequar les terres de cultiu significaria la seva desaparició i la pèrdua d'una part de l'hàbitat adequat per aquesta espècies.

- Presència d'espècies exòtiques. L'inventari florístic (Taula 2) mostra l'existència a la zona d'espècies exòtiques. Concretament s'han identificat tres espècies exòtiques: *Agave americana* L., *Oxalis pes-caprae* L., *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud. D'aquestes tres, només *O. pes-caprae* està considerada com a invasora a Menorca. Però

el seu comportament herbaci i el seu creixement estacional fan que no pugui competir amb plantes llenyoses adultes com *R. ludovici-salvatoris*. En canvi, sí que podria tenir efectes negatius en el reclutament al poder impedir o dificultar l'establiment de plantes nascudes de llavor a causa del seu elevat potencial invasor en els medis insulars (Vilà i Gimeno, 2006). Les altres dues espècies exòtiques, tot i no estar considerades com a invasores pel conjunt de l'illa (Fraga et al., 2004) en aquest cas poden tenir efectes negatius per la conservació d'aquesta

espècie. Concretament, *P. canariensis* seria la que tindria un major perill. Per una banda la seva capacitat de naturalització en el medi natural ja s'ha comprovat a l'illa (Fraga *et al.*, 2004), per l'altra les dimensions que pot assolir la seva massa vegetativa, tant en alçada com amplada, fan que pugui competir directament amb *R. ludovici-salvatoris* provocant la modificació de les condicions favorables per aquesta espècie o la desaparició d'alguns individus més propers (2 a 8).

- Canvis en la vegetació. Un dels resultats de les observacions fetes en l'estat de conservació i fase de desenvolupament de cada individu és que una part d'elles pateixen de la competència directa d'altres plantes autòctones amb un creixement més vigorós. Aquesta situació està provocant l'etiòlament i un desequilibri en l'estructura d'alguns individus (6, 9, 10 i 13) que posar en perill la seva conservació en el temps. Aquesta amenaça podria tenir diferents orígens: abandonament de la pastura extensiva, modificació de la geomorfologia, modificació de les escorrenties d'aigua de pluja, aportació de sediments o una disminució de la intensitat del vent. En qualsevol cas, la intervenció humana també sembla tenir-hi un paper important. L'exemple més concret és la plantació de *Pinus halepensis* Mill. que es va fer durant el procés d'urbanització. Aquesta espècie no és present de manera natural a la zona. Per tractar-se d'una conífera de creixement ràpid, altament competitiva i de dimensions considerables, la seva presència pot afectar negativament la conservació de *R. ludovici-salvatoris*.

- Incendis. L'observació detallada de cada un dels individus també ha mostrat que alguns d'ells (1, 2, 9 i 12) han estat afectats pel foc. Es desconeix la tolerància d'aquesta planta al foc i si episodis d'incendis forestals poden afavorir una regeneració de la

població. Però en qualsevol cas és una amenaça potencial a tenir en compte.

- Hibridació. En tota l'àrea de distribució de l'espècie és relativament freqüent *R. alaternus* L. A la zona on es concentren la majoria d'individus s'han observat plantes que semblen clarament intermèdies entre les dues espècies i que mostren diferents graus de combinacions de caràcters. Açò fa pensar que s'estan produint processos complexos d'hibridació i introgressió (Fraga i Rosselló, 2008) amb diferents generacions híbrides. Aquestes observacions han estat confirmades per marcadors moleculars basats en l'ADN (J.A. Rosselló com. pers.). La hibridació és una amenaça que pot posar en perill la persistència de poblacions reduïdes i de fet és un procés d'extinció comprovat (Rhymer i Simberloff, 1996).

Com en molts altres casos d'espècies i hàbitats amenaçats, la majoria d'aquestes amenaces tenen de manera directa o indirecta un origen antròpic (Salafsky i Margaoulis, 1999; Salafsky *et al.*, 2002).

Conclusions i propostes d'actuació

Amb totes les observacions fetes i les dades recollides, sembla clar que l'estat de conservació d'aquesta espècie a l'illa de Menorca és crític. El baix nombre d'efectius és ja de per si un factor de risc de primer ordre. Aquesta situació actual deriva principalment del desenvolupament urbanístic de la zona amb finalitats turístiques que van suposar la desaparició de la part més important de la població original. Al mateix temps, aquest canvi en els usos del sòl ha originat l'existència d'altres amenaces o ha intensificat la incidència d'altres ja existents com ara la presència d'espècies exòtiques invasores o un creixement excessiu de la vegetació. Amb tot açò la població actual està formada per uns pocs individus

dispersos en una superfície relativament gran i que en alguns casos presenten greus deficiències estructurals que posen en perill la seva conservació en el temps, i que al mateix temps pateixen la incidència directa d'algunes amenaces que agreugen encara més el seu estat de conservació.

Els resultats negatius en la prospecció de zones properes o amb unes característiques d'hàbitat semblants fan pensar que és en aquesta localitat on la planta hi troba les condicions òptimes per al seu desenvolupament. A la vegada la vegetació natural de l'àrea de distribució encara presenta una elevada riquesa en espècies i amb un nivell d'estabilització elevat. Un altre aspecte positiu és la presència d'individus dels dos sexes en alguns grups de plantes.

Atenent a tot açò la conservació a llarg termini d'aquesta espècie passaria per les següents consideracions:

- Conservació *in situ* de la població original procurant evitar el màxim possible les amenaces actuals, com ara la urbanització de les parcel·les que ocupa actualment.

- Reforçament d'aquesta població amb individus dels dos sexes obtinguts dels peus existents actualment i fent especial esment en aquells individus que actualment es troben aïllats i amb molt baixa probabilitat de ser pol·linitzats de manera natural.

- Reproducció vegetativa *ex situ*, per esqueix o per empelt, de les plantes existents amb l'objectiu de reforçar la població actual i incrementar la proporció adequada entre els dos sexes per assegurar un increment natural de la població mitjançant un reclutament més dinàmic.

- Eliminació de les espècies exòtiques que poden competir activament amb *R. ludovici-salvatoris*.

- Eliminació de les espècies vegetals autòctones introduïdes per l'home i que no són típiques de la zona.

- Mirar d'incrementar la superfície d'hàbitat favorable per al seu desenvolupament mitjançant acords de custòdia del territori com ara el Contracte Agrari de la Reserva de Biosfera per aquelles plantes o zones adients que es trobin en terrenys d'ús agrícola.

- Aprofundir en el coneixement dels processos d'hibridació que s'han observat i avaluar la seva implicació en la conservació d'aquesta espècie a Menorca.

Bibliografia

- Alomar, G., Mus, M. i Rosselló, J.A. 1997. *Flora endèmica de les Balears*. Consell Insular de Mallorca. FODESMA. Palma de Mallorca.
- Barrows, C.W., Swartz, M.B., Hodges, W.L., Allen, M.F., Rotenberry, J.T., Bai-Lian, L., Scott, T.A. i Xiongwen, C. 2005. A framework for monitoring multiple-species conservation plans. *J. Wildl. Manage.*, 69: 1333-1345.
- Batista, F., Bañares, A., Caujapé-Castells, J., Carqué, E., Marrero-Gómez, M. i Sosa, P.A. 2001. Allozyme diversity in three endemic species of *Cistus* (Cistaceae) from the Canary Islands: Intraespecific comparisons and implications for genetic conservation. *Amer. J. Bot.*, 88: 1582-1592.
- Bolòs, O., Molinier, R. i Montserrat, P. 1970. Observations phytosociologiques dans l'île de Minorque. *Acta Geobot. Barcinon.*, 5: 1-150.
- Contandriopoulos, J. i Cardona, M.A. 1984. Caractère original de la flore endémique des Baléares. *Bot. Helv.*, 94: 101-131.
- Fraga, P., Mascaró, C., Carreras, D., Garcia, Ò., Pallicer, X., Pons, M., Seoane, M. i Truyol, M. 2004. *Catàleg de la flora vascular de Menorca*. Institut Menorquí d'Estudis. Maó.
- Fraga, P. i Rosselló, J.A. 2008. *Rhamnus x bermejoi*, a new wild hybrid between *R. alaternus* and *R. ludovici-salvatoris*. *Flora Montiberica*, 40: 47-79.
- Frankham, R. 1998. Inbreeding and extinction: Island populations. *Conserv. Biol.*, 12: 665-75.

- Greuter, W. 1995. Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia Mediterranea*, 21: 1-10.
- Heywood, V.H. i Iriondo, J.M. 2003. Plant conservation: old problems, new perspectives. *Biol. Cons.*, 113: 321-335.
- Holsinger, K.E. i Gottlieb, L.D. 1991. Conservation of rare and endangered plants: principles and prospects. In Falk, D.A.I. i Holsinger, K.E. (eds.). *Genetics and conservation of rare plants*: 195-208. Oxford University Press.
- Knoche, H. 1922. *Flora Balearica. Etude phytogéographique sur les îles Baléares*. Vol. 2. Ed. Imp. Roumégous et Déhen. Montpellier.
- Kremen, C., Merenlender, A.M. i Murphy, D.D. 1994. Ecological monitoring: a vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Cons. Biol.*, 8: 388-397.
- Llorens, L. 1979. Nueva contribución al conocimiento de la flora balear. *Mediterránea*, 3: 101-122.
- Lhuillier, E., Butaud, J.F. i Bouvet, J.M. 2006. Extensive clonality and strong differentiation in the insular pacific tree *Santalum insulare*: Implications for its conservation. *Ann. Bot.*, 98: 1061-1072.
- Maki, M. 2001. Genetic differentiation within and among Island populations of the endangered plant *Aster miyagii* (Asteraceae), an endemic to the Ryukyu islands. *Amer. J. Bot.*, 88: 2189-2194.
- Moritz, C. 1999. Conservation units and translocations: strategies for conserving evolutionary processes. *Heredity*, 130: 217-228.
- Moritz, C. 2002. Strategies to protect biological diversity and the evolutionary processes that sustain it. *Syst. Biol.*, 51: 238-254.
- Nielsen, L.R. 2004. Molecular differentiation within and among island populations of the endemic plant *Scalesia affinis* (Asteraceae) from the Galápagos Islands. *Heredity*, 93: 434-442.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Cons. Biol.*, 4: 355-364.
- Pau, C. 1914. Sobre algunas plantas menorquinas. *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.*, 14: 135-142.
- Rhymer, J.M. i Symberloff, D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 27: 83-109.
- Rodríguez, J.J. 1904. *Flórula de Menorca*. Imp. Fàbregues. Maó. 198 pp.
- Roemer, G.W. i Wayne, R.K. 2003. Conservation in conflict: the tale of two endangered species. *Cons. Biol.*, 17: 1251-1260.
- Sáez, L.I. i Rosselló, J.A. 2001. *Llibre vermell de la flora vascular de les Illes Balears*. Documents Tècnics de Conservació. Num. 9. Govern de les Illes Balears. Palma de Mallorca.
- Salafsky, N. i Margoulis, R. 1999. Threat reduction assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects. *Cons. Biol.*, 13: 830-841.
- Salafsky, N., Margoulis, E., Redford, K.H. i Robinson, J.G. 2002. Improving the practice of conservation: a conceptual framework and research agenda for conservation science. *Cons. Biol.*, 16: 1469-1479.
- Sánchez Doreste, J.L., Caujapé-Castells, J., Reyes-Betancort, J.A. I Scholz, S. 2006. Populations genetics of *Matthiola bolleana* (Brassicaceae) in the Canary Islands. *Pl. Syst. Evol.*, 262: 139-151.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. i Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Cons. Biol.*, 5: 18-32.
- Schemske, D.W., Husband, B.C., Ruckelshaus, C.G., Parker, I.M. i Bishop, J.G. 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology*, 75: 584-606.
- Stem, C., Margoulis, R., Salafsky, N. i Brown, M. 2005. Monitoring and evaluation in conservation: a review of trends and approaches. *Cons. Biol.*, 19: 295-309.
- Vilà, M. i Gimeno, I. 2006. Potential of higher invasiveness of the alien *Oxalis pes-caprae* on islands than on the mainland. *Plant Ecology*, 183: 47-53.

Alts nivells de contaminants organoclorats als túnids *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga* a aigües de les Illes Balears

Salud DEUDERO, Josep ALÓS, Mònica CALVO i Josep CAIXACH

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Deurdero, S., Alós, J., Calvo, M. i Caixach, J. 2008. Alts nivells de contaminants organoclorats als túnids *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga* a aigües de les Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 33-38. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Els nivells de contaminants orgànics persistents s'han analitzat al múscul i al fetge d'exemplars de tonyina (*Thunnus thynnus*) i bacora (*Thunnus alalunga*) a aigües de les Illes Balears. Aquests dos predadors apicals de la xarxa tròfica epipelàgica es troben exposats a alts aportats de contaminants orgànics, tant de manera directa com indirectament a conseqüència de la bioacumulació dels mateixos dins la xarxa tròfica. Els resultats revelen que, en general, les concentracions obtingudes de tots els compostos analitzats són més elevades a la tonyina que a la bacora. De fet, el fetge de la tonyina presenta valors molt elevats de PCBs i derivats del DDT i PBDEs. Cal destacar que els valors d'alguns dels compostos analitzats són superiors als límits legals establerts per al consum humà. És recomanable doncs, que es realitzin programes urgents de seguiment dels nivells de contaminació orgànica en els esglaons apicals de les xarxes tròfiques. A més, és important determinar les implicacions socials, sanitàries, econòmiques i ecològiques que pot tenir aquest tipus de contaminació a les Balears..

Paraules clau: *Thunnus thynnus*, contaminants químics, PCBs, bioacumulació.

HIGH LEVELS OF ORGANOCHLORINE POLLUTANTS IN THE TUNIDS *Thunnus thynnus* AND *Thunnus alalunga* AT THE BALEARIC ISLANDS. Persistent organochlorine pollutant levels have been analysed in the muscle and liver of *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga* in the Balearic waters. These two species are apical predators of the trophic web and they are directly exposed to high organochlorine compounds and indirectly by the bioaccumulation of pollution into the trophic web. The present results show that the pollutant concentrations analyzed are higher at *T. thynnus* than the concentrations at *T. alalunga*. In fact, the PCBs, DDT derivatives and PBDEs levels in the *T. thynnus* liver are high. It is important to note that some of the studied substances present higher legal concentrations for human consumption. It could be necessary to establish urgent monitoring programmes to evaluate the organochlorine pollutant concentrations in the apical levels of the trophic web. Moreover, it is important to determine the social, sanitary, economic and ecologic implications by this pollution in the Balearic environment

Keywords: *Thunnus thynnus*, chemical pollutants, PCBs, bioaccumulation.

Salud DEUDERO, Laboratori de Biologia Marina. Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears. Campus Universitari. Ctra. de Valldemossa s/n km. 7,5. 07022 Palma de Mallorca, Illes Balears, Spain; i Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margalida Xirgu, 16 baixos 0711 Palma de Mallorca, e-mail: salud.deudero@uib.es; Josep ALÓS, Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA (CSIC-UIB). C/ Miquel Marqués 21, 07190, Esporles, Illes Balears, Spain. E-mail: pep.alos@uib.es; Mònica CALVO i Josep CAIXACH, Laboratori d'Espectrometria de Masses. Dep. d'Ecotecnologies, Institut d'Investigacions Químiques i Ambientals de Barcelona/ Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIQAB-CSIC). Jordi Girona 18, 08034 Barcelona, Spain, e-mail: mcbeco@iiqab.csic.es, jcgeco@iiqab.csic.es

Recepció del manuscrit: 23-jun-08; revisió acceptada: 27-oct-08.

Introducció

La tonyina *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758), integrada dins la família dels Scombridae, és una espècie d'indubtable interès comercial (Fromentin i Powers, 2005). La seva biologia, migracions i pesca han estat objecte d'estudi des del temps d'Aristòtil. Per una altra banda, la bacora, *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1788), és també un escòmbrid migrador, i encara que el seu nivell de captures anuals és inferior al de *T. thynnus*, és un dels grans pelàgics més preuats per al consum humà (Collette i Nauen, 1983). Ambdues espècies pertanyen al grup dels túnids, peixos epi- i mesopelàgics cosmopolites a aigües tropicals i temperades incloent la mar Mediterrània. La biologia de *T. thynnus* i de *T. alalunga* a aigües de les Balears s'ha estudiat a estats larvaris i post-larvaris, en els quals s'ha descrit que guarden una estreta relació amb els paràmetres fisicoquímics de l'aigua; a més, aquests estudis han permès identificar les Illes Balears com una zona de posta d'ambdues espècies (Alemany *et al.*, 2006).

La Mediterrània es troba sotmesa als aports constants de substàncies d'origen antròpic que, en molt de casos, inclouen substàncies molt persistents al llarg del temps, poc degradables i que a més presenten valors de bioacumulació a la xarxa tròfica. L'hexaclorobenzè (HCB), els derivats del diclor difenil tricloretà (DDT) i els bifenils policlorats (PCBs) són contaminants orgànics persistents (POPs) molt coneguts a la mar Mediterrània. Recentment, s'han detectat alts nivells de POPs a la tonyina al Golf de Palerm (Tirre sur) i a túnids d'aigües espanyoles (Corsolini *et al.*, 2007, Gomara *et al.*, 2005) que posen de manifest l'interès d'avaluar-los a exemplars de les Balears.

Els escassos estudis realitzats a zones litorals de les Illes Balears presenten valors moderats de contaminació, tant en metalls pesats com en contaminants orgànics a invertebrats marins (Deudero *et al.*, 2007a,

Deudero *et al.*, 2007b). En canvi, no estan disponibles valors indicatius de contaminació química a organismes depredadors apicals de les xarxes tròfiques, com són els túnids en el cas de les xarxes pelàgiques. El present estudi té com a objectiu determinar els nivells de contaminants orgànics persistents a dues espècies (*Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga*) d'interès comercial capturades a les Balears, per tal de disposar d'un valor de referència d'aplicació a la gestió d'aquestes espècies.

Material i mètodes

El juliol de 2006 se van capturar un exemplar de *Thunnus thynnus* i un altre de *Thunnus alalunga* en aigües de la costa de Sóller (oest de l'illa de Mallorca) a una distància d'entre 20 i 25 milles nàutiques de la costa, mitjançant la modalitat de curricà d'altura. Una vegada a bord les captures varen dipositar-se immediatament en gel per mantenir-les fresques. A l'arribada a port se va mesurar la talla a la forquilla (cm) i el pes total (kg) de cada exemplar (resultant 145 cm i 36 kg per a *T. thynnus*, i 90 cm i 18 kg per a *T. alalunga*) i se va extreure una part del múscul de sota de l'aleta dorsal i per damunt de la línia lateral i una mostra del fetge de cada un dels exemplars capturats. En finalitzar el mostratge biològic, les mostres es van congelar a -20 °C fins al moment de les analítiques dels contaminants.

A cada teixit (fetge i múscul) se varen determinar els nivells de contaminants orgànics organoclorats PCBs i pesticides (DDT, DDE i PBDEs) seguint diferents mètodes US-EPA basats en l'ús de l'espectrometria de masses d'alta resolució (HRMS) acoblada a la cromatografia de gasos d'alta resolució (HRGC) i quantificació per dilució isotòpica. Per als PCBs i DDTs es va utilitzar el mètode US-EPA 1668 i pels PBDEs el mètode 1614. S'han analitzat set

congèners indicadors PCBs (IUPAC 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180). Per altra banda, s'han analitzat els PBDEs corresponents a la mescla tècnica comercialitzada coneguda com a “penta-PBDEs” (47, 99, 100, 153, 154 i 209). Pels DDTs, s'han analitzat els isòmers o,p' i p,p', a més dels metabòlits que aquests generen en degradar-se al medi ambient: el o,p'-DDD, el p,p'-DDD, el o,p'-DDE i el p,p'-DDE.

Se va realitzar una extracció Soxhlet de la mostra fresca a la que prèviament se li havien addicionat els corresponents patrons interns marcats isotòpicament. Les impureses de l'extracte obtingut se varen eliminar mitjançant una columna empaquetada de Florisil® eluïda amb una mescla d'hexà i diclorometà. Finalment, s'hi van afegir els corresponents patrons interns per calcular la recuperació del procés.

Es va utilitzar un espectròmetre de masses d'alta resolució (*Autospec Ultima*, *Micromass*, Manchester, U.K.) acoblat a un cromatògraf de gasos d'alta resolució *GC 8000 series* (*Carlo Erba Instruments*, Milan, Italy) equipat amb un injector automàtic *CTC A200S*. L'adquisició es va dur a terme en mode SIM i la resolució estàtica mínima va ser del 10% i l'energia d'ionització de 35 eV. El mode d'injecció va ser *split less*, utilitzant heli com a gas portador. Pels PCBs i els DDTs es va emprar la columna cromatogràfica capil·lar DB-5 (*JiW Scientific*, Folsom, CA, USA) de 60 m de llargada, 0.25 mm de diàmetre intern i 0.25 µm de gruixa del recobriments intern. Pels PBDEs es va utilitzar una columna capil·lar *HT5* (*SGE*, Melbourne, Australia) de 5 % phenyl - polycarbonare-siloxà de 15 m de llargada, 0.25 mm de diàmetre intern i 0.1 µm d'espessor del recobriments intern. La quantificació es va dur a terme mitjançant el mètode de la dilució isotòpica.

Les recuperacions analítiques dels patrons interns han estat entre el 80-99 % i els límits de detecció són 0,02 ng/g. Els resultats s'expressen en unitats de pes fresc.

Resultats

La taula 1 resumeix les concentracions dels diferents composts analitzats a ambdues espècies, *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga*. Quan se comparen els dos peixos, *T. thynnus* presenta concentracions molt més elevades de contaminants que *T. alalunga* en tots els compostos analitzats.

Els diferents congèneres de PCBs mostren concentracions sempre superiors al fetge que al múscul de les dues espècies estudiades; i són els CB153, CB138 i CB180, i els bifenils policlorats els que presenten concentracions màximes als dos individus. És destacable la diferència existent entre els valors del CB153 propers als 77 ng/g al fetge de *T. thynnus* respecte als 6 ng/g del mateix compost obtingut per al fetge de *T. alalunga*.

Les concentracions de pesticides derivats del DDT a *Thunnus thynnus* són molts elevats en alguns dels compostos (130 ng/g de pes fresc per al p-p'-DDE i 16.3 ng/g de pes fresc per al p-p'-DDD). També són elevats a *Thunnus alalunga* en el cas del derivat p-p'-DDE amb una concentració de 17ng/g.

Els polibromodifenilèters (PBDEs) presenten valors moderats que oscil·len entre 0.2 i 3 ng/g de pes fresc, essent la suma de PBDEs al voltant de 8 ng/g de pes fresc. Al fetge de tonyina el valor màxim correspon al BDE47 amb 3 ng/g seguit de BDE154 i el BDE100. Una vegada més, la bacora presenta valors inferiors respecte a la tonyina, sense arribar en cap cas fins a valors de la unitat.

Discussió

Els processos de bioacumulació de contaminants orgànics a vertebrats marins s'han demostrat en túnids i cetacis en aigües espanyoles del Mediterrani i l'Atlàntic (Borrell *et al.*, 2006).

Els nivells de PCBs a *Thunnus thynnus* de les Illes Balears es troben dins el rang de

	<i>Thunnus alalunga</i> (ng/g)		<i>Thunnus thynnus</i> (ng/g)		Blanc (ng/g)	MDL OPUS	
	Múscul	Fetge	Múscul	Fetge		Mitjana	Error
PCB # 28	0.01	0.08	0.04	0.24	0.01	0.000	0.000
PCB # 52	0.03	0.68	0.17	1.73	0.01	0.000	0.000
PCB # 101	0.11	2.06	1.50	15.46	0.02	0.012	0.014
PCB # 118	0.04	1.92	0.63	14.38	< MDL	0.039	0.055
PCB # 153	0.35	5.89	6.78	76.89	0.01	0.040	0.072
PCB # 138	0.31	5.44	5.73	66.27	0.01	0.046	0.083
PCB # 180	0.28	2.62	4.31	41.20	< MDL	0.006	0.011
Total BCR	1.13	18.69	19.16	216.17			
o,p'-DDD		0.59		5.31	N.D.	0.008	0.002
p,p'-DDD		1.48		16.29	N.D.	0.009	0.002
o,p'-DDT		0.04		0.50	N.D.	0.011	0.002
p,p'-DDT		0.03		1.04	N.D.	0.015	0.003
o,p'-DDE		0.44		2.85	N.D.	0.013	0.001
p,p'-DDE		16.96		129.99	0.03	0.018	0.002
Total DDTs		19.54		155.98			
BDE # 47	0.06	0.49	0.39	3.09	0.1	0.006	0.008
BDE # 99	0.03	0.16	0.08	0.57	0.07	0.007	0.010
BDE # 100	0.02	0.15	0.20	1.67	0.02	0.007	0.010
BDE # 153	< MDL	0.02	0.03	0.32	N.D.	0.007	0.007
BDE # 154	0.02	0.14	0.25	2.52	N.D.	0.007	0.007
BDE # 209	0.02	0.05	0.03	0.11	N.D.	0.002	0.001
Total PBDEs	0.15	1.01	0.98	8.28			

Taula 1. Concentracions de contaminants orgànics persistents (ng/g de pes fresc) al múscul i fetge de bacora -*Thunnus alalunga*- i de tonyina -*Thunnus thynnus*- capturats a les aigües de les Illes Balears. <MDL significa que els valors estan per davall dels límits de detecció, N.D. indica no detectable.

Table 1. Organic compound concentrations (ng/g of wet weight) at the muscle and liver of *Thunnus alalunga* and bluefin *Thunnus thynnus* from waters of the Balearic Islands. <MDL indicates values under the detection limit, N.D: indicates non-detectable values.

valors quantificats a tonyines analitzades a Sicília (Corsolini *et al.*, 2007), el quals presenten les seves dades per classes d'edat, estimades a partir de la talla dels exemplars. Així, el nostre exemplar de *T. thynnus*, i en base als criteris de Corsolini *et al.* (2007) seria un juvenil de classe IV (d'entre 3 i 5 anys), mentre que el de *Thunnus alalunga* es correspondria a un individu de 6-7 anys d'edat (Megalofonou *et al.*, 2003).

En relació als continguts de contaminants es de destacar que a les tonyines de classe IV de Sicília el valor promig de la suma de PCBs

indicadors es de 255 ng/g, molt similar als trobats al nostre exemplar. Respecte dels valors de p,p'-DDE, els presents resultats (130 ng/g) són molt superiors als citats (50 ng/g) per a exemplars de *Thunnus thynnus* de Sicília (Corsolini *et al.*, 2007). En canvi, els nivells que hem detectat a *Thunnus alalunga* són inferiors als de *T. thynnus*. És notable el fet de trobar concentracions detectables de DDT al fetge, tant de tonyina com de bacora, quan la utilització d'aquest pesticida està prohibida des de fa dècades, concretament des de l'any 1972 (Agència de Protecció

Mediambiental de EE.UU., EPA). De fet, trobar DDT és un signe d'incorporació recent a les aigües, i indicaria que aquestes tonyines podrien anar a alimentar-se a zones properes a llocs amb activitat agrícolà.

Els polibromodifenilèters (PBDEs), considerats contaminants emergents i inclosos en les normatives europees més recents (Directiva Marc de l'Aigua, DMA, llei 2000/60/ CE; DOCE, 2000), són molt emprats com a compostos retardants de flama i es troben presents a productes de polièster, plàstics i espumes (Domingo *et al.*, 2006). De fet, actualment hi ha un increment de les quantitats de PBDEs que es troben a organismes marins per a consum humà (Domingo *et al.*, 2006) comparats amb les concentracions de PCBs. En el present estudi, el PBDE 47, considerat com un dels congèneres més tòxics (Domingo *et al.*, 2006), és el que presenta el valor més elevat en els dos peixos analitzats.

Els resultats de l'acumulació de contaminants orgànics persistents a les dues espècies de túnids examinades presenta un patró decreixent en PCB>DDTs>PBDEs. Degut a l'elevada persistència i als processos de bioacumulació dels POPs a la xarxa tròfica marina, és urgent que s'estableixin mesures de control i seguiment dels nivells de contaminants des del fitoplàncton fins al predadors apicals.

Agraïments

Voldríem agrair especialment a l'embarcació recreativa "Sollerics" i al seu patró Miquel Borràs per la seva col·laboració en la captura dels individus analitzats. També a Maria Guerra i Oscar Palacios per la seva tasca en les anàlisis químiques.

Bibliografia

Alemany, F., Deudero, S., Morales-Nin, B.,

- Lopez-Jurado, J.L., Jansa, J., Palmer, M. i Palomera, I. 2006. Influence of physical environmental factors on the composition and horizontal distribution of summer larval fish assemblages off Mallorca island (Balearic archipelago, western Mediterranean). *Journal of Plankton Research*, p 473-487.
- Borrell, A., Aguilar, A., Tornero, V., Sequeira, M., Fernandez, G. i Alis, S. 2006. organochlorine compounds and stable isotopes indicate bottlenose dolphin subpopulation structure around the Iberian Peninsula. *Environment International*, 32: 516-523.
- Collette, B. i Nauen, C. 1983. FAO species catalogue. Vol.2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. 137 p.
- Corsolini, S., Sara, G., Borghesi, N. i Focardi, S. 2007. HCB, p,p'-DDE and PCB ontogenetic transfer and magnification in bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the Mediterranean Sea. *Environmental Science & Technology*, 41: 4227-4233.
- Deudero, S., Box, A., March, D., Valencia, J.M., Grau, A.M., Tintoré, J. i Caixach, J. 2007a. Organic compounds temporal trends at some invertebrate species from the Balearics, Western Mediterranean. *Chemosphere*, 68: 1650-1659.
- Deudero, S., March, D., Box, A., Valencia, J.M., Grau, A.M., Tintoré, J. i Benedicto, J. 2007b. Temporal trends of metals in benthic invertebrate species from the Balearic Islands, Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 54: 1523-1558.
- Domingo, J.L., Bocio, A., Falco, G. i Llobet, J.M. 2006. Exposure to PBDEs and PCDEs associated with the consumption of edible marine species. *Environmental Science & Technology*, 40: 4394-4399.
- Fromentin, J.M. i Powers, J.E. 2005. Atlantic bluefin tuna: population dynamics, ecology, fisheries and management. *Fish and Fisheries*, 6: 281-306.
- Gomara, B., Bordajandi, L.R., Fernandez, M.A., Herrero, L., Abad, E., Abalos, M., Rivera, J. i Gonzalez, M.J. 2005. Levels and trends of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/furans (PCDD/Fs) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in Spanish commercial fish and shellfish products. *Journal Agricultural*

and Food Chemistry, 53: 8406-8413.
Megalofonou, P., Yannopoulos, C. i Dean J.M.
2003. The potential use of scales for estimating

age and growth of Mediterranean albacore
(*Thunnus alalunga*). *Journal of Applied
Ichthyology*, 19: 189-194.

Introducció d'espècies de plantes a les Illes Balears per sèmres agrícoles

Joana CURSACH i Juan RITA

SHNB

Cursach, J. i Rita, J. 2008. Introducció d'espècies de plantes a les Illes Balears per sèmres agrícoles. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 39-48. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

S'han analitzat mostres de lots de llavors de cinc espècies de plantes cultivades per a conèixer el problema de la presència de llavors d'espècies no desitjades. S'han identificat llavors de 50 espècies diferents entre les quals destaquen *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus* spp., *Datura stramonium* i *Cichorium endivia* ssp. *divaricatum*. També s'ha identificat *Echinaria capitata*, una espècie mediterrània però que no s'ha citat mai a les Illes Balears. Les mostres que pertanyen a lots de llavors no certificats mostren una presència notablement superior de llavors contaminants que els lots certificats, doncs hem trobat fins a un 5,8% de llavors no desitjades i fins a 37 tipus diferents de llavors contaminants en una sola mostra. Però aquest treball demostra que la regulació de certificació de llavors no elimina el problema de la introducció de noves espècies a les Illes. Per això es recomana endurir aquesta regulació tant quantitativament com qualitativa.

Paraules clau: plantes invasores, flora al·lòctona, llavors, cultius, males herbes.

INTRODUCING OF PLANT SPECIES THROUGH THE SOWING OF CROPS IN THE BALEARIC ISLANDS. Lots of commercial seeds of five plant species were analysed to get a better understanding of the problem of the presence of seeds of non desirable species. Fifty different species were identified, amongst them stand out: *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus* spp., *Datura stramonium* and *Cichorium endivia* ssp. *divaricatum*. Also identified was *Echinaria capitata*, a Mediterranean species that has never been cited in the Balearic Islands. The samples that pertained to non-certified seeds showed a notable higher presence of contaminated seeds than those from the certified lots: the former lots had up to 5.8% of undesirable seeds and up to 37 different types of contaminating seeds in a single sample. However, this communication shows that the regulation of contaminated seeds does not eliminate the introduction of new species to the Islands. For this reason, it is recommended that the regulations should be stiffened both quantitatively as well as qualitatively.

Keywords: invasive plants, alien flora, seeds, crops, weeds.

Joana CURSACH i Juan RITA. Dpt. de Biologia. Universitat de les Illes Balears, 07122 Palma de Mallorca (Spain).

Recepció del manuscrit: 25-set-08; revisió acceptada: 11-nov-08.

Introducció

Les sèmres agrícoles constitueixen una via d'entrada de llavors no desitjades, enteses com aquelles que es troben barrejades amb les llavors dels cultius; fins i tot moltes d'elles no són pròpies de les flors del lloc on arriben

(Guillerm, 1991; Williamson, 1996; Weber, 2004). Algunes d'aquestes espècies al·lòctones, introduïdes involuntàriament gràcies a aquestes sèmres, poden arribar a tenir un comportament invasor (Izquierdo, 1986). Una planta invasora es defineix com una planta aliena que s'estén de forma natural

sense intervenció de l'home) a hàbitats naturals o seminaturals i que produeix canvis importants a la composició, estructura o processos dels ecosistemes (Cronk i Fuller, 2001).

Els ecosistemes insulars, per la seva simplicitat i per la presència d'espècies endèmiques, són especialment vulnerables a l'arribada d'espècies al·lòctones (Heywood, 1995; Delanoë *et al.*, 1996). Les Illes Balears, com la resta d'illes mediterrànies, han patit l'entrada d'espècies al·lòctones. Així, Moragues i Rita (2005) identificaren més de 300 espècies naturalitzades o subespon-tànies, sent els camps de conreu un dels ambients més afectats per la presència d'aquestes espècies.

Les espècies que arriben com a contaminants de les llavors de conreu no són només un problema ambiental, sinó que també són un problema econòmic (vegeu, per exemple, Recasens *et al.*, 2005): poden arribar a ser "males herbes" infestants. El concepte botànic de «mala herba» no existeix, però s'utilitza aquest terme per a anomenar a les espècies vegetals que dificulten el creixement de les plantes que es cultiven (Villarías, 2006). Aquestes plantes poden afectar seriosament al rendiment dels camps de conreu i obligar a consumir recursos per a controlar la seva presència. Un exemple n'és la invasora *Abutilon theophrasti* Med., que va arribar als anys 80 a Catalunya amb llavors de cultiu de blat de moro, sorgo i soja procedents dels Estats Units (Izquierdo, 1986; Recasens *et al.*, 2005) i que ja es troba a les Illes Balears.

Ja fa temps que, per a reduir aquesta problemàtica, els agricultors tenen la possibilitat d'adquirir llavors certificades. La certificació de llavors és un procés que regula i garanteix la qualitat dels lots de llavor pel que fa a tres aspectes: la identitat varietal i la puresa, l'estat fitosanitari i, en alguns països, la qualitat física de la llavor. A nivell nacional, el Reglament tècnic de control i certificació de llavors (segons l'Ordre d'I de

juliol de 1986, BOE de 19 de juliol) estableix els requisits que han de reunir les llavors quant a la puresa específica (% mínim), la matèria inert (% màxim), la presència de llavors d'altres espècies (nombre màxim), la germinació (% mínim) i la humitat (% màxim). Així, per exemple, en el cas del sorgo la presència de llavors d'altres espècies ha de ser nul·la. A les llavors certificades de *Triticum aestivum* L., la puresa específica i varietal mínima de les llavors ha de ser del 98% i 99,7%, respectivament. En el cas de *Trifolium alexandrinum* L., la puresa específica mínima ha de ser del 97% i el percentatge en pes del nombre màxim de llavors d'altres espècies és 1,5%. Per a *Lolium multiflorum* Lam., la puresa específica mínima ha de ser del 96% i el percentatge en pes del nombre màxim de llavors d'espècies estranyes és 1,5%. Per a *Hedysarum coronarium* L., la puresa específica mínima ha de ser del 95% i el percentatge en pes del nombre màxim d'altres espècies és 2,5%. En alguns casos a la norma també s'indiquen els tipus de llavors d'altres espècies que s'admeten. Com es pot veure fins i tot les llavors certificades poden incorporar una certa proporció d'espècies no desitjades.

Per aquest motiu hem considerat important avaluar la problemàtica de la introducció d'espècies a les Illes Balears per aquesta via. Es presenta una anàlisi quantitativa, com és el percentatge del nombre de llavors d'altres espècies dins lots d'espècies tradicionalment conreades a les Illes, així com el nombre d'aquestes llavors contaminants per kg de mostra. Per altra banda, també presentem una anàlisi qualitativa que ens ha permès identificar quines espècies al·lòctones estan arribant a les Illes.

Materials i mètodes

A fi de quantificar les llavors d'altres espècies presents als sacs de llavors destinats

a l'agricultura, s'ha treballat amb un total de 12 mostres obtingudes a un establiment de Menorca. La major part de les mostres pertanyen a espècies farratgeres, que són especialment utilitzades a Menorca per la importància del ramat a aquesta illa. Concretament, s'ha analitzat tres mostres de *Trifolium alexandrinum* (bersim), tres de *Sorghum bicolor* (sorgo), dues de *Triticum aestivum* (blat), dues de *Lolium multiflorum* (raigràs) i dues d'*Hedysarum coronarium* (enclova).

Totes les mostres s'han adquirit al mateix establiment comercial, però en dates diferents. Les llavors de *T. alexandrinum*, *L. multiflorum* i *H. coronarium* són llavors certificades, mentre que les llavors de *S. bicolor* i *T. aestivum* no ho són. Les llavors certificades procedeixen de la península

Ibèrica, tot i que no se'ns ha pogut especificar amb més detall l'origen geogràfic. Per a obtenir el nombre de llavors presents a cada mostra s'han fet 30 pesades d'un nombre conegut de llavors. Les llavors contaminants s'han separat de les mostres en estudi amb l'ajut d'una lupa binocular. Els resultats s'han expressat com a percentatge del nombre i del pes que representen el total de llavors d'altres espècies respecte al total de la mostra, com també el nombre de llavors d'altres espècies per kg de mostra. També s'indiquen aquests valors per a cada un dels diferents tipus de llavors que s'han trobat.

Els tipus de llavors contaminants s'han identificat taxonòmicament mitjançant diversos manuals (Villarías, 2006; Carretero, 2004) i plec d'herbari de la col·lecció de la Universitat de les Illes Balears. Els tipus de

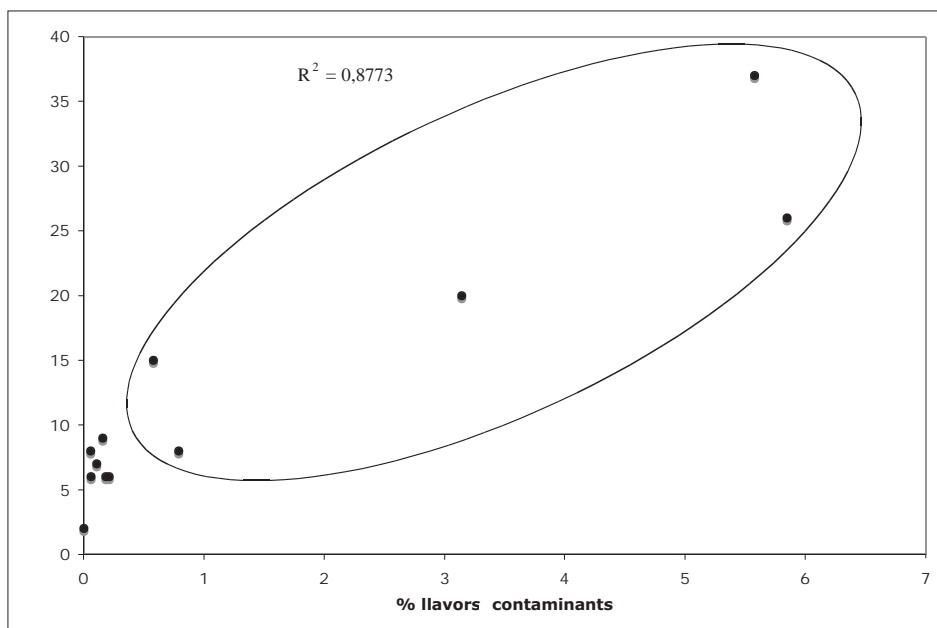


Fig. 1. Relació entre el percentatge del nombre de llavors contaminants respecte al total de llavors de les mostres i el nombre d'espècies representades en les llavors contaminants. En una el·lipse s'envolten les mostres procedents de lots no certificats.

Fig. 1. Relation between the percentage of the number of contaminated species respect to the total of the samples and the number of species represented in the contaminated seeds. Within the ellipse are enclosed the seeds proceeding from non certified lots.

MOSTRA	Pes mostra neta (g)	% pes llav. contam.	% nre. llavors contam.	Nre. tipus llavors contam.	Llavors contam./kg mostra	Llavors /ha
<i>T. alexandrinum</i> A	250,94	0,165	0,213	6	753	22.590
<i>T. alexandrinum</i> B	296,24	0,141	0,186	6	655	19.650
<i>T. alexandrinum</i> C	246,40	0,095	0,111	7	390	11.700
<i>L. multiflorum</i> A	634,52	0,025	0,161	9	455	9.100
<i>L. multiflorum</i> B	254,46	0,0007	0,003	2	8	160
<i>H. coronarium</i> A	271,38	0,043	0,059	8	118	2.360
<i>H. coronarium</i> B	249,96	0,052	0,062	6	124	2.480
* <i>S. bicolor</i> A	252,93	0,794	3,142	20	1289	12.890
* <i>S. bicolor</i> B	347,43	0,121	0,791	8	374	3.740
* <i>S. bicolor</i> C	977,52	1,274	5,577	37	2325	23.250
* <i>T. aestivum</i> A	1251,64	0,041	0,582	15	125	11.250
* <i>T. aestivum</i> B	242,69	1,237	5,848	26	1430	128.700

Taula 1. Principals valors quantitius obtinguts de la presència de llavors contaminants a les mostres analitzades. Amb * les mostres de lots no certificats.

Table 1. Principal quantitative values obtained detecting the presence of contaminated seeds in the analysed samples. Samples with an * are non certified lots.

llavors que no es van poder identificar directament es van fer germinar. Es van utilitzar 10 llavors de cada tipus sempre que hi hagués suficient material i es van sembrar 5 llavors a dos al·lèols.

El substrat utilitzat fou una mescla de terra, turba i perlita. En una segona ronda de germinació, les llavors es van fer germinar en plaques de Petri amb un substrat d'agar 1% i en condicions de 25 °C/15 °C i fotoperíode 12h llum/12h fosca. Les llavors ja germinades, una vegada havien desenvolupat els cotiledons, es van repicar individualment en un al·lèol. Finalment, les plantes la determinació de les quals requeria l'estat de floració - fructificació es van repicar en un test.

Resultats

A la taula 1 s'han reunit els principals resultats quantitius obtinguts de l'anàlisi de les mostres. Es pot observar una clara diferenciació de les mostres no certificades de les que sí ho estan. Així, tres de les cinc mostres no certificades presenten valors superiors al 0,5% en pes de llavors contaminants, i les cinc presenten valors part damunt del 0,5% en nombre de llavors contaminants. Fins i tot, tres d'aquestes superen el 3% en nombre de llavors no desitjades, amb un valor màxim prop del 6% en una de les mostres de *Triticum aestivum*. Aquests valors són clarament superiors que als de les mostres que sí que estaven

Taula 2. (pàgina següent) Espècies que s'han trobat contaminant els lots de llavors d'espècies conreades. S'especifica per a cada una la seva proporció en relació al total de llavors contaminants de la mostra corresponent, i l'estima de llavors contaminants que s'introdueixen per hectàrea: bersim 30 kg/ha, blat 90 kg/ha, raigràs 20 kg/ha, sorgo 10 kg/ha, enclova 20 kg/ha (Canals *et al.*, 2007; i comunicacions personals d'agricultors menorquins). *T. alexan.* = *Trifolium alexandrinum*; *Sorghum* = *Sorghum bicolor*; *Triticum* = *Triticum aestivum*; *Lolium* = *Lolium multiflorum*; *Hedysarum* = *Hedysarum coronarium*.

Table 2. (next page) Species contaminating crop plant species. Indicated are their proportion in relation to the total of the contaminated seeds introduced per ha: bersim 30 kg/ha, wheat 90 kg/ha, annual or Italian ryegrass 20 kg/ha, sorghum 10 kg/ha, sulla 20 kg/ha (Canals *et al.* 2007; and personal communications from Minorcan farmers). *T. alexan.* = *Trifolium alexandrinum*; *Sorghum* = *Sorghum bicolor*; *Triticum* = *Triticum aestivum*; *Lolium* = *Lolium multiflorum*; *Hedysarum* = *Hedysarum coronarium*.

certificades que, com a màxim, arriben a 0,21% de llavors contaminants en un cas i en tres no arriben al 0,1% de llavors no desitjades. També hem trobat que la major part dels lots no certificats incorporen més de 10 tipus diferents de llavors no desitjades, amb un màxim de 37 en una de les mostres. Per contra, cap de les mostres certificades no supera el llindar de 10 tipus diferents de llavors contaminants. Hem trobat una relació lineal significativa entre el percentatge del nombre de llavors i el nombre de tipus d'espècies diferents que contaminen els lots (Fig. 1). També hi ha una relació lineal semblant amb el percentatge en pes de les llavors contaminants.

S'ha de dir, però, que quan les llavors de les espècies conreades són molt petites, com passa amb *Trifolium alexandrinum*, la presència de llavors contaminants en proporcions aparentment molt baixes en realitat representa la introducció a la natura d'un nombre de llavors molt important. Per exemple, la mostra A de *Trifolium alexandrinum* amb només un 0,21% de llavors no desitjades suposa més de 750 llavors per kg del lot comercial, que és un valor superior al d'alguna de les mostres no certificades d'espècies amb llavors més feixugues, com les de *Sorghum bicolor* o *Triticum aestivum*. Per aquests motius, com es mostra a la darrera columna de la taula 2, el nombre de llavors no desitjades que es llancen per hectàrea barrejades amb les de *Trifolium alexandrinum* és del mateix ordre de magnitud que el de les llavors no certificades de *Sorghum bicolor*.

Al conjunt de les dotze mostres analitzades s'han identificat un total de 50 espècies. A la taula 2 es presenta una relació de les espècies que hem trobat a cada una de les mostres, com també el percentatge que suposen respecte les llavors contaminants trobades a la mostra i el nombre de llavors que es llancen al camp per hectàrea suposant un densitat de sembra estàndard. De les 50 espècies identificades, 23 (46%) s'han trobat

a una sola mostra, un clar indicador de l'elevada heterogeneïtat que hem trobat al conjunt de mostres analitzades. D'altra banda, 33 espècies (66%) només han aparegut als lots no certificats.

A la major part de les mostres ens trobam que únicament unes poques espècies, de vegades només una o dues, són majoritàries (entre el 50% i el 78% de les llavors contaminants), mentre que la resta apareix en proporcions molt baixes, per davall del 5%.

De tota manera, atès que en les sembrades agrícoles s'utilitzen gran quantitats de llavors, fins i tot aquestes espècies minoritàries poden arribar en quantitats prou importants als camps. És el cas, per exemple, d'*Abutilon theophrasti*, com es comenta més endavant. Els tipus de llavors més abundants han estat *Cichorium endivia* ssp. *divaricatum* (= *C. endivia* ssp. *pumilum*) (55,3%, 72,1%, 78,2% a les tres mostres de *Trifolium alexandrinum*, respectivament), *Echinochloa crusgalli* (66,56% a *Sorghum* A i 28,44% a *Sorghum* B), *Amaranthus* spp. (77,30% a *Sorghum* C), *Chenopodium album* (21,79% a *Triticum* A) i *Papaver rhoeas* (33,02% a *Triticum* B), llavors de mida molt petita que fàcilment es poden decantar i concentrar-se al fons del sac.

Només 19 (40%) de les 47 espècies identificades són espècies al·lòctones de les Illes Balears. La major part són espècies conreades, com és el cas d'*Helianthus annuus*, *Hedysarum coronarium*, *Lolium* spp. o *Pisum sativum*. Així mateix, hem trobat algunes espècies que són conegudes herbes al·lòctones considerades com a infestants dels camps de conreu: és el cas de *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus* spp. i *Datura stramonium*. Cal destacar que també s'ha trobat *Equinaria capitata*, una espècie d'origen mediterrani, pròpia de prats secs, que fins ara no havia estat citada a les Illes Balears. Aquest cas ens mostra que, efectivament, els lots de llavors de conreus són una constant via d'introducció de noves espècies.

Moltes altres espècies que són considerades autòctones han aparegut en quantitats apreciables; la seva presència és igualment un problema pels agricultors pel seu caràcter infestant, com és el cas de *Chenopodium album*, *Chrysanthemum coronarium*, *Convolvulus arvensis*, *Galium aparine*, *Papaver roheas*, *Rapistrum rugosum*, *Setaria verticillata*, etc., que són, de fet, unes de les «males herbes» més comunes als camps de les Illes Balears.

Discussió

Les dades aportades mostren que els lots comercials de llavors d'espècies cultivades són una via d'entrada d'espècies no desitjades. Això es dona fins i tot als lots de llavors certificades. Però és clar que les llavors no certificades representen un risc notablement superior. Malgrat que la comparació no es fa entre mostres de la mateixa espècie, les dades són prou indicadores: la mitjana del percentatge de llavors contaminants sobre el total de la mostra és més de 28 vegades superior als lots no certificats que als certificats. Aquests valors són menys espectaculars, però igualment importants, si la comparació es fa entre el nombre de llavors contaminants per kg de mostra o entre el nombre de diferents espècies contaminants trobades: en ambdós casos les llavors no certificades presenten mitjanes amb valors almenys tres vegades superiors.

De tota manera, els resultats mostren que hi ha diferències substancials en el percentatge del nombre de llavors contaminants entre els diferents tipus de mostra, però que la variabilitat és molt més alta en la mostra de llavors no certificades. Això pot ser un indicatiu de l'heterogeneïtat dels lots d'aquests tipus de llavor. Per contra, la qualitat de les mostres certificades és molt més homogènia.

Les nostres dades no confirmen els

resultats de Kuc *et al.* (2003), que troben que *Lolium rigidum* és, amb diferència, l'espècie que presenta un major índex de severitat d'infestació, entès com a freqüència relativa multiplicat per l'abundància mitjana, atès que només hem trobat aquesta espècie en una sola mostra (de *Triticum aestivum*); en qualsevol cas, la comparació no és gaire significativa atesa la diferència en el nombre de mostres i en la seva tipologia (només cereals al treball citat). D'altra banda, igual que en el nostre cas, aquest autor va trobar com a espècies contaminants *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Fallopia convolvulus*, *Lolium multiflorum* i *Phalaris brachystachys*.

Les nostres dades mostren valors de contaminació molt més elevats que els resultats de Don (1997) que va trobar menys d'una llavor contaminant sobre mostres de 25.000 llavors; fins i tot el 62% de les seves mostres de blat certificat analitzats per aquest autor estaven netes de llavors contaminants.

D'acord amb el Reglament tècnic de control i certificació de llavors (segons l'Ordre d'1 de juliol de 1986, BOE de 19 de juliol), les mostres analitzades en aquest treball corresponents a lots de llavor certificada compleixen els requisits prevists a la norma. En canvi, les dues mostres de blat i de sorgo, que no estaven certificades, no haguessin complert aquesta normativa ja que, en ambdós casos, superen el nombre màxim de llavors d'altres espècies que hi pot haver per pes de mostra.

Encara que al conjunt de les mostres el percentatge en nombre de llavors contaminants sembla baix (valors màxims de 3,1 i 5,6 en mostres de sorgo, i 5,8% en una mostra de blat), en realitat el nombre de llavors que s'alliberen al camp és extremadament gran. Així, per exemple, els nostres resultats mostren que semblant *S. bicolor* en una dosi de 10 kg/ha s'introduirien 17.745 llavors d'*Amaranthus* spp. per hectàrea utilitzant una de les mostres, o 776 llavors de *Datura stramonium* per hectàrea

utilitzant-ne una altra. En el cas de llavor certificada, sembrant *T. alexandrinum* una dosi de 30 kg/ha s'introduirien fins a 12.430 llavors de *Cichorium endivia* ssp. *divaricatum* per hectàrea. Aquests darrers valors mostren com fins i tot els lots de llavors certificades, tal com està definida la norma a hores d'ara, poden suposar un importantíssim risc d'introducció d'espècies no desitjades.

Encara que s'ha trobat una notable heterogeneïtat entre lots de llavors, cal comentar que uns dels aspectes rellevants des d'un punt de vista qualitatiu és que s'han trobat llavors d'espècies al·lòctones a les Illes Balears, algunes de les quals amb un reconegut caràcter invasor, com són els casos del gènere *Amaranthus*, d'*Abutilon theophrasti* i de *Datura stramonium*. A les Balears es troben nou espècies naturalitzades d'*Amaranthus*, distribuïdes per tot el territori de comunitats terofítiques ruderals, zones degradades i camps de conreu, on poden arribar a ser invasores (Moragues i Rita, 2005). Aquestes espècies són: *A. retroflexus*, *A. blitoides*, *A. hybridus*, *A. deflexus*, *A. muricatus*, *A. viridis*, *A. blitum* ssp. *emarginatus*, *A. albus* i *A. powelii*. Les espècies que s'han pogut identificar taxonòmicament a aquest treball han estat *A. retroflexus* i *A. hybridus*. El percentatge de germinació de les llavors d'*Amaranthus* spp. en condicions controlades va ser del 48% (a partir de 100 llavors).

En el cas d'*Abutilon theophrasti*, s'han trobat només unes poques llavors a una mostra (6 llavors a una mostra de sorgo, representant sols el 0,3% del nombre total de llavors contaminants). Però, atès que és una espècie autògama i que un sol individu pot produir unes vuit mil llavors, que a més poden ser viables durant més de 40 anys, concentracions tan baixes poden, en realitat, ser suficients per a infestar un nou territori. Les llavors es dispersen pels canals de regatge, pels fems i els purins (Saavedra *et al.*, 1995; Cortés *et al.*, 1999; Recasens,

2005). A la Península és una mala herba especialment agressiva en cultius de cotó, blat d'indi, patata i gira-sol de regadiu i comença a introduir-se en els cítrics, melicotoners i espàrrecs (Moragues i Rita, 2005). A les Balears apareix de forma esporàdica en camps de cultiu de Mallorca, camps de sa Pobla i Santanyí (Moragues i Rita, 2005), a Formentera (Stafforini *et al.*, 2001) i també s'ha citat a Menorca (Fraga *et al.*, 2001), on l'hem observada personalment infestant camps de blat de moro.

Datura stramonium, present en dues de les mostres de sorgo, és nativa d'Amèrica del Nord i apareix esporàdicament a les Illes Balears. Fins ara, malgrat que no sembla que representi cap risc elevat de tornar-se invasora (Moragues i Rita, 2005), és una planta que genera problemes a molts indrets del món (Weber, 2004).

La presència d'*Echinaria capitata*, que hem confirmat amb el cultiu de les llavors, és una dada rellevant. Aquesta és una espècie més pròpia de prats secs naturals que una mala herba dels cultius (malgrat que en aquest cas Le Houérou (1991) la citi com a espècie amb caràcter invasor). Això ens mostra com a les Illes també poden arribar no només espècies segetals, sinó també espècies que pertanyen a les comunitats dels prats naturals. Això genera alguns dubtes sobre la tradicional consideració d'autòctones de moltes de les espècies que viuen actualment a les Illes Balears perquè no podem saber quines han arribat dins els sacs de llavors de conreu. Perquè si avui en dia, amb la capacitat de control i regulació que tenim, estam introduint noves espècies de forma involuntària, què no va passar temps enrere quan no existien aquest controls? A més a més, també podem imaginar un cert risc de contaminació genètica per l'arribada de genotips que no es troben a les poblacions locals de les espècies autòctones.

Les nostres dades ens mostren que l'ús de llavors certificades per a sembrar els camps de conreu és una bona pràctica agrícola del

tot recomanable. Però també ens mostra que els llandars que s'accepten per a definir la certificació de les llavors importades no són suficients per a evitar la introducció de noves espècies. Seria bo aconseguir uns nivells de qualitat superiors i garantir l'absència absoluta d'espècies invasores. Seria aconsellable, segons les nostres dades, endurir no només els aspectes quantitius, sinó també els qualitius de la norma que regula la certificació de llavors que importam, per tal de garantir la qualitat dels lots de llavors. A més, seria desitjable potenciar l'ús de llavors produïdes a les pròpies Illes per a reduir el risc de la introducció de noves espècies.

Agraïments

Agraïm al Dr. J. Recasens la col·laboració en la identificació d'algunes de les llavors.

Bibliografia

- Canals, R.M., Peralta, J. i Zubiri, E. 2007. *Flora Pratense y Forrajera cultivada de la Península Ibérica*. Disponible a: http://www.unavarra.es/servicio/herbario/pratenses/htm/especies_ncien.htm. Dept. de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra.
- Carretero, J.L. 2004. *Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles*. Ed. Phytoma. Madrid. 754 pp.
- Cortés, J.A., Morejón, B., Castejón, M. i Mendiola, A. 1999. Eficacia herbicida en el control de *Abutilon theophrasti* M. en algodón en el valle del Guadalquivir. In: Sociedad Española de Malherbología (ed.) *Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*: 287-294. Ed. Gobierno de la Rioja. Logroño. 460 pp.
- Cronk, Q.C.B. i Fuller, J.L. 2001. *Plant invaders. The threat to natural ecosystems*. People and Plants Conservation Manuals. Ed. Earthscan Publications Ltd, UK and USA. 241 pp.
- Delanoë, O., De Montmollin, B., Olivier, L. i IUCN/SSC Mediterranean Islands Plant Specialist Group. 1996. *Conservation de la Flore des Iles Méditerranéennes. 1. Stratégie d'Action*. Ed. IUCN. Gland and Cambridge. 106 pp.
- Don, R. 1997. Weed seed contamination in cereal seed. In: *The 1997 Brighton Crop Protection Conference - Weeds: Proceedings of an International Conference*: 255-262. Ed. British Crop Protection Council. Brighton, UK. 1202 p.
- Fraga, P., Mascaró, C., Carreras, D., Gracia, O., Pons, M. i Truyol, M. 2001. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (II). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 44: 73-79.
- Guillerm, J.L. 1991. Weed invasion in agricultural areas. In: Groves, R.H. i di Castri, F. (eds.). *Biogeography of Mediterranean Invasions*: 379-392. Cambridge University Press. Cambridge. 485 pp.
- Heywood, V.H. 1995. The Mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecologia Mediterranea*, 21(1/2): 11-18.
- Izquierdo, J. 1986. Algunas características de *Abutilon theophrasti* Medicus como mala hierba introducida en Lèrida. *ITEA* 65: 45-55.
- Kuc, A., Conesa, J.A. i Recasens, J. 2003. *Identificación de semillas de malas hierbas en granos de trigo tras la cosecha*. Còpia del cartell presentat al Congrés de 2003 de la Sociedad Española de Malherbología. Barcelona.
- Le Houérou, H.N. 1991. Plant Invasions in the rangelands of the isoclimatic mediterranean zone. In: Groves, R.H. i di Castri, F. (eds.). *Biogeography of Mediterranean Invasions*: 393-404. Cambridge University Press. Cambridge. 485 pp.
- Moragues, E. i Rita, J. 2005. *Els vegetals introduïts a les Illes Balears*. Documents tècnics de conservació, IIª època, núm.11. Ed. Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears. Palma de Mallorca. 126 pp.
- Richardson, D.M., Pysèk, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta F.D. i West C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6: 93-107.
- Recasens, J., Calvet, V., Cirujeda, A. i Conesa, A. 2005. Phenological and demographic behaviour of an exotic invasive weed in agroecosystems. 57-66. *Biological Invasions*,

- 7: 17-27.
- Saavedra, M., Cortés, J. A., Gómez de Barrera, D., Rodríguez Berraré, J. A., Taberner, A., Castejón, M., Monserrat, A. i Zaragoza, C. 1995. *Malas hierbas de difícil control*. Min. Agricultura, Pesca. Madrid.
- Stafforini, M., Torres, N., Sáez, Ll., González, J.M., Duñó J. i Puget, G. 2001. Notes florístiques de les Illes Balears (XIII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 44: 57-66.
- Villarías, J.L. 2006. *Atlas de las malas hierbas*. Ediciones Mundi-Prensa. 4rta edició. Barcelona. 632 pp.
- Weber, E. 2004. *Invasive Plant Species of the World. A reference guide to environmental weeds*. Cabi Publishing. Oxon & Cambridge. 548 pp.
- Williamson, M. 1996. *Biological Invasions*. Population and Community Biology Series, 15. Ed. Chapman & Hall. Londres. 244 pp.

Estudi del fitoplàncton de les aigües costaneres de les Illes Balears (2005-2006) en el marc de la implantació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua per a l'avaluació del seu estat ecològic

Margarita PUIGSERVER, Núria MONERRIS i Gabriel MOYÀ

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Puigserver, M., Monerris, N. i Moyà, G. 2008. Estudi del fitoplàncton de les aigües costaneres de les Illes Balears (2005-2006) en el marc de la implantació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua per a l'avaluació del seu estat ecològic. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 49-62. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca

En el present treball es recullen els resultats de l'estudi de la composició i abundància del fitoplàncton destinat a l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres en el marc de la implantació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMA) a les Illes Balears. S'ha agafat com a referència de zona no alterada antròpicament la corresponent al Parc Nacional de l'Arxipèlag de Cabrera. S'han identificat un total de 251 tàxons a nivell d'espècie o gènere (141 dinoflagel·lades, 90 diatomees i 20 d'altres flagel·lats). D'aquests tàxons, 26 són reconeguts com a tòxics segons la *Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)* i 4 són coneguts formadors de proliferacions. Les màximes concentracions s'han localitzat principalment a l'illa de Mallorca i de forma recurrent a zones amb una alta influència antròpica com les badies de Palma i Alcúdia. La majoria de les mostres presenten una comunitat dominada per haptòfites dels gèneres *Phaeocystis* i *Chrysochromulina* i altres espècies ultraflagel·lades. *Phaeocystis* ha dominat també les comunitats de referència de Cabrera i associam les seves proliferacions a factors naturals. El segon grup més abundant són les diatomees, dominant els gèneres *Pseudo-nitzschia* i *Chaetoceros*. D'acord amb el fitoplàncton, la major part del litoral Balear es troba en unes bones condicions ecològiques. Mentre que determinades àrees, com algunes badies i zones portuàries, presenten condicions que afavoreixen les proliferacions fitoplanctòniques i la presència d'espècies indicadores d'alteracions del sistema.

Paraules clau: Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMA), estat ecològic, litoral, fitoplàncton, Illes Balears.

PHYTOPLANKTON STUDY FROM THE BALEARIC COASTAL WATERS (2005-2006) FOR ECOLOGICAL STATUS EVALUATION WITHIN THE IMPLEMENTATION OF THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE. The present study reports the phytoplankton composition and abundance from the coastal waters for the ecological status evaluation for the implementation of the Water Framework Directive (WFD) in the Balearic Islands. The Cabrera Archipelago National Park has been taken as the undisturbed pristine reference area. A total of 251 species or genera have been identified (141 dinoflagellates, 90 diatoms and 20 other flagellates). From these, 26 species are included in the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) toxic algae checklist and 4 of them are well known bloom formers. Maximum cell abundances were found mainly in the waters off the island of Mallorca particularly in highly anthropogenically-influenced areas such Palma and Alcúdia Bays. Most samples are dominated by haptophytes from the *Phaeocystis* and

Chrysochromulina genera, and also from other ultraflagellated species. *Phaeocystis* has been the most abundant algae as in the Cabrera reference area, and its blooms are related to natural factors. Diatoms are the second most abundant group, with *Pseudonitzschia* and *Chaetoceros* as the dominating genera. Based on this phytoplankton study, most Balearic coastal waters are in good ecological status. However, in some particular areas, such as certain bays and harbours, they have an ecological status which favors phytoplankton blooms and bio-indicator species which suggest environmental alterations are present in these areas.

Keywords: *Water Framework Directive (WFD), ecological status, coastal waters, phytoplankton, Balearic Islands.*

Margarita PUIGSERVER, Nuria MONERRIS i Gabriel MOYÀ, Grup d'Ecologia Interdisciplinària, Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears, ctra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma de Mallorca, e-mail: dbamps4@uib.es

Recepció del manuscrit: 01-ago-08; revisió acceptada: 17-nov-08.

Introducció

La Directiva Marc Europea de l'Aigua (DMA, 2000) en el seu Annex V estableix que un dels Indicadors biològics per a la classificació de l'Estat Ecològic de les aigües costaneres és la composició, abundància i biomassa del fitoplàncton. En el present treball es recullen els resultats de l'estudi de la composició i abundància del fitoplàncton, destinat a l'avaluació de l'estat ecològic de les masses d'aigua costaneres en el marc de la implantació de la DMA a les Illes Balears. La utilització del fitoplàncton com indicador ecològic no s'ha de limitar a l'estudi quantitatiu si no que també ha d'incloure una anàlisi qualitativa de les espècies o grups funcionals que componen la comunitat. I per poder classificar les aigües segons el seu estat ecològic s'ha de comparar l'abundància i composició del fitoplàncton de cada massa d'aigua amb les de referència.

Fins ara, els estudis del fitoplàncton a les Balears s'havien restringit a àrees molt localitzades, principalment badies i ports, tant pel que fa referència a estudis de tota la

comunitat fitoplanctònica (Vives, 1992; Puigserver, 2003) com als estudis relatius a espècies nocives o tòxiques (Forteza *et al.*, 1998; Puigserver *et al.*, 2001; Basterretxea *et al.*, 2005). L'objectiu d'aquest estudi és donar una primera referència de les característiques de les comunitats fitoplantòniques de tot el litoral balear i en diferents moments del cicle anual, per la qual cosa s'han realitzat quatre campanyes de mostreig compreses entre els estius de 2005 i 2006.

Materials i mètodes

S'han realitzat quatre campanyes de mostreig en què les mostres es varen recollir a 64 punts, distribuïts en 31 masses d'aigua delimitades segons criteris de la DMA i basats en el tipus de costa (Fig. 1). Els mostrejos es varen realitzar en les dates especificades a continuació junt amb la denominació de cada campanya: estiu 2005 (del 29 d'agost al 24 de setembre), hivern 2006 (del 3 al 27 de març), primavera 2006 (del 15 de maig al 3 de juliol) i estiu 2006 (del 21 d'agost al 19 de setembre). Es

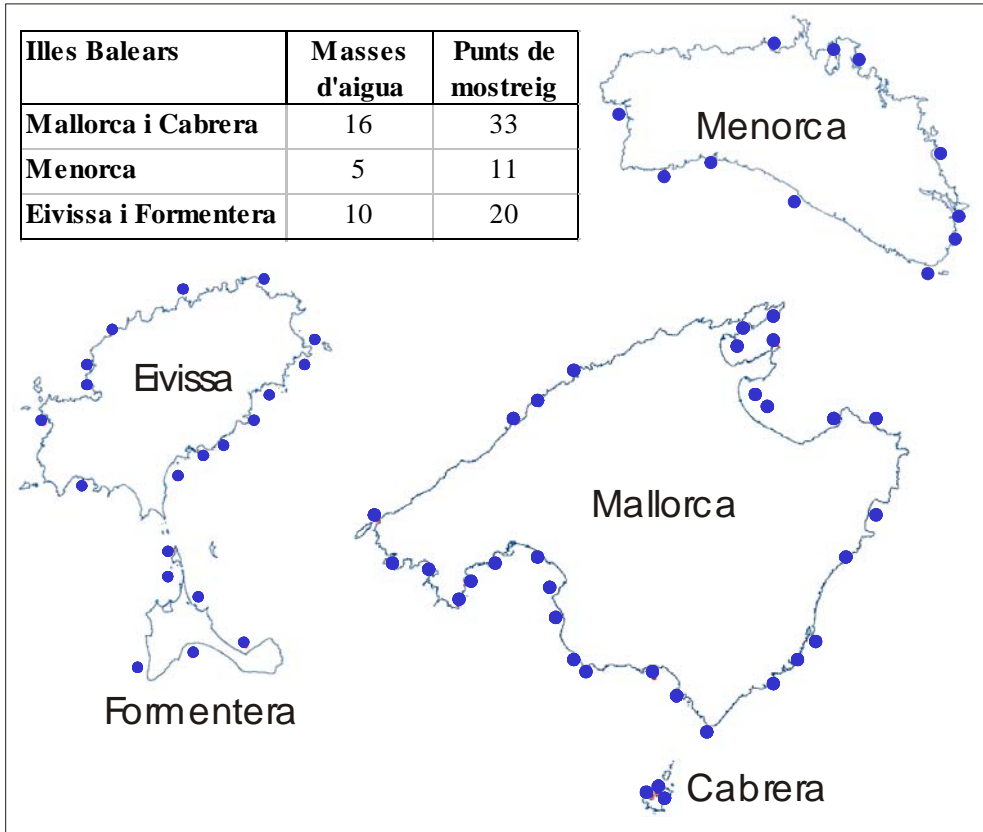


Fig. 1. Mapa de localització de les estacions de mostreig.
Fig. 1. Sampling site location map.

recollien mostres a 1 i 15 m de profunditat utilitzant una botella Niskin. Les mostres eren fixades amb unes gotes de Lugol acètic (Thronsdén, 1978) i emmagatzemades pel seu posterior estudi.

La identificació i recompte del fitoplàcton es va realitzar per la tècnica d'Utermöhl (Margalef, 1974a) utilitzant columnes de sedimentació de 50 o 100 ml. Per a l'observació de les mostres s'ha utilitzat un microscopi invertit ZEISS Axiovert equipat per a la presa d'imatges digitals.

Resultats

Seguint la DMA s'ha agafat com a referència tipus de zona no alterada antròpicament la massa d'aigua corresponent al Parc Nacional de l'Arxipèlag de Cabrera, sense tenir en compte l'estació d'Es Castell per la influència que rep del port. S'han considerat proliferacions destacades les concentracions fitoplanctòniques totals quan el seu valor supera el doble de la màxima abundància cel·lular trobada a les

estacions de referència per a cada una de les campanyes de mostreig (Figs. 2 i 3; 5 i 6). Per tant, les concentracions cel·lulars que destacam varien segons les distintes campanyes.

Llistat taxonòmic del fitoplàncton

S'han identificat un total de 251 tàxons a nivell d'espècie o gènere. D'aquests, 141 tàxons pertanyen a les dinoflagel·lades, 90 són diatomees i 20 a altres classes taxonòmiques de flagel·lats. En alguns casos s'han identificat grups, com les *Pseudonitzschia* grup *delicatissima* i grup *seriata*, o el grup *Karlodinium*, en els que s'inclouen espècies morfològicament molt semblants que no es poden identificar específicament en els recomptes rutinaris. Dels tàxons identificats, 26 són reconeguts com a tòxics segons la *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC) i altres 4 són coneguts formadors de proliferacions tot i no produir toxines (Taula 1).

Abundància i composició fitoplanctònica generals

Les concentracions fitoplanctòniques totals han oscil·lat entre 139-2561 cèl/ml, 55-1740 cèl/ml, 127-4074 cèl/ml i 34-877 cèl/ml a les respectives campanyes. D'aquestes, un 77% de les mostres d'estiu 2005, un 94% a l'hivern, un 68% a la primavera i un 100% a l'estiu 2006 no varen superar les 1000 cèl/ml.

La major part de les mostres presenten una comunitat dominada per haptòfites dels gèneres *Phaeocystis* i *Chrysochromulina* i altres espècies ultraflagel·lades. Aquestes espècies van acompanyades per altres de distintes grups. En general destaquen per la seva abundància les diatomees, les quals han mostrat proliferacions puntuals durant tot l'estudi i han proliferat de forma general a l'hivern a les illes de Menorca, Eivissa i

Formentera, amb domini de *Pseudonitzschia*, i a la Badia de Palma, amb domini de *Chaetoceros* i *Pseudonitzschia*.

Pel que fa a les Dinoflagel·lades, les màximes abundàncies cel·lulars s'han detectat a la primavera, concretament a Sta. Ponça, Magalluf i Illetes a l'illa de Mallorca, a la costa nord de Menorca des de Fornells a S'Algar i a punts concrets d'Eivissa i Formentera. En aquestes mostres abunden *Heterocapsa pygmaea* i diverses espècies de Gymnodinials i en elles s'ha observat també la presència de tòxiques principalment dels gèneres *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Karenia* i *Prorocentrum*. Altres creixements de dinoflagel·lades s'han detectat a l'estiu de 2005 a Cala Gamba, Port d'Alcúdia, Cala Millor, Portocristo i Portocolom, amb domini de Gymnodinials i creixement d'*Alexandrium* a Cala Millor, Portocristo i Portocolom. A l'estiu de 2006 s'ha detectat novament a Cala Gamba, un creixement de dinoflagel·lades Gymnodinials.

Estiu 2005

Les màximes concentracions de l'estiu 2005 s'observaren a l'illa de Mallorca (Fig. 2). Les abundàncies cel·lulars superaren les 2000 cèl/ml a la Badia de Palma, concretament a Cala Gamba i Son Verí, i a Cala Marmacen (Andratx). Superaren les 1500 cèl/ml en el port de Sóller i Cala Millor.

La resta de mostres amb concentracions superiors a les 1000 cèl/ml corresponen a distintes llocs del litoral de Mallorca, al Castell de Cabrera i a la Punta dels Andreus a Eivissa. Pel que fa a la Badia de Palma, junt amb les haptòfites i altres ultraflagel·lades, proliferaren les diatomees *Asterionellopsis glaciaris*, *Chaetoceros* i *Leptocylindrus minimus*. Entre les espècies tòxiques destaquen *Pseudonitzschia* grup *delicatissima*.

	Estiu 2005	Hivern 2006	Primaver a 2006	Estiu 2006	Referència Cabrera
<i>Akashiwo sanguinea</i> #	X		X	X	
<i>Alexandrium minutum</i>	X	X	X	X	X
<i>Alexandrium</i> sp.	X		X	X	X
<i>Amphidinium carterae</i>	X				
<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i>	X				
<i>D. acuta</i>	X	X	X		
<i>D. caudata</i>	X	X	X		X
<i>D. fortii</i>		X		X	
<i>D. mitra</i>		X	X	X	
<i>D. cf. norvegica</i>	X	X	X	X	X
<i>D. rapa</i>				X	
<i>D. rotundata</i>	X	X	X	X	X
<i>D. sacculus</i>		X	X		
<i>D. tripos</i>			X		
<i>Gymnodinium catenatum</i>				X	
<i>Karenia papilionacea</i>	X	X	X	X	
<i>Karenia</i> sp.	X	X	X	X	X
<i>Karlodinium grup</i>	X	X	X	X	X
<i>Katodinium glaucum</i> #	X		X		X
<i>Ostreopsis siamensis</i>	X		X	X	X
<i>Prorocentrum balticum</i> #	X	X	X	X	X
<i>P. emarginatum</i>				X	
<i>P. lima</i>			X	X	
<i>P. minimum</i>	X		X	X	X
<i>P. rathymum</i>	X		X		
<i>Takayama pulchella</i> #	X	X	X	X	
<i>Pseudo-nitzschia</i> gr. <i>delicatissima</i>	X	X	X	X	X
<i>Pseudo-nitzschia</i> gr. <i>seriata</i>		X	X	X	X
<i>Heterosigma akashiwo</i>	X	X	X		
<i>Phaeocystis</i> sp.	X	X	X	X	X

Taula 1. Aparició d'espècies tòxiques segons la llista de referència de la IOC i altres formadores de proliferacions (#).

Table 1. Records of IOC toxic algae and other bloom forming species (#).

A Cala Marmacen, Port de Sóller i Cala Millor, la comunitat estava clarament dominada per ultraflagel·lades i haptòfites, amb mínima presència d'espècies potencialment nocives.

Hivern 2006

La major part de mostres d'aquesta campanya no superaren les 1000 cèl/ml. Les concentracions més altes s'han mesurat

a la Badia de Palma, concretament a Son Verí amb una proliferació de diatomees amb domini de *Chaetoceros* junt amb *Pseudo-nitzschia* (Fig. 2). Altres zones amb altes concentracions fitoplànctòniques han estat les badies de Pollença i d'Alcúdia, Portocristo, Portocolom, badia de Palma i zones properes, punts diversos dels litorals de Menorca i Formentera (Fig. 2). Les comunitats estan majorment dominades per

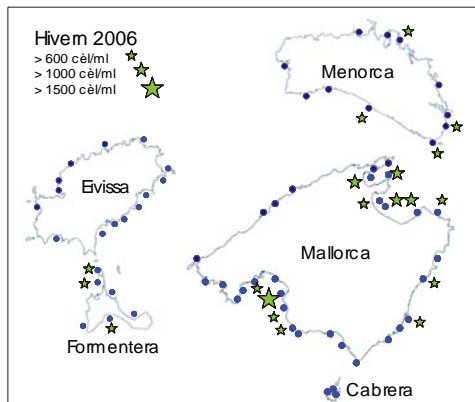
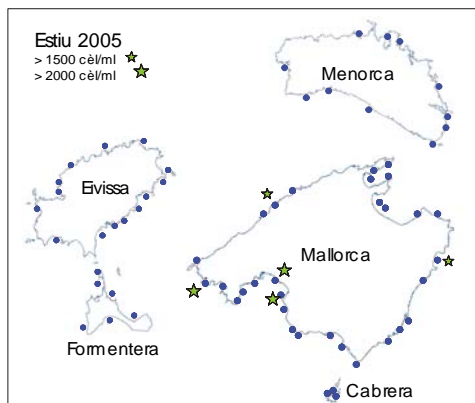


Fig. 2. Màximes concentracions fitoplanctòniques totals: estiu 2005 i hivern 2006.

Fig. 2. Total phytoplankton maximum abundances: summer 2005 and winter 2006.

haptòfites i altres ultraflagel·lats, i coincideixen amb proliferacions de *Pseudo-nitzschia* a les zones d'altas concentracions a Menorca i Formentera.

Primavera 2006

Les màximes concentracions s'han detectat a les costes nord de Mallorca i Eivissa i a tota l'illa de Menorca (Fig. 3), amb més de 3000 cèl/ml a Cala Deià, Fornells i St. Antoni. La comunitat estava dominada per ultraflagel·lades i amb escassa presència d'espècies potencialment

nocives. Només a Fornells s'ha observat una major presència d'espècies tòxiques. Destaquen també les concentracions a Illetes, Magalluf i Sta.Ponça a l'illa de Mallorca, Punta dets Andreus a Eivissa i Punta de Sa Creu i Platja des Mitjorn a Formentera. En aquests llocs dominen haptòfites dels gèneres *Phaeocystis* i *Chrysochromulina*. Com espècies acompanyants destaquen la criptòfita *Plagioselmis prolonga* a Illetes, Magalluf i Cap Llentrisca, i les diatomees *Cylindrotheca closterium* i *Nitzschia longissima* a Sta.

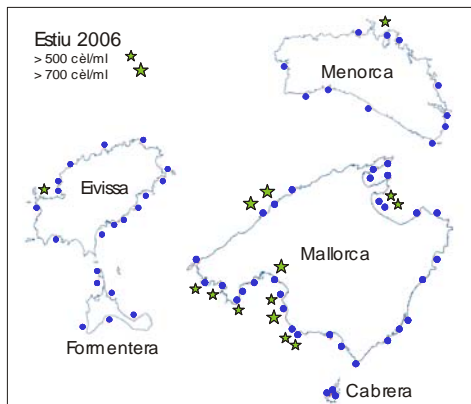
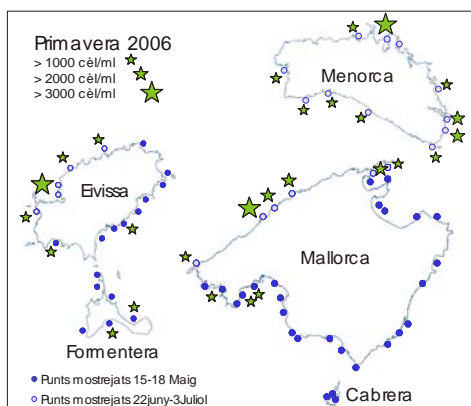


Fig. 3. Màximes concentracions fitoplanctòniques totals: primavera i estiu 2006.

Fig. 3. Total phytoplankton maximum abundances: spring and summer 2006.

Ponça i Punta de Sa Creu. Entre les espècies tòxiques destaca un creixement de *Prorocentrum balticum* a Sta. Ponça.

Estiu 2006

Cap de les mostres arribà a les 1000 cèl/ml en aquesta campanya i de forma general les comunitats estan dominades per haptòfites i altres ultraflagel·lades. Les concentracions més altes s'han trobat a Cala Deià, Port de Sóller, Hotel Delta i Cala Gamba (Fig. 3). També destaquen les concentracions dels voltants de la Badia de Palma, a Fornells i a St. Antoni, coincidint amb un creixement de la criptofícia *Plagioselmis prolonga* i un creixement de la diatomea *Leptocylindrus minimus* a Sta. Ponça.

Indicadors ecològics

Donada la complexitat de funcionament de les comunitats fitoplanctòniques, s'ha abordat l'estudi del fitoplàncton, com indicador ecològic, des d'una perspectiva que inclou: la concentració total de cèl·lules, les concentracions de diatomees, dinoflagel·lats, prymnesiòfites, euglenòfites, la suma dinoflagel·lades-prasinòfites-criptòfites, i les espècies formadores de blooms més abundants, *Pseudo-nitzschia* grup *delicatissima* i grup *seriata*, *Alexandrium*, *Prorocentrum balticum*, *P. minimum*, *Karenia* i el grup *Karlodinium*. En els mapes s'han representat els punts d'aparició (Fig. 4) o concentracions considerades altes a cada campanya (Figs. 5 i 6). En aquest darrer cas, s'han agafat els valors de >1cèl/ml per *Alexandrium* spp., *Prorocentrum balticum* i *P. minimum*; >10 cèl/ml per *Karenia* sp.; >200 cèl/ml i >10cèl/ml per a les *Pseudo-nitzschia* a l'hivern i les altres campanyes respectivament. En alguns casos, les concentracions d'*Alexandrium* spp., *Prorocentrum balticum* i *P. minimum* han superat

aquests valors a molts punts inclosos les zones de referència a Cabrera, aleshores s'han representat només les zones on la concentració ha superat el doble del valor màxim trobat a les estacions de referència.

Les euglenòfites han estat poc abundants durant la major part de l'estudi i només han aparegut a punts concrets (Fig. 4). Les màximes concentracions s'han detectat a l'estiu de 2005 amb 12 cèl/ml a Portocolom i 9 cèl/ml a Portocristo.

S'ha calculat l'índex suma de dinoflagel·lades, prasinofícies i criptòfites que ha variat principalment associat a creixements de criptòfites. Sense tenir en compte la campanya d'hivern, s'observen punts concrets amb concentracions superiors al doble de la referència al Port d'Alcúdia, H. Delta, Son Verí, Cala Gamba, Illetes, Magalluf i Sta. Ponça a Mallorca, Fornells a Menorca i St. Antoni i Cala Llonga a Eivissa. A la campanya d'hivern, moltes zones tenen concentracions altes i a més de les ja esmentades també trobam els punts de Cap Pinar fins a Cala Matzocs, Portocristo i Portocolom a Mallorca; Illes Bledes, Cala des Grau, Cala Galdana i Cala

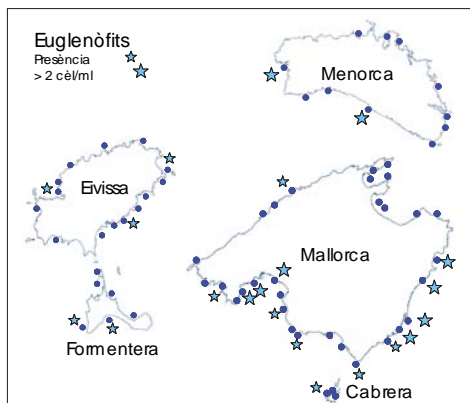


Fig. 4. Punts amb presència d'euglenòfites en algun moment de l'estudi.

Fig. 4. Records of euglenophyceae in the study.

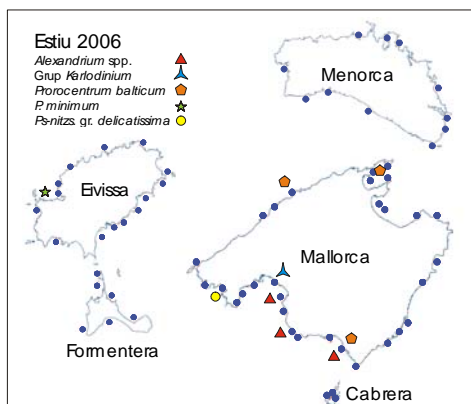
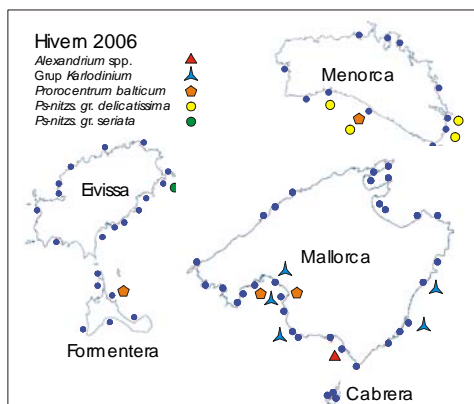
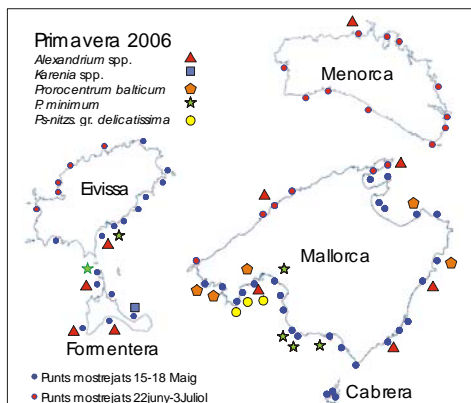
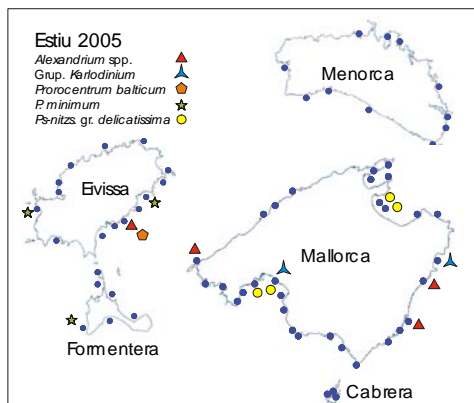


Fig. 5. Màximes concentracions d'espècies tòxiques: estiu 2005 i hivern 2006.

Fig. 5. *Toxic species maximum abundances: summer 2005 and winter 2006.*

Fig. 6. Màximes concentracions d'espècies tòxiques: primavera i estiu 2006.

Fig. 6. *Toxic species maximum abundances: spring and summer 2006.*

Blanca a Menorca; Cap Llentrisca a Eivissa i Illetes, Cala Torreta, platja des Migjorn i Punta Rasa a Formentera. Només en el cas de Cala Llonga aquest màxim ha estat associat a un creixement de prasinòfits.

Les espècies tòxiques més abundants han estat les diatomees del gènere *Pseudo-nitzschia*, principalment del grup *delicatissima*, amb concentracions màximes de 65.000, 223.000, 58.000 i 22.000 cèl/l a cada campanya. Aquests màxims es varen localitzar al Port d'Alcúdia, Cala Llenya, Cala Figuera i Sta. Ponça respectivament.

Tot i presentar valors inferiors a 200 cèl/ml, s'han mesurat també concentracions altes de *Pseudo-nitzschia* a l'hivern a la Badia de Palma concretament a Son Verí i Cala Gamba, des del Cap Negret fins Cala Galdana a Menorca i a quasi tot el litoral d'Eivissa i Formentera.

Destaquen també les dinoflagel·lades del gènere *Alexandrium*, *A. minutum*, amb màxims de 17.000, 1.400, 5.000 i 1.800 cèl/l a cada campanya. Aquestes màximes concentracions es varen detectar a Portocristo, la Colònia de Sant Jordi, Port

de Sóller i Son Verí respectivament. A la primavera es va detectar la presència d'*Alexandrium* a la zona de referència i per tant, els valors representat en aquesta campanya han estat els superiors a 2.000 cèl/l (Fig. 6).

També foren abundants *Prorocentrum balticum* i *P. minimum*, amb concentracions màximes de 8.000 cèl/l a la primavera per a cada una d'aquestes espècies i concretament a Santa Ponça i cala Talamanca. La presència d'aquestes espècies s'ha observat a bastants punt, inclosos els de referència, sobretot a primavera i estiu. Els valors representats en els mapes són els >2.000 cèl/l a l'estiu per *P. balticum* i >4.000 cèl/l a la primavera i estiu per *P. minimum*.

A la primavera, s'ha observat un màxim de *Karenia* sp. de 16.000 cèl/l a Punta de Sa Creu a l'illa de Formentera.

S'han estudiat les concentracions, per separat, del grup *Karlodinium*, on també es consideren petites gymnodínials del gènere i d'altres amb característiques morfològiques molt similars i entre les que es troben algunes espècies tòxiques. Les màximes concentracions d'aquest grup, considerant les que doblen les màximes concentracions als punts de referència, han estat 34000 cèl/l a Cala Millor i Cala Gamba a l'estiu 2005, 19.000 cèl/l a Porto Cristo i Cala Gamba a l'hivern i 31.000 cèl/l a l'estiu 2006 una altre cop a Cala Gamba (Figs. 5 i 6).

Discussió

Pel que fa a l'abundància total fitoplanctònica, la major part de les mostres estudiades presenten concentracions inferiors a 1.000 cèl/ml, indicant un baix nivell tròfic, així com escassa producció primària, d'aquestes aigües. Les aigües nerítiques mediterrànies es caracteritzen per concen-

tracions cel·lulars amb valors inferiors a les 100 cèl/ml fins a màxims que superen les 1000 cèl/ml durant les proliferacions (Carrada *et al.*, 1981; Estrada *et al.*, 1989; Zaghoul i Halim, 1992). Quan les concentracions cel·lulars superen aquests valors ens indiquen un major grau tròfic, com ocorre a zones costaneres eutròfiques com la Badia de Nàpols, a Itàlia, on les concentracions cel·lulars arriben a 115.000 cèl/ml durant les proliferacions d'estiu (Zingone *et al.*, 1990), i a zones molt eutròfiques com la Badia d'Elefsis, a Grècia, amb mitjanes de 2 milions de cèl/ml (Ignatiades, 1984).

Les concentracions més altes s'han mesurat a la campanya de primavera, concretament en els punts mostrejats a finals de juny i juliol (Fig. 2). Aquestes zones mostren un creixement fitoplanctònic característic de l'inici de l'estiu. Aquesta campanya es va realitzar en dues fases, amb un interval de temps que arriba a les set setmanes. Per tant, les mostres recollides en la segona fase no són comparables amb els resultats de la zona de referència de Cabrera, que fou mostrejada a la primera fase de l'estudi. Així, aquests resultats no s'han tingut en compte per fer la classificació de l'estat ecològic d'aquestes masses d'aigua.

Pel que fa a la resta de mostres, les màximes concentracions s'han localitzat principalment a l'illa de Mallorca i de forma repetida a zones amb una alta influència antròpica com són les badies de Palma i Alcúdia (Figs. 2 i 3).

Les comunitats fitoplanctòniques han estat majorment dominades per ultraflagel·lades, entre les quals abunden les haptòfites i concretament els gèneres *Phaeocystis* i *Chrysochromulina*. El gènere *Phaeocystis* pot formar grans proliferacions amb producció d'escumes (Green i Leadbeater, 1994) i està inclòs a la llista de

referència d'algues tòxiques de la IOC. Tot i això, es tracta d'un grup que ja s'ha associat anteriorment amb aigües oligotròfiques del litoral Balear amb influència oceànica (Puigserver, 2003). En altres zones mediterrànies també s'observa un major desenvolupament de petits flagel·lats en general i cocolitoforals a les aigües obertes oligotròfiques (Carrada *et al.*, 1981; Zingone *et al.*, 1990 i 1995). En aquest estudi, *Phaeocystis* ha dominat també les comunitats de referència de Cabrera i s'associa les seves proliferacions a factors naturals.

El segon grup en importància quantitativa han estat les diatomees, que han proliferat de forma general a l'hivern i de forma puntual la resta de l'estudi. Es tracta d'un grup amb elevades taxes de reproducció, que es veu afavorit en condicions de turbulència i altes concentracions de nutrients (Margalef, 1974b; Duarte *et al.*, 2000). Concretament, les diatomees proliferen quan els aports de nutrients són continuats, mentre que les entrades disperses de nutrients afavoreixen el creixement de flagel·lats i Gymnodinials (Carrada *et al.*, 1981).

La proliferació d'algunes espècies tòxiques, com *Pseudonitzschia* i *Alexandrium*, han estat documentades prèviament en el litoral Balear condicionades per factors antròpics (Puigserver *et al.*, 1999; 2001). En aquest estudi, no s'observa una clara relació entre les màximes abundàncies totals i les concentracions màximes de les espècies tòxiques, llevat de la ja esmentada per *Phaeocystis*. Així mateix, la major part d'aquestes espècies ha aparegut de forma habitual, incloses les estacions de referència de Cabrera (Taula 1). Altres, han estat menys abundants i s'han observat de forma esporàdica.

Les euglenòfites s'han relacionat des de

fa temps amb elevades concentracions de nutrients i fenòmens d'eutrofització orgànica (Okaichi, 1980; Rosén, 1981; Romo i Miracle, 1995). Es tracta d'un grup amb escassa presència a les aigües marines i per tant, el seu potencial com indicador de la qualitat ecològica de les aigües és especialment important. En anteriors estudis a les Balears, concentracions altes d'euglenòfites han estat descrites a l'interior de zones portuàries (Puigserver, 2003). En aquest estudi, les euglenòfites s'han presentat de forma esporàdica a un bon nombre de punts de la costa de Mallorca i a zones disperses de Menorca i Eivissa (Fig. 4). La seva presència també s'ha observat en el port de Cabrera.

Pel que fa a l'índex suma de dinoflagel·lades, prasinòfits i criptòfit, també ha estat descrit amb valors elevats a zones portuàries de balears (Puigserver, 2003). En el present estudi l'augment d'aquest índex ha estat principalment associat a creixements de criptòfits, i especialment de l'espècie *Plagioselmis prolonga*. Aquest grup ha proliferat de forma general durant la campanya d'hivern, concordant amb el fet que es tracta d'un grup afavorit per les baixes temperatures (Klaveness, 1988; Lee, 1999) i del que hi ha prou registres de les seves proliferacions hivernals (Martín, 1995; Puigserver, 2003). Aquesta espècie i en general el grup de les criptòfites també es veu afavorida per condicions eutròfiques (Rosén, 1981; Puigserver, 2003) i en aquest sentit s'han d'interpretar els seus creixements observats a punts concrets com el Port d'Alcúdia, Badia de Palma, Sta. Ponça, Fornells i St. Antoni. Un cas especial és l'alt valor d'aquest índex observat a Cala Llonga a l'illa d'Eivissa i relacionat amb un creixement de prasinòfits, aquest grup es veu afavorit per la renovació de les aigües i constitueix l'etapa inicial de la successió

ecològica (Chrétiennot, 1974).

Temptativa de catalogació ecològica de les masses d'aigua

Per a realitzar la catalogació ecològica de les aigües costaneres de les Illes Balears hem estudiat els valors de distints descriptors fitoplanctònics, tal i com hem descrit anteriorment a l'apartat d'indicadors ecològics. Cada punt de mostreig agafa un valor d'impacte que augmenta com més descriptors fitoplanctònics s'allunyen dels valors de referència.

Seguint aquest criteri, les masses d'aigua han quedat catalogades de la següent forma:

- La major part de masses d'aigua del litoral Balear queden classificades amb un bon o molt bon estat ecològic.
- Amb un estat ecològic moderat trobam Sta. Ponça, Cala Llonga i Punta dets Andreus.
- Zones amb un estat deficient són Portocristo i Platja des Mitjorn.
- La zona de la Badia de Palma és la més afectada amb un estat ecològic de moderat a dolent.

Totes les masses d'aigua classificades amb un estat de moderat a dolent han mostrat proliferacions de fitoplàncton amb concentracions superiors a 1.000 cèl/ml en algun moment de l'estudi, cosa que recolza un major estat tròfic, amb l'excepció de Cala Llonga que en cap moment ha superat aquest valor.

D'acord amb aquest estudi podem concloure que la major part del litoral Balear es troba en unes bones condicions ecològiques; mentre que determinades àrees, com poden ser algunes badies i zones portuàries, presenten condicions que afavoreixen les proliferacions fitoplanctòniques i la presència d'espècies indicadores d'alteracions del sistema.

Aquests resultats constitueixen la primera descripció general de les comunitats fitoplanctòniques costaneres de les Illes Balears i alhora, la primera classificació de l'estat ecològic d'aquestes aigües en base a l'abundància i composició del fitoplàncton.

D'acord amb els criteris de catalogació que s'estableixen a la DMA, la informació sobre el fitoplàncton s'ha de complementar amb la corresponent a d'altres variables fisicoquímiques i biològiques, com és la concentració de clorofil·la *a*, per poder establir les condicions ecològiques definitives de les diferents masses d'aigua.

Agraïments

Aquest estudi ha estat subvencionat per un Conveni de Col·laboració entre l'Institut Balear de l'Aigua del Govern de les Illes Balears i la Universitat de les Illes Balears, per a l'Estudi d'implementació de la DMA a les Balears. El nostre agraïment al Sr. Alfredo Barón i al Sr. Fernando Orozco que han fet possible aquesta col·laboració. També agraïm a Eva Alós i Patricia Alonso la participació en l'anàlisi de part de les mostres. La recollida de mostres va ser realitzada per personal dels Serveis Científicotècnics de la UIB, agraïm pel seu treball a totes les persones implicades i en especial al Dr. Josep Pablo i al director Dr. Sebastià Albertí.

Bibliografia

- Basterretxea, G., Garcés, E., Jordi, A., Masó, M. i Tintoré, J. 2005. Breeze conditions as a favoring mechanism of *Alexandrium taylori* blooms at a Mediterranean beach. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 62: 1-12.
- Carrada, G.C., Fresi, E., Marino, D., Modigh, M. i Ribera d'Alcalà, M. 1981. Structural analysis of winter phytoplankton in the Gulf

- of Naples. *J. Plankton Res.*, 3(2): 289-314.
- Chrétiennot, M.J. 1974. Nanoplankton de flaques supralittorales de la région de Marseille II. Étude quantitative. *Protistologica*, 10 (4): 477-488.
- Directiva Marco Europea del Agua 2000. Directiva 2000/60/C del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 22.12.200, L327/1-72.
- Duarte, C.M., Agustí, S. i Agawin, N.S.R. 2000. Response of a Mediterranean phytoplankton community to increased nutrient inputs: a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 195: 61-70.
- Estrada, M., Vives, F. i Alcaraz, M. 1989. Vida y producción en el mar abierto. In: Margalef, R. (dir.). *El Mediterráneo Occidental*: 150-199. Omega. Barcelona.
- Forteza, V., Quetglas, G., Delgado, M., Reyero, M.I., Fraga, C., Franco, J.M. i Cacho, E. 1998. Toxic *Alexandrium minutum* bloom in Palma de Mallorca harbour (Balearic Islands, Western Mediterranean). In: Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M.L. i Wyatt, T. (eds.). *Harmful Algae*: 160-162. Xunta de Galicia, Intergovernmental Oceanographic Comisión of UNESCO. Santiago de Compostela.
- Green, J.C. i Leadbeater, B.S.C. (eds.) 1994. *The haptophyte algae*. The Systematics Association Special Volume n° 51. Clarendon Press. Oxford. 446 pp.
- Ignatiades, L. 1984. Coarse-scale horizontal distribution of phytoplankton in a semi-enclosed coastal area. *P.S.Z.N. I: Marine Ecology*, 5(3): 217-227.
- Klaveness, D. 1988. Ecology of the Cryptomonadina: a first review. In: Sandgren, C.D. (ed.). *Growth and reproductive strategies of freshwaters phytoplankton*: 105-134. Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK.
- Lee, R.E. 1999. *Phycology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge, UK. 614 pp.
- Margalef, M. 1974a. Counting. In: Vollenweider, R.A. (ed.). *A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments*: 7-14. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Margalef, R. 1974b. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Martín, M.T. 1995. *Regulación por nutrientes del crecimiento fitoplanctónico estuarino*. Tesis Doctoral Univ. Barcelona. Barcelona. 328 pp.
- Okaichi, T. 1980. Soluble organic substances in bottom of the Seto Inland Sea and their physiological effects on *Eutreptiella* sp. *Umi To Sora*, 56: 93-105.
- Puigserver, M. 2003. *Aspectes ecològics i taxonòmics del fitoplàncton a zones costaneres de la Mediterrània*. Tesi Doc. Univ. Illes Balears. Palma. 235 pp.
- Puigserver, M., Moyà, G. i Ramon, G. 1999. Proliferació de l'espècie tòxica *Alexandrium minutum* Halim en el Port de Palma (Mallorca, març 1999), relació amb les característiques del medi. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 47-53.
- Puigserver, M., Moyà, G. i Valencia, J.M. 2001. Seguiment del fitoplàncton tòxic a zones de recollida de marisc de les Balears durant els anys 1999 y 2000. In: Pons, G.X. (ed.). *III Jornades del Medi Ambient de les Illes Balears*: 183-184. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.
- Romo, S. i Miracle, M.R. 1995. Diversity of the phytoplankton assemblages of a polymictic hypertrophic lake. *Arch. Hydrobiol.*, 132 (3): 363-384.
- Rosén, G. 1981. Phytoplanktonindicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologica*, 13(2): 263-290.
- Thronsen, J. 1978 Preservation and storage. In: Sournia, A. (ed.). *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanographic Methodology n° 6: 69-74. UNESCO. Paris.
- Vives, F. (dir.) 1992. *Las medusas de las Islas Baleares (Ecosistema y Escifomedusas de la Bahía de Alcudia)*. Dir. Gen. Medi Ambient. Palma de Mallorca. 280 pp.
- Zaghloul, F.A. i Halim, Y. 1992. Long-term eutrophication in a semi-closed bay: the Eastern Harbour of Alexandria. In: Vollenweider, R.A., Marchetti, R. i Viavini, R. (eds.). *Marine coastal eutrophication*: 727-735. Elsevier. Amsterdam.
- Zingone, A., Montresor, M. i Marino, D. 1990. Summer phytoplankton physiognomy in coastal waters of the Gulf of Naples. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 11(2): 157-172.

- Zingone, A., Casotti, R., Ribera d'Alcalà, M., Scardi, M. i Marino, D. 1995. "St Martin's Summer": the case of an autumn phytoplankton bloom in the Gulf of Naples (Mediterranean Sea). *J. Plankton Res.*, 17(3): 575-593.

Ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) of Holm oak-forests (*Quercus ilex*) and their degradation stages on Mallorca (Iles Balears, Spain)

Raphael SCHULLER and Erik ARNDT

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Schuller, R. and Arndt, E. 2008. Ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) of Holm oak-forests (*Quercus ilex*) and their degradation stages on Mallorca (Iles Balears, Spain). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 63-72. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) were examined in the Serra de Tramuntana (Mallorca). These beetles serve as ecological indicators to describe effects of human impact in terrestrial habitats and are used in nature conservation. There were analysed holm oak (*Quercus ilex*) forest sites as well as garrigue sites in former oak forest areas. A total of 17 Carabid species with 1810 individuals was recorded. One species, *Pseudomasoreus canigoulensis*, was found first time on the Balearic islands. The species numbers per site varied between 2-6 in forests and 5-10 in garrigues. Despite the lower species number, the forest sites had more individuals due to a large population density of *Calosoma sycophanta*, a specialized oak forest species. The ground beetle community changes clearly between forest and garrigue in the Serra de Tramuntana despite the fact that both habitat types are located in direct neighbourhood and that both habitat types are shared by many abundant species in other Mediterranean areas (e.g. Greek mountains). We must conclude that the decrease of forest area and forest fragmentation of Mallorca are connected with decrease and possible disappearing of typical (in part endemic) forest Carabidae which do not find secondary habitats in shrubland. Moreover, garrigues are inhabited mainly by wide spread Carabid species as *Acinopus picipes* or *Harpalus attenuatus*.

Keywords: Carabidae, *Quercus ilex* forest, garrigue, ecological indicators.

COMUNITATS DE CARÀBIDS (COLEOPTERA, CARABIDAE) DELS BOSCOS D'ALZINES (*Quercus ilex*) I LES SEVES ETAPES DE DEGRADACIÓ A MALLORCA (ILLES BALEARS, ESPANYA). Han estat estudiades les comunitats de Caràbids (Coleoptera: Carabidae) de distints punts de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Aquests escarabats serveixen d'indicadors ecològics per descriure efectes d'impacte humà en hàbitats terrestres i s'utilitzen en la conservació de natura. En aquest article s'han analitzat els boscos d'alzina (*Quercus ilex*) així com zones de garriga situades a zones contigües als alzinars. S'han capturat un total de 17 espècies de Caràbids amb 1810 individus. Una espècie, *Pseudomasoreus canigoulensis*, s'ha capturat per primera vegada a les Illes Balears. El número d'espècies per localitat variaven entre 2-6 en boscos i 5-10 en garrigues. Malgrat el número d'espècies és més baix a zones boscoses, aquestes comptaven amb més individus a causa d'una densitat de població gran de *Calosoma sycophanta*, una espècie d'alzinars especialitzada. La comunitat d'escarabats canvia clarament entre alzinars i garrigues al Serra de Tramuntana, encara que aquests ambients estiguin situats a zones properes comparteixin moltes espècies, algunes d'elles molts abundants, igual que succeeix a altres llocs de la Mediterrània (p. ex. Muntanyes de Grècia). Hem de concloure que la disminució d'àrea de boscana i fragmentació d'hàbitat de Mallorca estan relacionades amb la disminució i la possible desaparició de comunitats de Carabidae forestals (en

part endèmiques) que no es troben a hàbitats secundaris de garrigues. A més, les garrigues estan habitades principalment per espècies de Caràbids d'àmplia distribució com *Acinopus picipes* o *Harpalus attenuatus*.

Keywords: *Carabidae*, *alzinars*, *garrigues*, *indicadors ecològics*.

Raphael SCHULLER and Erik ARNDT, (e-mail: earndt@loel.hs-anhalt.de) Anhalt University of Applied Sciences, Department LOEL, Strenzfelder Allee 28, D-06406 Bernburg, Germany.

Recepció del manuscrit: 30-set-08; revisió acceptada: 17-nov-08.

Introduction

Holm oak forests (encina, *Quercus ilex* L.) are the natural vegetation of large parts of the West-Mediterranean region including the Balearic islands. Due to human influence these forests disappeared wide-ranging. On Mallorca holm oak stands are restricted to the mountainous areas of the Serra de Tramuntana today. Large areas of former oak forests covered actually by garrigue which is regarded a degradation stage of former forests (Braun-Blanquet, 1928; Le Houerou, 1992; Wagner, 2001).

We do not know much about the invertebrate communities in the soil stratum of Mediterranean oak forests. Therefore, aims of our study are (i) to examine the ground beetle community (Coleoptera: Carabidae) of Mallorcan oak forests and (ii) to analyse the change of these beetle communities after disturbance of oak forests and development of garrigues. The results of this study could give new insights in ecosystem ecology linked to Mediterranean habitat types and useful parameters for nature conservation, e.g. for evaluation of habitats, for habitat monitoring or to define the favourable conservation status of habitats as recommended in the Habitats Directive (European Commission 1992; 2000; 2005).

Carabidae are generally accepted as ecological indicators which are used in

nature conservation survey (see Arndt, 2008 for detailed information) or to describe gradients of human impacts in terrestrial habitats (e.g. Kerr *et al.*, 2000; Pearce & Venier, 2006; Rainio & Niemela, 2003; Thiele, 1977; Stork, 1990). The methodology of this indications system is well developed in Central and Northern Europe as well as North America, where ground beetle studies have a long tradition and produced a huge knowledge and reference list (see compiling references above). However, comparable ecological examinations are still rare in the Mediterranean region (Allegro & Sciaky, 2003; Brandmayr *et al.*, 2005). Therefore we regard this first ecological study of ground beetles assemblages on Mallorca a base for further ecological and nature conservation work in other Mediterranean areas.

Material and methods

Study sites

The examination took place in the Serra de Tramuntana, a mountain region in the West and North part of the island. It represents the Mallorcan main mountains with 13 peaks higher than 1000m a.s.l. Mallorcan holm oak forests are restricted to parts of these mountains nowadays.

We selected four forest plots to study



Fig. 1. *Quercus ilex* forest site F-W2 south of Lluc.

Fig. 1. Localitat d'estudi F-W2 a un alzinar del sud de Lluc.

ground beetles assemblages. The examined forests have an age of about 80-100 years. Each forest plot contained an area of several hectares, the forest structure was more or less homogeneously and soil conditions, bedrock, exposition, altitude and vegetation were comparable between all plots (Fig. 1). The sites are located in the central part of the main mountains between Lluc and the base of the north slope of Puig de Massanella and Turixant de Dalt and the base of north slope of Puig Major respectively.

Beside the forest areas four sites with garrigue vegetation were selected (Fig. 2). All four sites are located inside the former forest belt and must be regarded as degradation stages of the oak forests. Two garrigue sites are directly attached to the

forests sites, two others have a distance of about 400 m to the forest edge. The garrigue sites have in common a shallow soil, sparse or sketchy vegetation less than 1,50m high with typical plants as *Cistus* and *Crataegus*. A detailed description of sites is given in Table 1.

Sample methods

We used pitfall traps to sample the carabid material. At each site five traps (500ml, an opening diameter of 7cm) were set up in the ground. The five traps were arranged in one row with a distance of about 2 m between two traps. One or two stones were placed near the traps to prevent their demolition by grazing goats. This method was successfully tested during a long-time examination in Greek Mediterranean habitats. A 4% solution of formaldehyde served as preservation liquid. The sampling was started April 20, 2006 and completed November 20, 2006. A control of traps and remove of beetles took place every 10 days.

The trap results do not represent the true abundance of carabid species but the "density of activity" because only surface active beetles are captured by pit fall traps.



Fig. 2. Garrigue site G-L south of Lluc.

Fig. 2. Localitat d'estudi G-L al sud de Lluc.

	G-L	F-L	F-W1	F-W2	G-EO	G-EU	F-SC	G-SC
Location	39°48'50.39"N 2°53'12.76"E	39°48'50.48"N 2°53'11.30"E	39°48'54.17"N 2°53'01.00"E	39°49'10.82"N 2°52'31.79"E	39°49'41.39"N 2°50'38.70"E	39°49'43.79"N 2°50'37.13"E	39°49'04.60"N 2°49'04.74"E	39°49'04.50"N 2°49'09.19"E
Altitude a.s.l.	666m	673m	665m	702m	611m	597m	625m	603m
Exposition	NE	NNE	N	NE	N	N	NE	NE
Inclination	15°	25°	15°	25°	5°	0	25°	10°
Total coverage with vegetation (%)	60	85	90	90	55	45	90	60
Tree layer	0	1	1	1	0	0	1	0
Shrub layer	1	0	1	1	1	0	0	1
Herb layer	1	0	0	0	1	1	1	1
Coverage of ground with mosses (%)	8	15	5	40	1	1	1	5
Leaf litter (cm)	0	1	1	1	0	0	2	0
Surface coverage with stones (%)	20	50	5	45	28	30	65	10
Maximum height of trees or shrubs	<1m	20-2 m	16-18m	16-18m	<2m	<2m	18-20m	<2m
Specific characters	In direct neighbourhood of forests plot F-LW.	Very high portion of dead wood.	Shrubs (0.1-2.0 m), young trees and old trees present. Strong cover of lichens indicate moist conditions.	Shrubs (0.1-2.0 m), young trees and old trees present. Strong cover of lichens indicate moist conditions.	About 300m distant from next large, close forest site. Large open areas with sparse vegetation.	About 300m distant from next large, close forest site. Large open areas with sparse vegetation.	Herbs, shrubs, young trees, dead wood and lichens lacking or with very low coverage.	In direct neighbourhood of forests plot F-SC.

Table 1. Characters of study sites (F - *Quercus ilex*-forest plots, G - garrigues). Sites are arranged from East to West. Tree, shrub and herb layer: 0 - not present, 1- present.

Table 1. Atributs de les zones d'estudi (F - *Quercus ilex*, G - garrigues). Localitats d'Est a Oest. Cobertura vegetal: 0 - absència, 1- presència.

Data analysis

We used a multivariate analysis to determine the relation between sites and the influence of environmental parameters on species. A Canonical correspondence analysis (CCA) was performed using CANOCO software. The CCA is recommended for the analysis of main patterns between environmental parameters and species or sites (Jongman *et al.*, 1995; Leps & Smilauer, 1999; McCune & Grace, 2002; McGarigal *et al.*, 2002; Palmer, 1993). We log-transformed the data for calculation and down weighted rare species to minimize the influence of species trapped only in 1-3 specimens. A permutation test with forward selection was calculated to select the most important environmental parameter and to test significance of these parameters.

Results

During the examination we recorded 17 species of Carabidae with the total number

of 1810 individuals (Table 2). One species, *Pseudomasoreus canigoulensis*, was recorded first time on the Balearic islands.

The species numbers per site varied between 2-6 in forests and 5-10 in garrigues. Despite the lower species number, the forest sites had more individuals: 323 in average compared with an average of 129.5 at the garrigue sites. The higher number of specimens in the forests is due to *Calosoma sycophanta*, the by far most abundant species (768 specimens). *C. sycophanta* is restricted to the forest sites.

The axes 1 and 2 of the multivariate analyses explain 65.6% of the variance of species data. Axis 1 splits off forest and garrigue sites (Fig. 3). Both habitat types form clearly separate groups along axis 1. The garrigue sites are divided along axis 2 whereas all forest sites are situated in the middle of that axis. That reflects a rather homogenous distribution of species in forest plots, but a gradient between species distribution of garrigues: G-EU and (G-L + G-SC) form the extreme points of the

gradient. This result does not show a geographical pattern in which G-SC (easternmost point) and G-L (westernmost point) would represent the extremes. It does also not reflect the distance between a certain garrigue and its nearest forest site, because (G-L + G-SC) are in direct

neighbourhood to a forest, but G-EO shares most species with forests and groups together with those sites in the centre of axis 2. Rather, the reason for the distribution of garrigue sites along axis 2 remains unclear. Site G-EU has the lowest coverage of vegetation and the lowest

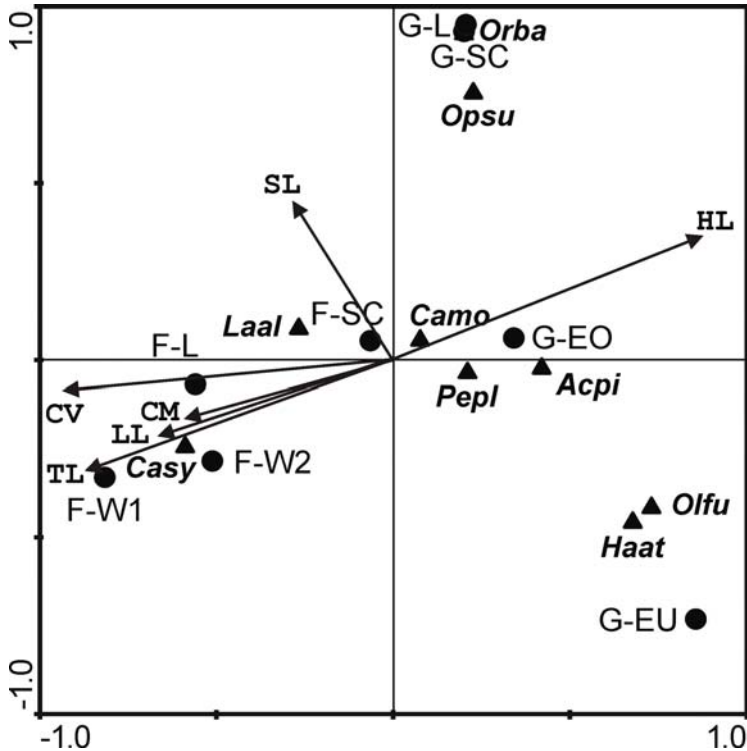


Fig. 3. Triplot of CCA showing distribution sites (circles), species (triangles) and environmental parameters (arrows) along first two axes. For site codes see Table 1; abbreviations of species see Table 2. Only species with more than 5 trapped individuals are shown. Abbreviations of environmental parameters: CM - Coverage of ground with mosses (%); CV - Total coverage with vegetation (%); HL - Herb layer; LL - Leaf litter (cm); SL - Shrub layer; TL - Tree layer. HL, SL and TL are included as presence/absence data.

Fig. 3. Triplot de CCA mostrant la distribució de les localitats (punts), les espècies (triangles) i els paràmetres ambientals (fletxes) respecte les dues primers components. Els codis de les localitats es corresponen amb la Taula 1; per als codis de les espècies consultau Taula 2. Només se representen les espècies amb 5 individus recolectats. Paràmetres ambientals: CM - Cobertura de sòl amb molses (%); CV - Cobertura total de vegetació (%); HL - Nivell herbaci; LL - fullaraca (cm); SL - nivell arbustiu; TL - nivell arbori. HL, SL i TL s'integren com a variables categòriques d'absència i presència.

	Abbr.	G-L	F-L	F-W1	F-W2	G-EO	G-EU	F-SC	G-SC	Σ
<i>Acinopus picipes</i> (Olivier, 1795)	Acpi	0	0	0	0	29	6	1	2	38
<i>Bembidion tethys</i> (Netolitzky, 1926)	-	0	0	0	0	0	2	0	2	4
<i>Calathus circumseptus</i> (Germar, 1824)	-	1	0	0	0	0	2	0	0	3
<i>Calosoma sycophanta</i> (L., 1758)	Casy	0	10	59	698	0	0	1	0	768
<i>Carabus morbillosus macilentus</i> (Lapouge, 1899)	Camo	9	1	0	29	21	5	2	1	68
<i>Harpalus attenuatus</i> (Stephens, 1828)	Haat	0	0	0	0	2	7	0	0	9
<i>Laemostenus algerinus</i> (Gory, 1833)	Laal	14	133	101	149	16	0	52	19	484
<i>Licinus punctatulus punctatulus</i> (F., 1792)	-	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Microlestes luctuosus</i> (Holdhaus, 1904)	-	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Olisthopus fuscatus</i> (Dejean, 1828)	Olfu	0	0	0	0	0	18	0	1	19
<i>Ophonus subquadratus</i> (Dejean, 1829)	Opsu	5	0	0	0	1	0	0	1	7
<i>Orthomus balearicus</i> (Piochard de la Brulerie, 1868)	Orba	0	0	0	0	0	0	0	6	6
<i>Percus plicatus</i> (Dejean, 1828)	Pepl	3	2	0	12	227	107	38	5	394
<i>Platyderus majoricus</i> (Jeanne, 1988)	-	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Pseudomasoreus canigouensis</i> (Fairmaire et Laboulbène, 1854)	-	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	-	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Trechus spec.</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Total		32	147	160	891	297	148	94	41	1810

Table 2. Recorded Carabidae at four *Quercus ilex*- and four garrigue-sites in the Serra de Tramuntana. Column "Abbr." indicates the codes used in Fig. 3.

Table 2. Registre de caràbids a les localitats d'estudi de boscos de *Quercus ilex* i garriga a la Serra de Tramuntana. La columna "Abbr." indica els codis descrits a la Fig.3.

(lacking) inclination. The high portion of *Harpalus*, *Olisthopus* and *Trechus quadristriatus* may be correlated to these factors and distinguish the site from other studied plots. Regarding the included environmental data, the forest sites are closely related to the coverage of vegetation, mosses and leaf litter, but garrigue site G-EO to the coverage of herb

layer. The remaining garrigue sites are not related to any of the measured environmental factors.

The total coverage with vegetation (%) and the presence/absence of tree layer are the only significant parameters in the permutation test of CCA. The environmental data shown between axes 1 and 2 explain 72.1% of the variance.

Discussion

The ground beetles community changes clearly between forest and garrigue. A group of species comprising *C. sycophanta*, *P. canigoulensis* and *Platyderus majoricus* is restricted to forest sites. Ten species occur exclusively in garrigues and only four species were recorded in both habitat types. Among the latter species, only *Carabus morbillosus* is equally distributed between forests and garrigues. *Laemostenus algerinus* is a forest dwelling species which occasionally spreads to open habitats, *Percus plicatus* and *Acinopus picipes* were abundant in open habitats but occurred with a few species also in the forests. The latter result is surprising before the background that (i) garrigues of two localities are in direct neighbourhood of examined forests, (ii) many ground beetles are extremely active runners, dispersing over large distances in a few days, and (iii) the portion of forest dwelling species spreading to neighbouring garrigues is much higher in other Mediterranean regions (Arndt, unpubl. results from Greek mountains).

These results lead to following conclusions: (i) the decrease of forest area is connected with fragmentation and possible disappearing of populations of typical forest Carabidae which do not find secondary habitats in shrubland. (ii) Garrigues show a higher species number than the original forest sites but are inhabited mainly by wide spread species as *Acinopus picipes* or *Harpalus attenuatus*.

P. canigoulensis and *Platyderus majoricus* both seem to be rare forest species. *P. canigoulensis* is wide spread in the western Mediterranean area but recorded only in few numbers. Ortuño & Toribo (1996) and Taboada *et al.* (2006) found this species in forests of Spanish

mainland in low numbers as well. *P. majoricus*, an endemic species, could be endangered by extinction with decreasing forest area.

The substitution of oak forests by garrigues may generally cause a degeneration of the ground beetle community from \pm rare specialists to \pm abundant generalists.

Acknowledgements

We are indebted to Prof. Guillem X. Pons i Buades (Universidad de les Illes Balears) for his help to organize the official permission to collect in the study area and his many helpful advises. We thank Prof. José Serrano, Dr. José Lencina (Universidad de Murcia) and David Wrase (Berlin) for improve of the determination of species. Dr. G. R. Hau (GOB, Las Palmas) arranged the contact to the UIB and made possible the use of the library of GOB which was an important help and is kindly acknowledged.

References

- Allegro, G. & Sciaky, R. 2003. Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicator in poplar stands, with newly proposed ecological index (FAI). *Forest Ecology and Management*, 175: 275-284.
- Arndt, E. 2008. Carabidae as monitoring subject in the light of EU NATURA 2000 (Habitats Directive). In: Penev, L., Erwin, T. & Assmann, T. (eds). *Proceedings of the XIII. European Carabidologists Meeting, Blagoevgrad, August 20-24, 2007*. Pensoft, Sofia, p. 373-384.
- Brandmayr, P., Zetto, T. & Pizzolotto, R. 2005. *I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della*

- biodiversità*. Manuale operativo. APAT, Manuali e Linee Guida 34. 240 pp.
- Braun-Blanquet, J. 1928. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, Berlin.
- European Commission. 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. - *Official Journal L 206*, 22/07/1992, p. 7-50.
- European Commission. 2000. The provisions of Article 6 of the 'Habitats' Directive 92/43/CEE: Managing NATURA 2000 Sites. *Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities*. 69pp.
- European Commission. 2005. Assessment, monitoring and reporting of conservation status. Preparing the 2001-2007 report under Article 17 of the Habitats Directive (DocHab-04-03/03 rev. 3) http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/monnat/library?1/=/committeessworkin/gsgroup/habitatsscommitteesswg/reporting_framework&vm=detailed&sb=Title. May 05, 2005.
- Jongman, R. H. G., ter Braak, C. J. F. & van Tongeren O. F. R. 1995. *Data analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. 299 pp
- Kerr, J. T., Sugar, A. & Packer, L. 2000. Indicator Taxa, Rapid Biodiversity Assessment and Nestedness in an Endangered Ecosystem. - *Conservation Biology*, 14: 1726-1734.
- Le Houerou, H. N. 1992. Climatic change and desertization. *Impact Sci. Soc.*, 42: 183-201.
- Lepš, J. & Šmilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press. 110 pp.
- McCune, B. & Grace, J. B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Oregon. 300 pp.
- McGarigal, K., Cushman, S. & Stafford, S. 2002. *Multivariate Statistics for Wildlife and ecology Research*. Springer, New York. 283 pp.
- Ortuño, V. M. & Toribo, M. 1996. Los coleópteros carábidos – morfología, biología y sistemática – Fauna de la comunidad de Madrid, Lerko Print S. A.
- Palmer, M. W. 1993. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. *Ecology*, 74: 2215-2230.
- Pearce, J. L. & Venier, L. A. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Aranea) as bioindicators of sustainable forest management: a review. *Ecological Indicators*, 6: 780-793.
- Rainio, J. & Niemela, J. 2003. Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487-506.
- Stork, N. E. (ed.) 1990. *The Role of Ground Beetles in Ecological and environmental Studies*. Intercept, Andover. 424 pp.
- Taboada, A., Kotze, D. J., Salgado J. M. & Tárrega, R. 2006. The influence of habitat type on the distribution of carabid beetles in traditionally managed "dehesa" ecosystems in NW Spain. *Entomol. Fennica*, 17: 284-295.
- Thiele, H.U. 1977. *Carabid Beetles in Their Environment*. Springer Berlin. 369 pp.
- Wagner, H.G. 2001. *Mittelmeerraum*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 381 pp.

Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània occidental)

Damià VICENS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

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. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es citen 31 jaciments del Quaternari amb fauna marina fòssil situats a la badia de Pollença (Mallorca), dels quals se'n descriuen 30. D'aquests jaciments, 18 eren inèdits. Hi ha tres jaciments que no s'han pogut observar. Un d'ells no s'ha localitzat i els altres dos perquè les infraestructures els han tapat. La major part del jaciments (29) es troben a la zona SE de la badia, en el terme municipal d'Alcúdia. Només dos es troben en el terme de Pollença. Les tipologies de dipòsit amb fòssils marins d'aquesta zona són els següents: dipòsits de platja, reompliments de crulls amb materials d'origen marí, reompliments de cavitats amb materials d'origen marí, llims terrestres i eolianites. S'han citat 84 tàxons marins del Pleistocè repartits de la següent manera: 1 Rhodophyceae, 2 Anthozoa, 2 Echinoidea, 25 Bivalvia, 1 Scaphopoda, 52 Gastropoda i 1 Crustacea. Com a fòssils bioindicadors marins de l'inter-estadi Riss-Würm s'han citat *Cardita senegalensis*, *Barbatia plicata*, *Patella ferruginea*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*. *Nassarius mutabilis*, s'ha trobat fòssil a un jaciment de sa Marina (Alcúdia) i és la primera cita de l'espècie a un dipòsit del Pleistocè de les Illes Balears.

Paraules clau: Pleistocè superior, Holocè, Alcúdia, Pollença, Mallorca, *Nassarius mutabilis*.

QUATERNARY DEPOSITS WITH MARINE MACROFAUNA ON THE SEASHORE OF POLLENÇA BAY (MALLORCA, WESTERN MEDITERRANEAN). Thirty one Quaternary deposits with fossil marine fauna located in Pollença Bay (Majorca) are quoted, and thirty of them are described. Among them, 18 were previously unknown. It was impossible to observe 3 of them; one because it could not be found and the other two because they were covered by other structures. Most of the deposits (29) are settled in the SE area of the Bay, within the municipal area Alcúdia, and only 2 of them are in the area of Pollença. The typologies of the deposits under study are as follows: beach deposits, cracks filled with marine materials, cavities filled with marine materials, terrestrial slime and aeolianites. 84 marine taxa have quoted from the Pleistocene distributed as follows: 1 Rhodophyceae, 2 Anthozoa, 2 Echinoidea, 25 Bivalvia, 1 Scaphopoda, 52 Gastropoda and 1 Crustacea. Belonging to the group of marine bio-indicator fossils of the Riss-Würm interglacial period. The following have been recorded: *Cardita senegalensis*, *Barbatia plicata*, *Patella ferruginea*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* and *Conus testudinarius*. *Nassarius mutabilis* have been found at a deposit in Sa Marina (Alcúdia) and it is the first record for the Balearic Pleistocene deposits.

Keywords: Upper Pleistocene, Holocene, Alcúdia, Pollença, Majorca, *Nassarius mutabilis*.

Damià VICENS, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. E-07122 Palma de Mallorca.

Recepció del manuscrit: 10-jun-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Quatre són les conques que presenten *horts i grabens* a Mallorca que contacten amb la mar. Totes s'ajusten al model platja-restinga-albufera-sistema dunar i estan franquejades per col·luvions o per eolianites fòssils plio-quaternàries. La conca de Pollença, amb els seus 27 km de costa, es caracteritza per una platja estreta d'arenes i graves, que en el seu extrem oriental s'eixampla coincidint amb l'Albufereta. El cordó dunar, escassament desenvolupat ha estat desmantellat en part per l'edificació d'apartaments i complexos hotelers (Gómez-Pujol *et al.*, 2007).

La badia de Pollença, situada al NE de la serra de Tramuntana, es troba envoltada per les muntanyes de la península de Formentor al marge NW, i les de la península d'Alcúdia al SE. Entre les dues formacions muntanyoses, a la zona SE de la badia, es troba una costa baixa constituïda majoritàriament per platges (Balaguer, 2007). En el litoral d'aquesta badia l'any 2001 es va declarar la Reserva Natural de l'Albufereta que es troba situada des de Can Cullarasa fins a la desembocadura del torrent de l'Albufereta a sa Marina d'Alcúdia (BOIB núm. 130, decret 121/2001, de 19 d'octubre de 2001). Aquesta reserva natural administrativament es troba entre els municipis de Pollença i d'Alcúdia.

La península d'Alcúdia, que separa les badies d'Alcúdia i de Pollença, presenta unes característiques peculiars que no presenta la resta de la serra de Tramuntana.

Aquestes, ja varen ser observades per Fallot (1922). Gelabert (1997) atribueix la península d'Alcúdia des del punt de vista estructural a la serra de Tramuntana.

En el litoral de la badia de Pollença hi ha costes baixes arenoses, costes rocoses sobre materials quaternaris i penya-segats tallats al rocam Juràssic. Balaguer *et al.* (2008), a partir de la comparació d'una sèrie diacrònica de fotogrames han quantificat el retrocés dels penya-segats desenvolupats sobre els materials quaternaris a la zona de sa Penya des Migdia-Bonaire (Alcúdia) i les estimacions per al període 1956-2002 s'enfilen dels 4,3 m ($\pm 1,2$ m) als 9,5 m ($\pm 1,2$ m).

Els dipòsits quaternaris han estat estudiats per diversos autors des de mitjans del segle XX, emperò és sobretot en el litoral d'Alcúdia a on s'ha realitzat més treballs doncs presenta més jaciments amb fauna marina del Pleistocè superior. És en aquest litoral on recentment s'han estudiat els mol·luscs fòssils terrestres (Vicens i Pons, 2007) i com a resultat s'ha descrit una nova espècie, *Oestophora cuerda* (Quintana *et al.*, 2006).

Antecedents

A continuació es comenta breument els estudis realitzats sobre el Quaternari d'aquesta zona, ja siguin del Quaternari marí o continental.

Muntaner (1955) és el primer en citar un jaciment del Pleistocè superior en aquesta zona, indicant que hi ha una platja del

Tirrenià II en Es Barcarès (Alcúdia) i per sobre una platja del Flandrià. També parla de Llenaire (Pollença), on aquesta localitat es caracteritza per la falta aparent de terrasses marines. Els al·luvions presents són pre-tirrenians, probablement del Villafranquià.

Solé Sabarís (1962) realitzà un tall estratigràfic del Mal Pas en un treball general sobre el Quaternari de les Balears.

Butzer i Cuerda (1962) descriuen diferents jaciments a la zona: el torrent del Mal Pas, el caló del Mal Pas i es Morer Vermell. Aquest darrer ja el va citar Muntaner (1955).

Osmaston (1978) descriu algunes localitzacions dels nivells continentals quaternaris entre es Barcarès i s'Illot, fixant-se especialment en la litologia dels materials. També parla de jaciments marins. En una edició posterior Osmaston (1985) amplia algunes dades.

Anys més tard, Cuerda *et al.* (1983) estudien i descriuen un interessant dipòsit del Pleistocè superior a la platja de Sant Joan constituït per diferents nivells. En un dels quals s'hi va trobar fauna termòfila.

Adams (1988) parla dels materials quaternaris que es troben a la vora del torrent de ses Fontanelles. També ens parla de l'aflorament quaternari de s'Illot format per bretxes amb còdols mesozoics i alguns nivells de paleosòls.

Més recentment, Vicens i Crespi (2003) localitzen i descriuen una sèrie de dipòsits del Pleistocè superior. Entre la punta de sa Guarda de Tacàritx i el cap Petit, els dipòsits continentals del Pleistocè superior són pràcticament continus, i estan formats per eolianites, llims i bretxes (col·luvions de vessant de muntanya). A les eolianites s'han descrit: rizocrecions, icnites de *Myotragus* i mol·luscs. En els llims i bretxes són freqüents els mol·luscs, si bé hi ha nivells que són menys fossilífers que

altres. Referent als dipòsits marins cal destacar la troballa de *Patella ferruginea* a un dipòsit dins un crull prop de la punta de sa Guarda de Tacàritx. Fornós *et al.* (2004) descriuen els dipòsits de ventall al·luvial i eolianites d'Alcúdia. Gómez-Pujol (2006) estudia les formes de meteorització i erosió de la Punta de sa Guarda de Tacàritx. Vicens *et al.* (2006) troben fauna termòfila a un dipòsit prop del Cap Petit i fauna banal a la cova de sa Balma. Quintana *et al.* (2006) descriuen una nova espècie de mol·lusc terrestre fòssil del Pleistocè superior, *Oestophora cuerdaei*. L'holotipus d'aquesta nova espècie procedeix d'un dipòsit comprès entre sa Pedra Foguera i es Racó de ses Barreres (Alcúdia). Vicens i Pons (2007) estudien els mol·luscs terrestres fòssils a tres seccions estratigràfiques del Pleistocè superior entre es racó de ses Barreres i el cap Petit. Citen *Iberellus balearicus*, *Tudorella ferruginea*, *Xerocrassa frater*, *Oxychilus lentiformis*, *Chondrula gymnesica*, *Oestophora cuerdaei*.

Referent als aspectes geomorfològics de la zona caldría mencionar Vicens i Crespi (2003) i Vicens *et al.* (2006) per a les mesoformes litorals d'Alcúdia, a Balaguer (2007) per la classificació de les costes de la badia, a Balaguer *et al.* (2008) per l'erosió actual dels materials quaternaris a Alcúdia, i a Gómez-Pujol (2006) per les microformes i mesoformes de la Punta de sa Guarda de Tacàritx.

Mètode

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 J. Cuerda, la col·lecció A. Muntaner i la col·lecció D. Vicens (dipositades al Museu de la Naturalesa de

les Illes Balears - Societat d'Història Natural de les Balears, MNIB-SHNB), on hi havia material procedent d'alguns dels jaciments d'aquesta zona.

Per a la toponímia i situació dels jaciments, s'ha utilitzat el mapa topogràfic balear 1:5.000 realitzat pel Govern de les Illes Balears (Fig. 1).

La datació relativa dels dipòsits està basada amb els estudis de Cuerda (1975; 1987) i a la proposta feta per Vicens *et al.* (2001a) referent a les faunes de mol·luscs marins durant el Pleistocè superior de les Balears, distingint tres faunes: una fauna termòfila amb fauna senegalesa en el subestadi isotòpic 5e, una fauna termòfila empobrida en el subestadi isotòpic 5c i una fauna banal en el subestadi isotòpic 5a.

Descripció dels jaciments

Els jaciments es descriuen de forma senzilla i es dona una llista dels fòssils citats en treballs anteriors, fòssils de la col·lecció Muntaner, de la col·lecció Cuerda i de la col·lecció Vicens. També es fa un tall estratigràfic esquemàtic dels més representatius. Per norma general s'ha anomenat l'estrat o nivell més antic de cada localitat amb la lletra a, i seguint amb les lletres per ordre alfabètic. En els casos en que les localitats són properes s'han pogut correlacionar els nivells per la qual cosa no s'ha seguit aquesta norma.

La tipologia dels jaciments és un tant variada. La majoria dels dipòsits que presenten fauna marina són platges fòssils, emperò també hi ha altres tipus de dipòsits que contenen fauna marina. Es corresponen amb platges fòssils els següents jaciments: cap Petit, cova de sa Balma, sa Ferradura, Platja de Sant Joan, caló entre Sant Joan i

Sant Pere, Platja de Sant Pere, Manresa 1, Manresa 2, Manresa 3, Manresa 4, es Barcarès 1, punta des Sebel-lí 1, Corral den Bennàssar 1, sa Marina 1 i sa Marina 2. Es corresponen a zones de platja o properes a ella, emperò amb molta proporció de llims continentals els següents jaciments: es Clot, es Barcarès 2, punta des Sebel-lí 2, ses Olles (200 m a l'E) i can Cap de Bou. Es corresponen a reompliments de coves per sediments d'origen marí: pont A de la punta de sa Guarda, cova de sa Plata, cova des Lladres i la cova des Fonoll Marí. Es corresponen a reompliments de crulls amb sediment d'origen marí: cala des Frases-punta Llarga, pont A de la punta de sa Guarda, la cova de ses Dues Entrades (45 m al S). Es correspon a sediments de fàcies costera-llacunar: es Corral den Bennàssar 2. Es corresponen a llims d'origen continental: cova Artificial. I uns dins eolianita: cala des Capellans. Hi ha dos jaciments citats amb anterioritat que no s'han pogut observar i per tant, es comentarà el que varen dir els autors que els varen estudiar com són el torrent del Mal Pas, que hi ha nivells de maresma i el caló del Mal Pas que pel que diuen Butzer i Cuerda (1962) sembla un dipòsit de platja. A la platja de Formentor s'han trobat blocs rodats procedents d'una platja pleistocena, que no s'ha pogut localitzar.

En quant a les mides dels jaciments, també hi ha moltes diferències. S'ha fet una taula per tenir unes referències, on els valors són orientatius, ja que s'utilitzen intervals (Taula 1). Hi ha dos jaciments (Torrent del Mal Pas i Caló del Mal Pas) que no consten perquè no s'han trobat, degut a les construccions del denominat "puerto del Cocodrilo". Hi ha 6 jaciments insignificants, que tenen entre 0,01 i 1 m², que representen el 21,43% dels 28



Fig. 1. Situació dels jaciments del Quaternari estudiats en el present treball. 1- Cap Petit. 2- Cova de sa Balma. 3- Cala des Capellans. 4- Sa Ferradura. 5- Pont A de la punta de sa Guarda. 6- Cova des Fonoll Marí. 7- Cova de sa Plata. 8- Cova des Lladres. 9- Cova de ses Dues Entrades (45 m al S). 10- Cova Artificial. 11- Torrent del Mal Pas. 12- Caló del Mal Pas. 13-Platja de Sant Pere. 14- Caló entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere. 15- Platja de Sant Joan. 16- Manresa 1. 17- Manresa 2. 18- Manresa 3. 19- Manresa 4. 20- Es Clot. 21- Es Barcarès 1. 22- Es Barcarès 2. 23- Punta des Sebel-lí 1. 24- Punta des Sebel-lí 2. 25. Punta de ses Olles (200 m al E). 26- Corral den Bennassar 1. 27- Corral den Bennassar 2. 28- Sa Marina 1. 29- Sa Marina 2. 30- Can Cap de Bou. 31- Platja de Formentor. En el mapa no s'ha dibuixat la zona humida de s'Albufereta ni tots el torrents que hi aboquen les seves aigües. Només s'ha dibuixat la part final del torrent del Rec (veure les explicacions en el text).

Fig. 1. Location of the Quaternary deposits studied in this work. 1- Cap Petit. 2- Cova de sa Balma. 3- Cala des Capellans. 4- Sa Ferradura. 5- Pont A de la punta de sa Guarda. 6- Cova des Fonoll Marí. 7- Cova de sa Plata. 8- Cova des Lladres. 9- Cova de ses Dues Entrades (45 m al S). 10- Cova Artificial. 11- Torrent del Mal Pas. 12- Caló del Mal Pas. 13-Platja de Sant Pere. 14- Cove between Sant Joan and Sant Pere beaches. 15- Platja de Sant Joan. 16- Manresa 1. 17- Manresa 2. 18- Manresa 3. 19- Manresa 4. 20- Es Clot. 21- Es Barcarès 1. 22- Es Barcarès 2. 23- Punta des Sebel-lí 1. 24- Punta des Sebel-lí 2. 25. Punta de ses Olles (200 m al E). 26- Corral den Bennassar 1. 27- Corral den Bennassar 2. 28- Sa Marina 1. 29- Sa Marina 2. 30- Can Cap de Bou. 31- Platja de Formentor. The map does not include the wetland of s'Albufereta, or all the streams that drain into it. Only the end of the Rec Stream has been included (see detailed explanations in the text).

jaciments que s'han pogut mesurar; 12 jaciments de mida petita d'entre 1 i 10 m², que representen el 42,86%; 6 jaciments d'una mida compresa entre 10 i 50 m², que representen el 21,43%; 3 jaciments d'una mida compresa entre 50 i 500 m², que representen el 10,71%; i 1 comprés entre 500 i 1000 m², que representa el 3,6%.

Referent als mol·luscs marins trobats als jaciments, només a 5 d'ells s'han citat espècies bioindicadores: al cap Petit, al pont

A de sa punta de sa Guarda, a la platja de Sant Joan, al caló entre la platja de Sant Joan i la de Sant Pere i a Manresa 2. Referent als mol·luscs terrestres, a algun d'ells s'ha trobat l'ènid endèmic i actualment extint *Chondrula gymnesica*. També *Oestophora cuerdaei*, actualment extint, es pot relacionar amb el jaciment de sa Ferradura.

Al jaciment de sa Marina 1 s'ha trobat el gastròpode *Nassarius mutabilis*, essent la

Jaciment	Intervals de superfície en metres quadrats				
	0,01-1	1-10	10-50	50-500	500-1000
Cap Petit			X		
Cova de sa Balma/ Ca. Frares-P. Llarga			X		
Sa Ferradura		X			
Pont A p. Guarda	X				
Cova de sa Plata		X			
Cova des Lladres	X				
Cova des Fonoll Marí		X			
Cova de ses Dues E.	X				
Cova Artificial		X			
Platja de Sant Pere			X		
Caló S. Joan/S. Pere			X		
Platja de Sant Joan			X		
Manresa 1		X			
Manresa 2				X	
Manresa 3		X			
Manresa 4		X			
Es Clot	X				
Es Barcarès 1		X			
Es Barcarès 2	X				
Punta des Sebel-lí 1		X			
Punta des Sebel-lí 2	X				
Punta de ses Olles			X		
Corral den Bennàssar 1				X	
Corral den Bennàssar 2		X			
Sa Marina 1					X
Sa Marina 2				X	
Can Cap de Bou		X			

Taula 1. Els jaciments estudiats a la badia de Pollença i la superfície que aflora en metres quadrats (en intervals). Algunes toponímies s'han simplificat, per la qual cosa es recomana anar al text per veure-la escrita correctament. Els jaciments del Torrent del Mal Pas i del Caló del Mal Pas no consten a la taula perquè no s'han pogut observar.

Table 1. The deposits studied in the bay of Pollença and the outcoming surface in square meters (in gaps). Some toponyms have been simplified, so that it is recommended to read their complete name in the text. The Torrent del Mal Pas and Caló del Mal Pas deposits do not appear in this table, as they could not be observed.

primera cita de l'espècie per al Quaternari de les Illes Balears.

L'ordenació taxonòmica dels mol·luscs marins citats està basada en Cuerda (1987). Les espècies s'han identificat a partir de peces senceres o fragments identificables.

En els casos que es dona el color dels materials, s'ha utilitzat l'escala *Munsell*. El color s'ha mirat damunt mostres eixutes, i és més bé orientatiu.

La discussió sobre la cronologia de cada dipòsit i altres aspectes es fa tot seguit després de descriure cada jaciment.

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>) i per a la toponímia s'ha utilitzat els mapes del Govern de les Illes Balears. Hi ha jaciments de mides modestes que queden definits amb unes coordenades, emperò hi ha jaciments que les coordenades indiquen un punt dins una extensió més gran. Ni ha d'altres on es donen unes coordenades, emperò no es sap en certesa on hi havia els jaciments, és el cas del caló del Mal Pas i es Corral den Bennàssar 2. Referent a la platja de Formentor es donen unes coordenades, emperò la platja es relativament àmplia i no s'ha localitzat cap jaciment quaternari amb fauna marina.

Cap Petit (100 m al S)

Coordenades UTM: 514231 /4414223

Jaciment descrit per Vicens *et al.* (2006). Es tracta d'un dipòsit constituït per arenes grolleres de platja i còdols (la major part centimètrics i algun decimètric) situat sobre el que sembla una antiga plataforma d'abrasió marina sobre les càlcaries del Mesozoic (nivell a) (Fig. 2). Aquest dipòsit quaternari està constituït per dos nivells. A

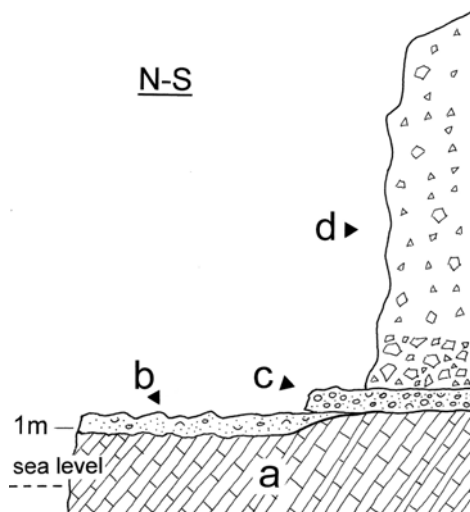


Fig. 2. Tall N-S del Cap Petit (100 m al S): a- Calcàries del Mesozoic. b- Arenes cimentades de platja amb fòssils marins. c- Dipòsit de platja amb fòssils marins. d- Bretxes

Fig. 2. Stratigraphical log N-S of Cap petit (100 m to the south): a- Mesozoic limestones. b- Cemented sands of beach with marine fossils. c- Beach deposits with marine fossils. d- Breccias.

la unitat inferior (nivell b) domina l'arena sobre els còdols i s'han observat els següents fòssils (la major part d'ells són fragments):

Arca noae
Barbatia plicata
Striarca lactea
Lithophaga lithophaga
Spondylus gaederopus
Ctena decussata
Patella lusitanica
Monodonta turbinata
Bittium reticulatum
Columbella rustica
Cantharus viverratus
Conus testudinarius
Conus mediterraneus

Cythara taeniata

Crustacea

La superfície de contacte entre els dos nivells sembla erosiva per la presència del mol·lusc perforador *Lithophaga lithophaga* a la part superior del nivell b, el que indica una regressió marina després de dipositar-se aquest nivell i una posterior cimentació ja que aquest mol·lusc té el seu hàbitat sobre substrats durs.

El nivell c està constituït amb la seva major part per còdols centimètrics molt arrodonits cimentats per una matriu de gra fi de color marró (Fig. 3). S'han trobat el següents fòssils:

Lima lima

Theridium sp.

Columbella rustica

Equinoidea indet.

Per damunt del nivell c hi ha un dipòsit de vessant de muntanya, el nivell d, constituït per bretxes d'entre 6 i 10 m de potència. La part inferior d'aquest nivell es troba molt cimentat, a l' igual que la capa



Fig. 3. Nivell c del cap Petit (100 m al S) (Alcúdia). (Foto D. Vicens).

Fig. 3. Level C of the Petit Cape. (photo D. Vicens).

c de la propera cova de s'Escar, descrita per Vicens i Crespí (2003).

En el nivell b s'han trobat espècies termòfiles com són: *Barbatia plicata*, *Conus testudinarius* i *Cantharus viverratus*, presents a molts desl jaciments eutirrenians de les Balears (Cuerda, 1987) la qual cosa ens pot indicar segons Vicens *et al.* (2001) que aquest nivell pertany cronològicament al OIS 5e o al OIS 5c. Aquestes espècies s'han trobat a quatre nivells en es Carnatge de Palma (Cuerda, 1975; 1979) i datats per Hillaire-Marcel *et al.* (1996) amb unes edats entre 135 ka i 100 ka.

En el nivell c no s'han trobat espècies termòfiles, i la mostra és molt poc significativa, emperò Vicens *et al.* (2006) s'inclinaren per situar-lo cronològicament a l'OIS 5a.

El nivell c d'aquest jaciment s'assembla al nivell b de la cova de sa Balma i al nivell b de sa Ferradura.

Cova de sa Balma

Coordenades UTM: 514213 / 4414183

Jaciment situat a prop de l'anterior i descrit també per Vicens *et al.* (2006). El dipòsit de platja està constituït per arenes grolleres de platja i còdols de mida centimètrica i decimètrica situat sobre el que sembla una antiga plataforma d'abrasió marina sobre les calcàries del Mesozoic entre +1 i +2 m (Fig. 4). S'han trobat perforacions de *Lithophaga lithophaga* a uns +2 m snm. Aquest dipòsit pel seu aspecte recorda molt al nivell c del jaciment del cap Petit. Per damunt hi ha tota una sèrie continental constituïda per uns 5 m bretxes poc cimentades amb clastes centimètrics i per unes bretxes més cimentades amb clastes que van de centimètric fins a mètric d'uns quant de metres de potència. La seqüència acaba amb unes bretxes no massa cimentades amb

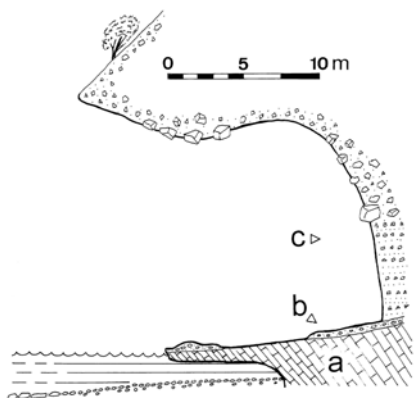


Fig. 4. Tall SO-NE de la Cova de sa Balma, segons Vicens *et al.* (2006): a- Calcàries del Mesozoic. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. c- Bretxes.

Fig. 4. Stratigraphical log SW-NE of cova de Sa Balma: after Vicens *et al.* (2006) a- Mesozoic limestones. b- Beach deposit with marine fossils. c- Breccias.

clastes de mides centimètriques. Al dipòsit de platja s'han trobat els següents fòssils:

- Spondylus gaederopus*
- Patella lusitanica*
- Monodonta* sp.
- Theridium* sp.
- Trunculariopsis trunculus*
- Columbella rustica*
- Echinoidea indet.
- Crustacea indet.

Referent a l'edat del dipòsit, no es pot afirmar taxativament a quin subestadi del Pleistocè superior pertany pels pocs fòssils trobats, emperò litològicament és molt semblant al nivell c del del Cap Petit i sembla que es podria correlacionar estratigràficament, per la qual cosa correspondria cronològicament a l'estadi OIS 5a (Vicens *et al.*, 2006).

Cala des Capellans

Coordenades UTM: 513716 / 4413792

Entre la caleta des Capellans i la punta Llarga es va trobar un dipòsit constituït per uns llims cimentats vermellosos (10YR 6/4) i situats en el reompliment d'un crull que afectava unes eolianites del Pleistocè. Els fòssils trobats són escassos i sense valor estratigràfic com són:

- Patella* sp.
- Jujubinus exasperatus*
- Littorina neritoides*
- Truncatella subcylindrica*
- Theridium vulgatum*
- Columbella rustica*
- Cantharus d'orbigny*

El més interessant tal volta sigui la seqüència estratigràfica que hi ha vora aquesta localitat. A la base hi ha una eolianita amb estratificació d'alt angle de 1,5 m de potència aflorant, que ve seguida de 0,5 m d'una eolianita amb estratificació de baix angle, per sobre vénen un llims vermellosos amb clastes angulosos de 0,4 m de potència. Els fòssils presents en aquesta darrera capa consisteixen en mol·luscs terrestres i el més nombrós és *Tudorella ferruginea*. Damunt tenim una capa d'eolianita amb estratificació de baix angle i una potència de 0,7 m. En aquesta capa trobam els següents mol·luscs terrestres: *Iberellus companyonii*, *Chondrula gymnesica* i *Xerocrassa frater*. Acompanyats de mol·luscs marins de mida petita, que pel que sembla han estat transportats fins aquest lloc pel vent i que són els següents:

- Dentalium* sp.
- Alvania montagui*
- Alvania cimex*
- Rissoa variabilis*
- Rissoina bruguieri*
- Bittium reticulatum* var. *latreillei*

La cronologia del dipòsit anterior no es pot precisar i només es pot dir que és del Pleistocè superior, a pesar què hi ha una espècie bioindicadora com és l'ènid *Chondrula gymnesica*, si bé la seva distribució estratigràfica segons Quintana (2006) va del Pliocè s.l. fins el Pleistocè superior. Referent al reompliment del crull, ha de ser de cronologia posterior a la seqüència amb les eolianites, emperò no es pot fer cap precisió.

Sa Ferradura

Coordenades UTM: 513515 / 4413631

Aquest dipòsit va ser trobat per J.J. Fornós i L. Gómez-Pujol estudiant les eolianites de la zona.

Sa Ferradura és una caleta que té una gènesi produïda per l'abració marina als materials quaternaris, la qual cosa ha deixat al descobert just a l'interior de la caleta, un dipòsit de platja quaternària constituït per còdols arrodonits de mida centimètrica i decimètrica amb una matriu vermellova. La part més inferior d'aquest nivell es troba fortament cimentat, mentre que la part superior la cimentació és molt menor. La seva potència visible és d'un metre. A la part inferior s'ha trobat un fragment de Mollusca no determinat. La seqüència que hi ha per damunt és la mateixa que la descrita per Vicens i Crespi (2003) a la propera cova de sa Pedra Foguera, amb la diferència de que les potències són diferents (Fig. 5). La seqüència és la següent: a- Calcàries del Mesozoic. b1- Dipòsit de platja constituït per còdols arrodonits de mida centimètrica i decimètrica, amb alguna resta de mol·lusc marí, amb una potència de 1,5 m. b2- Col·luvions de vessant de muntanya amb clastes de mida centimètrica fins a blocs de mida mètrica, amb una potència d'uns 6 m. Hi ha algun bloc procedent d'eolianites antigues, probablement de la glaciació rissiana. c-

Eolianita de 1 m de potència. d- Llims vermells amb clastes angulosos de 0,8 m de potència. e- Eolianita de 0,7 m de potència.

La litologia i posició estratigràfica del dipòsit de platja de sa Ferradura s'assembla al dipòsit de platja de la cova de sa Balma i al nivell c del cap Petit, situats cronològicament per Vicens *et al.* (2006) a l'OIS 5a.

Una qüestió important és que el nivell d de sa Ferradura és correspon amb el nivell d de sa Pedra Foguera, i és l'estratotipus d'*Oestophora cuerdae*, mol·luscs fòssil de Mallorca actualment extint, descrit per Quintana *et al.* (2006).

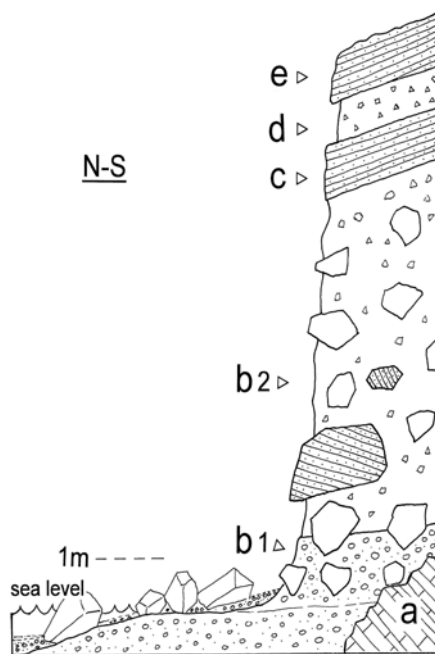


Fig. 5. Tall N-S de Sa Ferradura: a- Calcàries del Mesozoic. b1- Dipòsit de platja. b2- Breccias. c- Eolianita. d- Llims vermells. e- Eolianita.

Fig. 5. Stratigraphical log N-S of Sa Ferradura: a- Mesozoic limestones. b1- Beach deposit. b2- Breccias. c- Aeolianite. d- Red silts. e- Aeolianite.

Pont A de la Punta de sa Guarda de Tacàritx

Coordenades UTM: 513183 / 4413747

Adams (1988) descriu senzillament els materials quaternaris que es troben a la vora del torrent de ses Fontanelles, fent referència a les eolianites que es troben en una petita extracció de marès abandonada i més cap a l'oest cita capes amb abundància d'ostres i d'altres materials amb rizocrecions, que segons Vicens i Crespi (2003) aquest autor ha confós materials que corresponen al Miocè amb materials quaternaris.

Just de vora la pedrera de marès es troba aquest pont d'abrasió marina, que deriva de l'evolució d'una cova d'abrasió instal·lada dins materials del Miocè, i que està associat a una àmplia plataforma d'abrasió situada entre +1 i +2 m que hi ha just a de vora.

Referent als dipòsits de platja quaternària que hi ha en aquest indret són poc rellevants (Vicens i Crespi, 2003).

Al terra de l'arc hi ha de platja quaternària, bastant erosionades i constituïdes per arenes i petits clastes arrodonits, on s'hi poden observar alguns fragments de mol·luscs marins que no s'han pogut determinar. A l'arc hi ha unes arenes de platja cimentades on s'ha pogut identificar *Truncatella subcylindrica*. A un crull s'han trobat arenes de platja cimentades amb còdols i els següents mol·luscs:

Arca sp.

Ostrea sp.

Patella ferruginea

Theridium sp.

Columbella rustica

Cantharus viverratus

Patella ferruginea i *Cantharus viverratus* són espècies de significació estratigràfica ja que són característiques del Pleistocè

superior (Cuerda, 1987) i atribuïdes a l'OIS 5e o a l'OIS 5c (Vicens *et al.*, 2001a). Fa mal de dir si aquestes tres taques són coetànies o no. El que si és clar és que constitueixen les restes d'un dipòsit més gran que l'erosió holocena ha gairebé destruït.

Cova des Fonoll Mari

Coordenades UTM: 513018 / 4413600

Aquesta interessant cova descrita per Vicens *et al.* (2006), presenta un petit dipòsit consistent amb arenes cimentades i clastes arrodonits de mida mil·limètrica i centimètrica, situat prop de dues platgetes interiors. No s'ha observar cap fòssil, emperò és ben possible que cronològicament sigui del Pleistocè superior.

Es varen trobar unes restes òssies per sobre d'una platgeta, que poden tenir una cronologia compresa entre l'Holocè inicial i gairebé l'actualitat, que no tindrien la menor importància si fossin d'un animal que actualment visqués a les Illes Balears, emperò aquests restes pertanyen a un animal que va desaparèixer de forma habitual de les aigües de les Balears durant mitjans del segle XX, el vell marí (*Monachus monachus*) (Vicens *et al.*, 2006; Pons *et al.*, 2008).

Cova de Sa Plata

Coordenades UTM: 512898 / 4413486

En aquesta cavitat hi ha petits dipòsits d'arenes consolidades, i còdols amb algun fragment de mol·lusc indeterminat, a la zona on hi ha els materials del Miocè, que possiblement són del Pleistocè superior. L'erosió holocena ha deixat només restes del dipòsit original (Vicens i Crespi, 2003).

En aquesta cavitat es va trobar *Posidonia oceanica* concrecionada a l'igual que a la cova de ses Pedreres (Manacor), descrita per Vicens *et al.* (2001b). El més probable és que l'edat sigui holocena.

Cova des Lladres

Coordenades UTM: 512887 / 4413444

Es tracta d'un dipòsit insignificant, de mida decimètrica, consistent amb arenes de platja cimentada i adossat al sòtil de la cova. S'hi va observar *Cladocora* sp., *Barbatia barbata*, *Clamys* sp. i *Columbella rustica*. No es pot precisar la cronologia perquè no són espècies bioindicadores, per la qual cosa aquest dipòsit es va poder formar a qualsevol del subestadis del Pleistocè superior quan la mar estava alta (Vicens i Crespí, 2003) o inclús també poden pertànyer a l'Holocè.

Cova de ses Dues Entrades (45 m al S)

Coordenades UTM: 512855 / 4413364

A uns 45 m al S de l'entrada terrestre de la cova de ses Dues Entrades, hi ha un dipòsit constituït per un conglomerat on hi ha alguna resta de mol·lusc marí:

- Patella aspera*
- Theridium* sp.
- Echinoidea indet.

El dipòsit està situat entre 1 i 2 m sobre el nivell actual de la mar. El temporal de novembre de 2001 va destruir la plataforma de ciment construïda que hi ha vora el dipòsit. S'han realitzat construccions il·legals per condicionar la zona per a l'ús privat d'un espai públic, de manera que aquest petit dipòsit situat dins un arc d'abrasió és més difícilment observable. Referent a la cronologia del dipòsit és molt mala de precisar, ja que no s'han trobat espècies característiques, i podria ser que fos cronològicament tant de l'OIS 5e, com de l'OIS 5c o de l'OIS 5a (Vicens i Crespí, 2003).

Cova Artificial

Coordenades UTM: 512730 / 4413192

Cavitat coneguda per tots els banyistes de

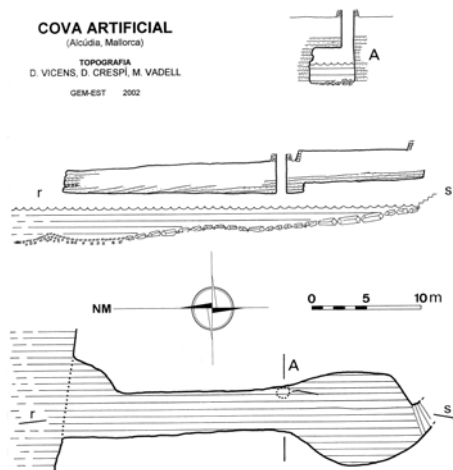


Fig. 6. Planta i seccions de la Cova Artificial, segons Vicens *et al.*, 2006 (veure explicació en el text).

Fig. 6. *Plants and sections of the Cova Artificial, after Vicens et al. 2006 (see explanation in the text).*

la zona i situada prop del port esportiu de Bonaire. La cova està excavada, per la mà de l'home, dins una eolianita del Pleistocè superior, que per sobre té un estrat de bretxes vermelloses d'entre 0,2 i 1 m de potència amb mol·luscs terrestres i una altra eolianita on s'ha observat la presència de *Chondrula gymnesica* (Fig. 6). A les bretxes també es va trobar un mol·lusc marí, *Trunculariopsis trunculus* (Vicens *et al.*, 2006).

Torrent del Mal Pas

Coordenades UTM: 512436 / 4412962

Butzer i Cuerda (1962) descriuen davall el pont del torrent del Mal Pas una seqüència continental i en part d'estuari del Pleistocè superior constituït per una sèrie de nivells. Els més antics segons els autors abans esmentats, probablement són del Tirrenià II. Citen *Truncatella subcylindrica* a un nivell intermedi de la sèrie, amb una

cronologia probable del Neotirrenià i per sobre hi ha nivells del Würm.

La cronologia donada pels autors anteriors tal volta és un poc arriscada, si bé en cap moment ho asseguren i només parlen en condicions de “probable”.

Degut a que actualment està tot encimentat, no s’ha pogut estudiar aquest jaciment.

Caló del Mal Pas

Coordenades UTM: 512429 / 4412967

Solé Sabarís (1962) comenta que hi ha una superfície d’abrasió marina a +3 m sobre les calcàries i margues del Vindobonià. Per damunt una lleugera capa de llims vermells i seguidament conglomerats amb clastes ben rodats amb fragments de *Cardium*. La formació marina es troba recoberta a +4 m per un nivell constituït per clastes angulosos i llims rogencs. Una eolianita és la part superior de la sèrie. No ha estat possible localitzar en el camp el punt exacte que cita aquest autor.

Butzer i Cuerda (1962) descriuen un jaciment del Pleistocè superior en el caló del Mal Pas, on hi ha nivells amb mol·luscs continentals i d’altres amb fauna marina. No es varen trobar espècies amb significació estratigràfica per la qual cosa no es va poder precisar si els nivells amb fauna marina eren de l’Eutirrenià o del Neotirrenià. Actualment aquest darrer jaciment, possiblement estigui dins el port esportiu de Bonaire, on les obres possiblement, el varen tapar amb formigó.

Platja de Sant Joan

Coordenades UTM: 511737 / 4413054

Es tracta sense cap tipus de dubte d’un dels jaciments més importants de la zona d’estudi per l’estratigrafia que presenta. Es troba situat en el marge E de la platja (Fig. 7 i 8). Cuerda *et al.* (1983) el varen descriure i observaren el següents nivells de



Fig. 7. Jaciment del Pleistocè superior de la platja de Sant Joan, l’any 1955. (Foto Andreu Muntaner).

Fig. 7. Upper Pleistocene deposit on the beach of Sant Joan, 1955. (photo Andreu Muntaner).

base a sostre: a- Duna rissiana de gra groller. A l’altre marge de la platja es troba per sobre de materials neògens. b- Llims de color rogenc (5 YR 4/4) amb clastes angulosos d’una potència de 0,6 m com a màxim. No es va trobar cap fòssil. Osmaston (1985) comenta que hi ha concrecions de manganès en aquest nivell. c- Arenes de platja estratificades de gra gruixut amb els següents fòssils:

Cladocora caespitosa
Paracentrotus lividus
Arca noae
Barbatia barbata
Barbatia plicata
Glycymeris violascens
Cardita senegalensis
Acanthocardia tuberculata
Chamelea gallina
Patella caerulea
Astraea rugosa
Strombus bubonius
Cymatium costatum
Thais haemastoma
Conus mediterraneus



Fig. 8. Platja de Sant Joan (Alcúdia). Es poden observar el nivell c (llims vermells) i el nivell d (dipòsit de platja de l'OIS 5e) (Foto D. Vicens).

Fig. 8. *Beach of Sant Joan (Alcúdia). Levels C (red silts) and D (beach deposit of the OIS 5e) can be observed (photo D. Vicens).*

La presència de *Cardita senegalensis* i *Strombus bubonius*, espècies de la denominada fauna senagalesa, delaten que aquest nivell és de l'Eutirrenià. A més *Barbatia plicata* i *Cymatium costatum* també tenen una significació cronoestratigràfica.

d- Arenes de gra fi, cimentades quasi en forma de crosta d'una potència màxima de 20 cm.

e- Sediments que no sobrepassen l'1,7 m snm. A la part inferior hi ha arenes de platja i clastes i a la part superior grans clastes angulosos i restes de closques marines molt rodades i fragmentades. Es varen poder determinar les següents espècies:

Arca noae
Glycymeris violascens
Acanthocardia tuberculata
Patella caerulea

L'absència de les espècies càlides fa que cronològicament aquest nivell, segons Cuerda *et al.* (1983), sigui del Neotirrenià inicial.

f- Sobre els sediments marins anteriors i en concordança amb ells hi ha uns llims arenosos on s'ha observat *Chondrula gymnesica*. A la part superior hi ha un crosta calcària que no supera els 3 mm d'espessor. Aquest nivell cronològicament és de la primera fase del Würm, o com a molt de l'inter-estadi Würm I i Würm II.

A l'actualitat aquest jaciment ha sofert una intensa erosió, ja que devers l'any 2003 es varen retirar blocs per a millorar la platja als banyistes (J.J. Fornós com pers.), deixant al descobert els llims que hi ha per davall la platja eutirreniana, que es troben al nivell de la mar i que són fàcilment erosionables.

Els fòssils citats d'aquest jaciment no es troben a la col·lecció J. Cuerda (MNB). És cert que es poden observar unes certes diferències litològiques del nivell b a l'e descrit per Cuerda *et al.* (1983), emperò també es pot interpretar que tot és un mateix nivell si tenim en compte que es tracta d'un dipòsit de platja on la dinàmica litoral va ser molt activa i en un mateix dipòsit podem trobar enregistrats episodis que probablement varen transcórrer en un breu període de temps. Per sobre del nivell f hi ha un nivell que els autors abans esmentats no citen, es tracta d'una eolianita bioturbada la qual es pot observar si ens dirigim 50 m cap el NE de la cala.

Sense cap tipus de dubte la platja de Sant Joan és molt semblant al jaciment de Cala Pudent (=Campo de Tiro) descrit per Cuerda (1975; 1979) o als de ses Covetes descrits per González *et al.* (2001) i per Morey *et al.* (2006). Tant a cala Pudent com a ses Covetes hi ha la següent estratigrafia de base a sostre:

a- eolianita rissiana;

b- llims vermells eutirrenians amb mol·luscs terrestres per sobre d'una plataforma d'abradió marina instal·lada a l'eolianita;

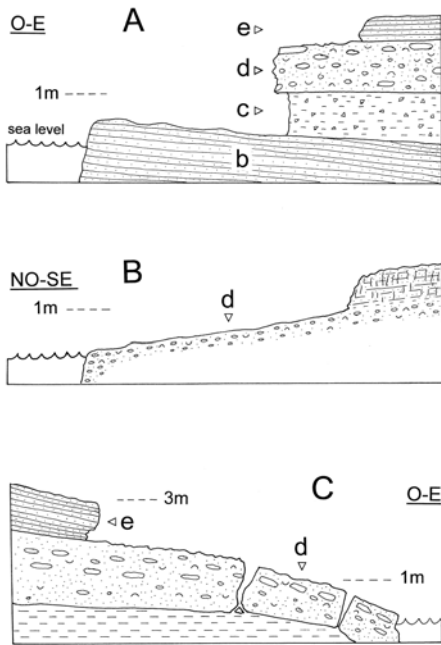


Fig. 9. A- Tall O-E de la Platja de Sant Joan: b- Eolianita del Riss. c- Llims vermells. d- Dipòsit de platja amb fòssils marins (OIS 5e). e- Eolianita. B- Tall NO-SE del Caló entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere: d- Dipòsit de platja amb fòssils marins (OIS 5e). e- Eolianita. C- Tall O-E de la Platja de Sant Pere: a- Margues del Neogen. d- Dipòsit de platja amb fòssils marins (OIS5e). e- Eolianita.

Fig. 9. A- Stratigraphical log W-E of Sant Joan beach: b- Riss Aeolianite. c- Red silts. d- Beach deposit with marine fossils (OIS 5e). e- Aeolianite. B- Stratigraphical log NW-SE of Cove between Sant Joan and Sant Pere beaches: d- Beach deposit with marine fossils (OIS 5e). e- Aeolianite. C- Stratigraphical log W-E of Sant Pere beach: a- Neogene marl. d- Beach deposit with marine fossils (OIS 5e). e- Aeolianite.

c- un únic nivell Eutirrenià de platja o zones on se'n observen dos;

d- llims de color groc-rogenç cimentats d'origen continental amb mol·luscs terrestres.

Les diferències entre el jaciment estudiat respecte als dos anteriors són: que no s'ha observat una clara plataforma d'abració marina sobre l'eolianita del Riss; tampoc s'han trobat mol·luscs terrestres en els llims vermells que hi ha per davall de la platja fòssil; els llims de color groc-rogenç són poc evidents, emperò en el seu lloc sembla que hi ha una eolianita.

És curiós constatar que a les Illes Canàries també hi ha un paleosòl vermellós per davall del nivell de platja amb *Strombus* del darrer interglaciari (Meco *et al.*, 2007).

Si s'observa la Fig. 8 on es veu el jaciment sembla com si hagués dos nivells eutirrenians, just on hi ha el martell en seria un i l'altre es troba per davall. El contacte sembla erosiu. Emperò hi ha zones que sembla que només hi ha un nivell. De fet a la propera platja de Sant Pere només s'ha observat un nivell eutirrenià.

En el tall que figura en aquest treball s'ha dibuixat un nivell eutirrenià i l'eolianita superior que s'observa a indrets concrets (Fig. 9). S'ha de tenir en compte que aquest jaciment es correlaciona estratigràficament amb els dos següents, el caló que hi ha entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere i la mateixa platja de Sant Pere, per la qual cosa s'han utilitzat les lletres adjacents per a designar els nivells correlacionables.

Caló entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere

Coordenades UTM: 511794 / 4413040

S'observen el següent nivell (Fig. 9):

d- Arenes vermelloses cimentades (10YR 6/6) i còdols de platja amb la següent fauna marina:

Arca noae
Glycymeris violascens
Acanthocardia tuberculata
Monodonta sp.

Astraea rugosa

Strombus bubonius

Semicassis undulata

Aquest nivell és de l'Eutirrenià per la presència d'*Strombus bubonius*.

La platja fòssil anterior passa gradualment i sembla que en concordança a una eolianita llimosa bioturbada d'uns 40 cm de potència, que en alguns indrets hi ha llims color groc (10YR 7/6) amb presència d'*Iberellus companyonii*.

Sense cap dubte aquest nivell amb dues fàcies és correlacionable amb els nivells d de la platja de Sant Joan i de la platja de Sant Pere.

Platja de Sant Pere

Coordenades UTM: 511870 / 4412971

La seqüència estratigràfica en el marge W de la platja és la següent (Fig. 9: a- Marges del Neogen. d- Arenes de platja amb còdols i fòssils marins d'un m de potència. e- Eolianita bioturbada d'uns 40 cm de potència. En el marge E, la seqüència és la mateixa, emperò el canvi és molt gradual del nivell b al c. També remarcar que el dipòsit, en el marge E, es troba amb un estat avançat de deteriorament degut a l'erosió marina, per la qual cosa està fragmentat majoritàriament en forma de blocs. El nivell d de la platja de Sant Pere és correlacionable amb el nivell d del caló anterior i amb el nivell d eutirrenià de Sant Joan, per la qual cosa es situaria cronològicament a l'Eutirrenià.

Manresa 1

Coordenades UTM: 511067 / 4413089

Està situat a l'interior d'una caleta on hi ha un antic escar que a l'actualitat es troba esbucats. Aquest entrant ja existia a l'interglacial Riss-Würm i el dipòsit marí es troba per sobre de l'eolianita Riss amb un contacte erosiu. El dipòsit marí, que es situa entre +0,5m i +1,5 m snm, presenta una

matriu llimosa molt cimentada amb clastes i fauna marina molt fragmentada i rodada. És probable que en aquest indret hi hagués una cova d'abració marina de reduïdes dimensions. La fauna observada és la següent: *Spondylus gaederopus* i *Thais haemastoma*.

L'eolianita presenta crulls reomplerts per bretxes vermelloses (7.5YR 7/6) amb mol·luscs terrestres: *Iberellus companyonii*, *Oxychilus lentiformis* i *Tudorella ferruginea*

En aquest jaciment no s'han observat espècies bioindicadores, emperò donada la proximitat, el dipòsit de platja es pot correlacionar amb el nivell b de Manresa 2.

Manresa 2

Coordenades UTM: 511038 / 4413050 i 511011 / 4413030

El dipòsit es troba en un entrant entre dos promontoris format per l'eolianita del Riss. La seqüència és la següent (Fig. 10A):

a- Eolianita del Riss color groc vermellós (10YR 7/4).

b- Dipòsit de platja de color grogós (2.5Y 6/4) que a la part superior té un color vermellós per la matriu (7.5YR 5/6). La part superior és de gra més groller i pràcticament és una lumaquel·la. El contacte amb el nivell anterior és erosiu. La seva potència no és inferior als 40 cm.

c- Llims vermells (5YR 5/4) que cobreixen el nivell anterior, d'uns 20 cm de potència. Hi ha alguna espècie marina. La part superior presenta una costra (Fig. 11).

d- Eolianita de color grogós (10YR 8/4), d'uns 70 cm de potència, que pot estar bioturbada per arrels, emperò generalment s'observa una laminació ben visible de baix angle.

En aquesta localitat el nivell b aflora a cada costat del nivell d, emperò només s'ha considerat una única localitat. Butzer i Cuerda (1962), per les explicacions que

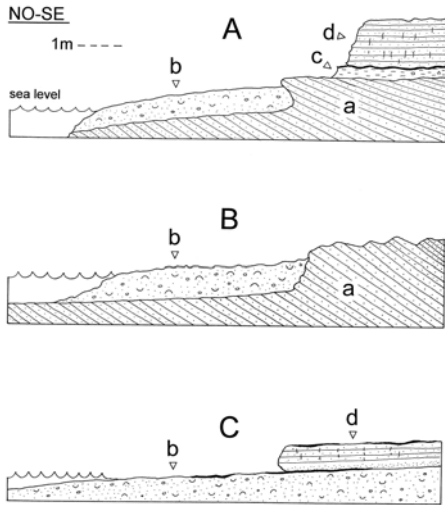


Fig. 10. A- Tall NW-SE de Manresa 2: a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. c- Llims vermells. d- Eolianita. B- Tall NO-SE de Manresa 3: a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. C- Tall NO-SE de Manresa 4: b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. c- Eolianita.

Fig. 10. A- Stratigraphical log NW-SE of Manresa 2: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils. c- Red silts. d- Aeolianite. B- Stratigraphical log NW-SE of Manresa 3: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils. C- Stratigraphical log NW-SE of Manresa 4: b- Beach deposit with marine fossils. d- Aeolianite.

donen, és refereixen a aquest jaciment. També diuen que és el mateix que va citar Muntaner (1955), denominat per aquest autor com es Barcarets. Butzet i Cuerda (1962) citen 17 tàxons per aquesta platja quaternària i per la fauna trobada no poden precisar si cronològicament es tracta d'un Eutirrenià final o d'un Neotirrenià. S'ha revisat la col·lecció Cuerda i s'han trobat més tàxons d'aquest indret, i també alguns que citen emprèd no es troben a la

col·lecció. A l'etiqueta, la localitat figura com a Punta Manresa i la cronologia com a Tirrenià III. Aquesta darrera cronologia (Tirrenià III = Neotirrenià) és la que utilitza Cuerda (1987) quant es refereix a algun tàxon trobat en aquesta localitat.

També s'ha revisat la col·lecció Muntaner, on la localitat figura com es Morer Vermell, i la cronologia proposada és del Tirrenià II (Muntaner, 1955).

A la taula 2 es poden observar tots els tàxons citats per Butzer i Cuerda (1962) així com els trobats a la platja quaternària d'aquesta localitat a partir dels exemplars dipositats a tres col·leccions diferents.



Fig. 11. Manresa 2 (Alcúdia). S'observa on hi ha el martell la crosta que hi ha a la part superior del nivell c, i per damunt l'eolianita d. (Foto D. Vicens).

Fig. 11. Manresa 2 (Alcúdia). Where the hammer is placed, the crust present on top of the level C and on the aeolianite d can be observed (photo D. Vicens).

Tàxon/Manresa 2	B&C 1962	Cuerda	Muntaner	Vicens
<i>Rhodophyceae</i>			X	X
<i>Cladocora caespitosa</i>	X	X	X	
<i>Balanophyllia</i> sp			X	
<i>Echinoidea</i>			X	
<i>Arca noae</i>	X	X	X	
<i>Barbatia barbata</i>	X	X	X	
<i>Barbatia plicata</i>		X		
<i>Striarca lactea</i>	X	X		
<i>Chlamys varia</i>	X			
<i>Spondylus gaederopus</i>			X	X
<i>Lima lima</i>	X		X	
<i>Loripes</i> sp			X	
<i>Chama gryphoides</i>			X	
<i>Pseudochama gryphina</i>			X	
<i>Cardita calyculata</i>	X	X		
<i>Dentalium</i> sp				X
<i>Diodora gibberula</i>		X		
<i>Patella</i> sp			X	
<i>Calliostoma</i> sp	X		X	
<i>Gibbula</i> sp			X	X
<i>Gibbula ardens</i>	X	X		
<i>Gibbula turbinoides</i>		X		
<i>Jujubinus striatus</i>		X		
<i>Jujubinus gravinae</i>		X		
<i>Clanculus ?</i>			X	
<i>Clanculus jussieui</i>		X		
<i>Astraea rugosa</i>			X	
<i>Tricolia pulla</i>	X	X		
<i>Tricolia speciosa</i>		X		
<i>Tricolia tenuis</i>		X		
<i>Littorina neritoides</i>		X	X	
<i>Alvania cimex</i>	X	X		
<i>Rissoa ventricosa</i>		X		
<i>Rissoa variabilis</i>		X		
<i>Rissoa guerini</i>		X		
<i>Rissoina bruguieri</i>		X		
<i>Vermetidae</i>	X		X	
<i>Theridium vulgatum</i>			X	
<i>Strombus bubonius</i>				X
<i>Trunculariopsis trunculus</i>	X	X	X	
<i>Muricopsis cristatus</i>		X		
<i>Ocinebrina aciculata</i>		X		
<i>Columbella rustica</i>	X	X	X	
<i>Cantharus d'orbigny</i>			X	
<i>Cantharus viverratus</i>			X	
<i>Chauvetia minima</i>	X	X		
<i>Hinia costulata</i>	X	X	X	
<i>Pusia tricolor</i>		X	X	
<i>Mitra ebenus</i>		X		
<i>Gibberula miliaria</i>		X		
<i>Conus mediterraneus</i>	X	X	X	X
<i>Bela nebula</i>		X		
<i>Raphitoma laviae</i>		X		

Taula 2 (pàgina anterior). Fòssils citats per Butzer i Cuerda (1962) i fòssils presents a la col·lecció Cuerda, col·lecció Muntaner i col·lecció Vicens del jaciment de Manresa 2 (Alcúdia).

Table 2 (previous page). Fossils cited by Butzer and Cuerda (1962) and fossils present in the Cuerda collection, Muntaner collection and Vicens collection from the Manresa 2 deposit (Alcúdia).

Les espècies termòfiles com són *Barbatia plicata* (col. Cuerda), *Cantharus viverratus* (col. Muntaner) i un fragment d'*Strombus bubonius* (col. Vicens) fan que cronològicament aquest jaciment es situï cronològicament a l'OIS 5e amb reserves, ja que el darrer fòssil es troba en molt mal estat i podria ser perfectament un fòssil reelaborat, per la qual cosa aquest dipòsit també es podria situar cronològicament a l'OIS 5c.

Manresa 3

Coordenades UTM: 510961 / 4412985

Situat uns 80 m al SW de Manresa 2, l'estratigrafia és més senzilla probablement per l'acció erosiva de la mar (Fig. 10B). L'estratigrafia és la següent:

a- Eolianita del Riss.

b- Dipòsit de platja de color grogós (2.5Y 6/4) amb fauna marina.

El nivell a és el mateix que el nivell a de Manresa 1 i Manresa 2. El nivell b és el mateix que el nivell b de Manresa 2. Possiblement no hi ha més nivells per sobre en aquest indret per l'acció de l'erosió marina.

Manresa 4

Coordenades UTM: 510883 / 4412887

Situat uns 125 m al SW de Manresa 3. No aflora l'eolianita del Riss. L'estratigrafia és la següent (Fig. 10C):

b- Arenes de platja de color grogós amb fòssils marins. S'ha observat la presència de *Patella* sp. Per sobre hi pot haver una costra d'uns 3 mm.

d- Eolianita bioturbada d'uns 40 cm de potència. Per sobre hi ha zones que presenten una costra. A la base hi ha unes

arenes de platja vermelloses amb fòssils marins amb una potència de 5 cm. S'ha observat la presència de *Conus mediterraneus* i d'*Echinocyamus pusillus*.

El nivell b és correlacionable amb els nivells b de Manresa 1, Manresa 2 i Manresa 3, per la qual cosa cronològicament són de l'OIS 5e o de l'OIS 5c. L'eolianita d és la mateixa que l'eolianita d de Manresa 2.

Es Clot

Coordenades UTM: 510419 / 4412702

Jaciment de mides molt petites situat prop d'una antiga maressera (Fig. 12). L'eolianita del Riss color vermella (7.5YR 6/6) amb bandes més clares (10YR 7/3) té per damunt algunes taques amb llims vermells endurits color vermellós (5YR 5/4) amb la següent fauna marina (col. Vicens): *Conus mediterraneus*, *Theridium* sp. i *Columbella rustica*.

Per la poca fauna trobada i per l'estratigrafia del jaciment, fa mal precisar on es pot situar cronològicament dins del Pleistocè superior.

Es Barcarès 1

Coordenades UTM: 510298 / 4412618

Jaciment situat a la zona central de la petita reconada que hi ha en es Barcarès.

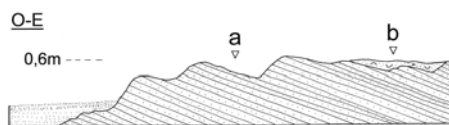


Fig. 12. Tall W-E de Es Clot: a- Eolianita del Riss. b- Llims vermells amb fauna marina.

Fig.12. Stratigraphical log W-E of Es Clot: a- Riss aeolianite. b- Red silts with sea fossils.

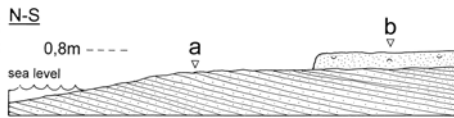


Fig. 13. Tall N-S de Es Barcarès 1: a- Eolianita del Riss. b- Diposit de platja amb fòssils marins.

Fig. 13. *Stratigraphical log N-S of Es Barcarès 1: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils.*

L'estratigrafia és la següent (Fig. 13):

a- Eolianita del Riss de color groc (10YR 8/4). Per sobre hi ha una costra, que es pot observar on hi ha el contacte amb el nivell següent. Sembla que hi ha una plataforma d'abradió entre 0,8 i 1 m.

b- Arenes de platja i llims cimentades de color vermellós (10YR 7/4) amb fauna marina bastant fragmentada. La potència és d'uns 40 cm. Per sobre pot presentar una costra. S'ha observat *Thericium* sp. i *Gibbula* sp. Només es pot dir que el dipòsit de platja està situat cronològicament a l'inter-estadi Riss-Würm.

Es Barcarès 2

Coordenades UTM: 510213 / 4412664

Jaciment de reduïdes dimensions consistent en diferents taques. Els llims rosats cimentats (7.5YR 8/4) amb fauna marina es troben entre +0,4 i +1m sobre l'eolianita Riss de color xocolata 5YR 5/4 amb zones més clares (10YR/ 7/3). S'ha pogut observar *Monodonta* sp., *Cardyta calyculata*, *Thericium* sp., *Hinia* sp., i *Columbella rustica*.

La situació cronològica se situaria dins el Pleistocè superior.

Punta des Sebel-lí 1

Coordenades UTM: 510162 / 4412899

Jaciment de dimensions no tan modestes com els tres anteriors. També consta de varies taques. La més gran es troba vora

una maressera i presenta la següent estratigrafia (Fig. 14):

a- Eolianita del Riss color rosat (7.5YR 8/3)

b- Arenes de platja cimentades amb fauna marina. La matriu és molt llimosa i té un color rosat (7.5YR 8/4). Per sobre hi pot haver en alguns punts una costra. S'ha pogut observar *Thais haemastoma*, *Conus mediterraneus* i *Patella* sp.

c- Llims rosats cimentats (7.5YR 7/4) amb mol·lucs terrestres. S'ha observat la presència d'*Iberellus companyonii* i de *Chondrula gymnesica*.

En aquesta zona també es va observar la presència de llims endurits color rosat (7.5YR 8/4) amb *Iberellus companyonii* dins crulls de l'eolianita Riss.

El nivell b i c estan cronològicament dins el Pleistocè superior.

Punta des Sebel-lí 2

Coordenades UTM: 510012 / 4412808

Jaciment petit que es troba a uns 150 m al S de la Punta des Sebel-lí. Els llims cimentats de color rosat (7.5YR 8/4) amb fauna marina es troben entre 0 i +0,8 m snm per sobre de l'eolianita Riss que té un color xocolata (7.5YR 5/6) amb bandes més clares (10YR 7/5). S'ha observat *Hinia* sp., *Thericium* sp. i *Conus mediterraneus*. El

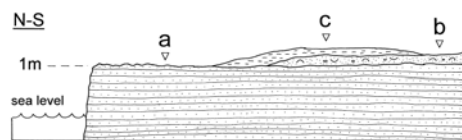


Fig. 14. Tall N-S de la Punta des Sebel-lí 1: a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins. c- Llims rosats cimentats amb mol·lucs terrestres.

Fig. 14. *Stratigraphical log N-S of Punta des Sebel-li 1: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils. c- Pink silts cemented with terrestrial molluscs.*

dipòsit marí es situaria cronològicament al Pleistocè superior

Punta de ses Olles (200 m al E)

Coordenades UTM: 509837 / 4412596

Jaciment en part encimentat. Es caracteritza per presentar un llims vermellosos (7.5YR 6/6) sobre una eolianita Riss. D'aquests llims provinents de la col. Vicens hi ha: *Glycymeris* sp., *Spondylus gaederopus*, *Anomia ephiphium*, i *Columbella rustica*. També s'ha observat *Cerastoderma glaucum*. El dipòsit marí es situaria cronològicament al Pleistocè superior.

Corral den Bennàssar 1

Coordenades UTM: 509565 / 4412326

La disposició estratigràfica és molt senzilla (Fig. 15):

a- Eolianita color blanc rosat (7.5YR 8/2) amb bandes més vermelloses (7.5YR 6/6) d'edat rissiana

b- Arenes fines cimentades, que de vegades tenen un color color groc (10YR 8/4) i d'altres un color vermellós (7.5YR 7/6), amb fòssils marins. S'ha trobat la següent fauna (col. Vicens):

Rhodophyceae
Acanthocardia sp.
Mactra corallina
Donax sp.
Dentalium sp.
Patella sp.
Monodonta sp.
 Vermetidae
Therithium vulgatum
Trunculariopsis trunculus
Columbella rustica
Conus mediterraneus

Per sobre hi pot haver una costra vermellosa color xocolata (2.5YR 4/4) d'uns 3 mm.

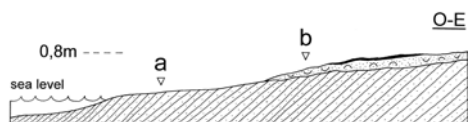


Fig. 15. Tall O-E del Corral den Bennassar 1: a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins (probablement del OIS 5a). c- Llims vermells amb fauna terrestre (a l'actualitat inexistents).

Fig. 15. Stratigraphical log W-E of Corral den Bennassar 1: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils (probably from OIS 5a). c- Red silts with terrestrial fauna fossils (currently nonexistent).

La zona més propera a la platja ha sofert l'extracció de *Posidonia* amb tractors. La zona que hi ha entre la platja i la punta de ses Olles ha sofert bastants modificacions, com són el carrer asfaltat que hi ha quasi a ran de mar i les rampes i explanades per accedir a la mar.

No hi ha cap espècie bioindicadora i hi ha bastants de fòssils, per la qual cosa atenent les interpretacions de Cuerda (1975) i de Vicens *et al.* (2001), el nivell b podria ser del Neotirrenià. La faciès és diferent als jaciments de la zona de Manresa i de les Platges de Sant Joan i Sant Pere. El sediment que conforma el dipòsit és molt més fi i les espècies presents són, en general, d'aigües tranquil·les. A l'actualitat passa el mateix, i les aigües de sa Marina i es Corral den Bennàssar són poc profundes, el sediment és bastant fi i les espècies actuals que es troben són gairebé les mateixes que les fòssils.

Corral den Bennàssar 2

Coordenades UTM: 509415 / 4412220

Jaciment que va localitzar Joan J. Fornós a principis dels anys 90. Consistia amb un dipòsit amb llims de color blanquinós (2.5Y 8/1) i còdols arrodonits de mida mil·limètrica gairebé sense cimentar amb



Fig. 16. Vista general del jaciment del Pleistocè superior de sa Marina 1 (Alcúdia). Enfront hi ha es Corral den Bennàssar.

Fig. 16. Panorama of the upper Pleistocene deposit of Sa Marina 1 (Alcúdia). In front of it, the Corral den Bennàssar

mol·luscs marins que es trobaven en una posició que corroborava que havien sofert una acumulació natural. A la col·lecció Vicens hi ha provinent d'aquest jaciment: *Cerastoderma glaucum*, *Theridium vulgatum* i *Trunculariopsis trunculus*.

Joan Cuerda va veure aquests fòssils i trobava que eren holocens, opinió que comparteixo.

Actualment no s'observa aquest dipòsit perquè està tapat per arena per la qual cosa la ubicació que es dona és aproximada.

Sa Marina 1

Coordenades UTM: 509322 / 4412210

Jaciment d'una extensió considerable, emperò bastant modificat per la mà de l'home. Les primeres modificacions probablement s'iniciaren a principis del segle XX amb l'extracció de peces de marès a ran de mar. Després a la dècada dels 70 fins gairebé fa poc, l'extracció de *Posidonia* amb tractor a canviat completament la superfície original del jaciment, ja que és una zona molt plana i amb poques irregularitats. Les pentinades

de les pales dels tractors hi són per tot arreu. El trànsit rodat de vehicles de tota mena, també ha contribuït notablement a aplanar més el jaciment (Fig. 16).

A finals de la dècada dels 80 entre les cases que hi ha a primera línia i la mar hi havia encara restes de llims vermellosos continentals amb mol·luscs fòssils per sobre del nivell amb fauna marina. A l'actualitat aquest nivell no existeix.

L'estratigrafia és la següent (Fig. 17):

a- Eolianita de color vermellós (2.5YR 7/4).

b- Llims endurits de color blanquinós (10YR 8/2) amb fauna marina. També hi ha zones que els llims tenen un color vermellós (2.5YR 6/6). A la col·lecció Vicens hi ha fauna procedent d'aquesta localitat. També a la col·lecció Muntaner hi ha uns exemplars que a l'etiqueta posaven com a localitat Alcúdia-Carretera Port de Pollença, que el més probable és que procedeixin d'aquest jaciment o del següent (Sa Marina 2) (veure Taula 3). És en aquest nivell on hi ha una nova cita pel Quaternari de les Illes Balears, el gastròpode *Nassarius mutabilis* (veure la part sistemàtica més endavant). També comentar que s'ha trobat un mol·lusc d'aigua dolça, *Radix balthica* (= *Lymnaea ovata*) ja conegut fòssil segons Gasull (1965) d'altres indrets de Mallorca.

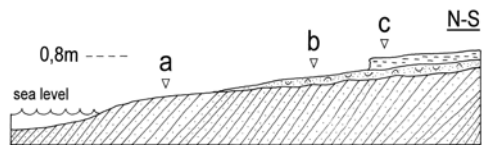


Fig. 17. Tall N-S de Sa Marina 1: a- Eolianita del Riss. b- Dipòsit de platja amb fòssils marins (probablement del OIS 5a).

Fig. 17. Stratigraphical log N-S of Sa Marina 1: a- Riss aeolianite. b- Beach deposit with marine fossils (probably from OIS 5a).



Fig. 18. Platja de can Cap de Bou - Ca'n Cullerassa a la zona central de la badia de Pollença (Foto D. Vicens)

Fig. 18. Can Cap de Bou – Ca'n Cullerassa beach, located in the central area of the Bay of Pollença (photo D. Vicens)

L'eolianita basal és d'edat rissiana. El nivell b, a l'igual que es Corral de Bennàssar 1, no conté espècies bioindicadores per la qual cosa és probable que sigui del Neotirrenià.

Aquest jaciment es correlaciona estratigràficament amb es Corral den Bennàssar i sa Marina 2.

Sa Marina 2

Coordenades UTM: 509018 / 4412204

Jaciment de dimensions més petites que l'anterior, que també ha patit per l'extracció de *Posidonia*. L'estratigrafia és exactament igual que el jaciment de sa Marina 1 i es Corral den Bennàssar.

A la col. Vicens, del nivell b, hi ha un opercle d'*Astraea rugosa*.

Can Cap de Bou

Coordenades UTM:507295 / 4413629

La platja de can Cap de Bou es troba gairebé en mig de la badia de Pollença i forma part de la platja que circumda tot l'interior de la badia (Fig. 18). En aquesta zona, la platja esta constituïda per arenes i

per una proporció molt elevada de clastes arrodonits i copinyes actuals i sub-actuals. Els mol·luscs més abundant amb diferència a la tafocenosi, és *Cerastoderma glaucum*.

Tàxon/Sa Marina	Vicens	Muntaner
Rhodophyceae	X	
<i>Cladocora caespitosa</i>	X	
<i>Echinocyamus pusillus</i>	X	
<i>Arca noae</i>	X	
<i>Striarca lactea</i>	X	
<i>Glycymeris</i> sp	X	
<i>Glycymeris violacescens</i>		X
<i>Chlamys flexuosa</i>	X	
<i>Ctena decussata</i>	X	
<i>Loripes lacteus</i>	X	
<i>Chama gryphoides</i>	X	
<i>Parvicardium exiguum</i>	X	
<i>Cerastoderma glaucum</i>	X	X
<i>Maetra corallina</i>	X	X
<i>Donax semistriatus</i>	X	
<i>Venerupis</i> sp	X	
<i>Dentalium</i> sp	X	
<i>Gibbula</i> sp	X	
<i>Gibbula ardens?</i>	X	
<i>Clanaculus</i> sp		X
<i>Astraea rugosa</i>	X	
<i>Tricolia pulla</i>	X	
<i>Hydrobia acuta?</i>	X	
<i>Alvania cimex</i>	X	
<i>Rissoa guerinii?</i>	X	
<i>Rissoa monodonta</i>	X	
<i>Bittium reticulatum</i> var. <i>latreillei</i>	X	
<i>Thericium</i> sp	X	
<i>Thericium vulgatum</i>	X	X
<i>Ocinebrina edwardsi</i>	X	
<i>Columbella rustica</i>	X	
<i>Nassarius mutabilis</i>	X	
<i>Hinia costulata</i>	X	
<i>Gibberula miliaria</i>	X	
<i>Conus mediterraneus</i>	X	
<i>Mangelia multilineolata</i>	X	
<i>Odostomia?</i>	X	
<i>Radix balthica</i>	X	

Taula 3. Fòssils de la col·lecció Vicens procedents de sa Marina 1 (Alcúdia) i de la col·lecció Muntaner procedents d'aquest jaciment.

Table 3. Fossils from the Vicens collection from Sa Marina 1 (Alcúdia) and the Muntaner collection from that deposit



Fig. 19. Maressera a Formentor, l'any 1954 (Foto Andreu Muntaner).

Fig. 19. Maressera to Formentor. 1954 (photo Andreu Muntaner).

La barra holocena tanca una zona humida que va gairebé des de Can Cullarasa fins la desembocadura del torrent de s'Albufereta i actualment constitueix la Reserva Natural de s'Albufereta. No s'observa a primera línia de costa cap dipòsit del Pleistocè superior. On si se'n observa un és a 160 m de la línia actual de costa a can Cap de Bou, està constituït per una eolianita color (10YR 7/4) que per sobre en algun indret hi ha un llims color blanquinós (10YR 8/3) molt cimentats i amb restes de fauna. L'eolianita és probable que sigui d'edat rissiana i els llims cimentats amb fauna marina del Pleistocè superior.

En aquesta zona també crida l'atenció que el torrent del Rec, uns 300 m abans d'arribar a la mar fa un gir de 90° cap al S i es dirigeix gairebé paral·lel a la costa, 1 km fins fer un gir gradual cap a l'E i arribar a la desembocadura. Cap la possibilitat de que aquest desviament el produís el sistema dunar que es va formar durant la regressió rissiana. També, evidentment la barra actual ajuda a que el torrent segueixi el curs actual.

Platja de Formentor

Coordenades UTM: 512061 / 4419965

Bauzà (1978) cita *Lima squamosa* fòssil a la platja de Formentor. Tot i no observar cap dipòsit de platja quaternària al llarg de l'arenal, si que s'ha trobat algun bloc rodat procedent d'un dipòsit de platja presumiblement del Pleistocè superior, el qual contenia algun fragment de mol·lusc que no s'ha pogut identificar.

En algunes zones, el que hi ha són eolianites del Pleistocè superior, tant a primera línia de costa com a més cap a l'interior (Fig. 19).

Els fòssils

La major part dels jaciments estudiats són dipòsits de platja, i com no, els fòssils que més abunden procedeixen d'organismes que tenen closca o parts dures. Molts dels fòssils estudiats són fragments, emperò en aquest treball no s'ha quantificat quina proporció dels fòssils determinats procedeixen de peces senceres o de fragments.

Molts dels tàxons citats provenen de les col·leccions històriques com són les de Joan Cuerda i d'Andreu Muntaner, recentment catalogades i dipositades a la Societat d'Història Natural de les Balears (Pons *et al.*, 2008; Vicens *et al.*, 2008) i de la

col·lecció Vicens, també dipositada a la SHNB.

S'han citat provinents dels dipòsits del Pleistocè superior, un total de 84 tàxons (no s'ha tingut en compte aquells tàxons que citats només a nivell genèric ja hi havia un tàxon del mateix gènere citat a nivell específic). Els macrofòssils marins més nombrosos són els mol·luscs (78 tàxons), que en relació al número total de tàxons citats representa el 92,86%. Entre els mol·luscs troban: Gastropoda amb 52 tàxons, Bivalvia amb 25 tàxons i Scaphophoda amb 1 tàxon.

S'ha citat 1 tàxon de Rhodophyceae, que representa l'1,19%; 2 tàxons d'Anthozoa que representa el 2,38%; 2 tàxons d'Echinoidea que representa el 2,38%; i 1 tàxon de Crustacea que representa l'1,19%.

Referent als paleo-ambients que es poden deduir dels jaciments, es limiten a aquells dipòsits que han aportat major nombre d'exemplars i/o de tàxons com són el Cap Petit, la platja de Sant Joan, Manresa 2, es Corral den Bennassar i sa Marina 1. De la resta de jaciments s'han citat pocs tàxons, i a més, numèricament hi ha pocs fòssils. S'ha elaborat la taula 4 de forma molt senzilla i només s'ha mirat s'hi havia espècies pròpies de roca, d'arena, d'arena-fang i d'alga. Si bé aquesta darrera inclou *Posidonia oceanica*.

El jaciment que presenta proporcionalment més espècies de fons rocós o de

pedres, és el jaciment del Cap Petit. El que presenta més paleo-ambients és el de Manresa 2, que també és el que ha aportat més tàxons. El jaciment de sa Marina 2, presenta moltes espècies d'arena-fang i és clarament d'una fàcies distinta als del cap Petit, de la platja de Sant Joan i de Manresa 2.

Totes les espècies citades són infralitorals, alguna supralitoral i alguna pot ser mesolitoral.

Dels 84 tàxons citats, 7 són espècies bioindicadores com són: *Barbatia plicata*, *Cardita senegalensis*, *Patella ferruginea*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius*. A l'actualitat no viuen a la mar balear, i de fet ens indiquen una mar més càlida que l'actual.

A la taula 5 es pot veure quins jaciment han lliurat aquestes espècies. Qui vulgui més informació d'aquestes espècies pot consultar a Cuerda (1975;1987) i a Vicens *et al.* (2001), entre d'altres.

En quant als mol·luscs terrestres, tot i no ser l'objectiu d'aquest treball, és impossible no parlar-ne, ja que molt dels jaciment no presenten un únic nivell marí sinó també en presenten de continentals.

Recentment a aparegut un estudi sobre *Chondrula* de les Gimnèsies, on ha resultat no ser la mateixa de les terres mediterrànies circumdants, per la qual cosa és una espècie endèmica extinta de les Gimnèsies, i

Jaciment	N. Tàxon	Paleo-ambient
Cap Petit (nivell b)	15	Roques, pedres, algues.
Platja de Sant Joan	15	Roques, arena.
Manresa 2	53	Roques, pedres, algues, arena.
Corral den Bennassar	12	Arena-fang, roques, algues.
Sa Marina 1	38	Arena-fang, algues.

Taula 4. Jaciments amb més nombre de tàxons citats a la Badia de Pollença i paleoambients.

Table 4. Deposits with the highest number of taxa cited at the Bay of Pollença and palaeoenvironments.

Taxon / Jaciment	CP	PT	SJ	SJ-SP	M2
<i>Barbatia plicata</i>	X				X
<i>Cardita senegalensis</i>			X		
<i>Patella ferruginea</i>		X			
<i>Strombus bubonius</i>			X	X	X
<i>Cymatium costatum</i>			X		
<i>Cantharus viverratus</i>	X	X			X
<i>Conus testudinarius</i>	X				

Taula 5. Espècies termòfiles del OIS 5 i jaciments de la Badia de Pollença que els han lliurat. CP: cap Petit (100 al S). PT: punta de sa Guarda de Tacàritx. SJ: Platja de Sant Joan. SJ-SP: caló entre la platja de Sant Joan i la de Sant Pere. M2: Manresa 2.

Table 5. *Thermophilic species from OIS 5 and deposits in the Bay of Pollença where they were found.* CP: Petit Cape (100 to S). PT: Sa Guarda de Tacàritx Little Cape. SJ: Sant Joan beach. SJ-SP: Cove between Sant Joan and Sant Pere beaches. M2: Manresa 2.

anomenada *Chondrula gymnesica* (Quintana, 2006). A 4 dels jaciments descrits s'ha citat aquest ènid: a la cala des Frares-Punta Llarga, la cova Artificial, a la platja de Sant Joan i també citad a la Punta des Sebel-lí 1.

També cal mencionar una espècie d'aigua dolça com és *Radix balthica* (atenent la nomenclatura empleada per Beckmann (2007)) que s'ha trobat dins un dipòsit de platja pleistocena a Sa Marina 1, la qual cosa no és d'estranyar si en el Pleistocè superior la geomorfologia litoral era semblant a l'actual i relativament a prop hi havia una albufera amb sortida cap a la mar.

Part sistemàtica

Família Muricidae Rafinesque 1815
Subfamília Nassariinae Iradale 1916
Gènere *Nassarius* Durnéril 1800
Subgènere *Sphaeronassa* Locard, 1886

Nassarius mutabilis (Linné, 1758)

1882-98 *Nassa mutabilis* Bucquoy *et al.*, *Moll. Roussillon*, làm. 10, fig. 3-7.

1960 *Nassarius mutabilis* Malatesta, *Malac. Pleist. Grammichele*, pàg. 151, làm. 8, fig. 11.

1968 *Sphaeronassa mutabilis* Nordsieck, *Europ. Meere-Gehäuseschnecken*, pàg. 233, fig. 80.00

1970 *Sphaeronassa mutabilis* Parenzan. *Carta d'Identita Conch. Med.* pàg. 180, fig. 713.

1972-1973 *Nassa mutabilis* Meco, *Mol. Marinos I. Canarias col. Webb y Ber.*, pàg., làm. 4, fig 118

1978 *Nassa variabilis* Luther i Fiedler. *Peces y demás fauna mar. cost. Med.* pàg. 220.

1981 *Sphaeronassa mutabilis* D'Angelo i Gargiullo. *Conchiglie Mediterranee*, pàg. 142.

1986 *Sphaeronassa mutabilis* Riedl. *Fauna y flora del Mar Mediterráneo*. pàg. 300, fig. 101.

Material

Dos exemplars procedents del jaciment de sa Marina 1 (col. Vicens) (Fig. 20)

Descripció

Aquesta espècie presenta una closca ovoide apuntada. Les primeres voltes presentes costelles, emperò les darreres voltes són llises i només es poden observar les bandes de creixement. L'obertura és gran, oval i dentada a la part interna.

Per alguns autors hi ha varietats (veure Bucquoy *et al.*, 1882-98; Parenzan 1970).

Hàbitat

Sobre fons arenosos-fangosos a poca fonda-



Fig. 20. *Nassarius mutabilis* (Linné, 1758) de la col·lecció Vicens-SHNB, procedent de sa Marina 1 (Alcúdia). Alçada 10 mm.

Fig. 20. *Nassarius mutabilis* (Linné, 1758) from the Vicens-SHNB collection from Sa Marina 1 (Alcúdia). Raised 10 mm.

ria a la mar Mediterrània i a l'Atlàntic proper. La majoria d'autors diu que és una espècie freqüent. A la costa basca, a partir de la cita de Ibáñez (1980), Martínez i Adarraga (2006) la consideren com exòtica per aquella mar.

Presència estratigràfica

És una espècie ja present en el Miocè i citada en el Pliocè de la Mediterrània Occidental i del Marroc atlàntic (Malatesta, 1960).

Discussió

Per a la sistemàtica s'ha seguit la proposada per Templado (1997-2008)

Malgrat esser una espècie relativament abundant a la Mediterrània, és la primera vegada que es cita fòssil en el Quaternari de les Illes Balears, incrementant les cites de mol·luscs de Cuerda (1987), Cuerda *et al.* (1989-90, 1993), Vicens *et al.* (1998) i Vicens *et al.* (2001a).

Conclusions

Es descriuen 30 jaciments (dels 31 citats) del Quaternari amb fauna marina situats al litoral de la Badia de Pollença (Illa de Mallorca), dels quals 18 eren inèdits fins ara: cala des Capellans, sa Ferradura, caló entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere, platja de Sant Pere, Manresa 1, Manresa 3, Manresa 4, es Clot, es Barcarès 1, es Barcarès 2, punta des Sebel·lí 1, punta des Sebel·lí 2, punta de ses Olles (200 m al E), Corral den Bennàssar 1, Corral den Bennàssar 2, sa Marina 1, sa Marina 2 i can Cap de Bou.

Dels 31 jaciments s'han pogut observar tots excepte el torrent del Mal Pas i el caló del Mal Pas, degut a construccions en el litoral i el de Formentor que no s'ha localitzat.

Del Pleistocè superior, per la litologia, l'estratigrafia, els fòssils, l'alçada sobre el nivell actual de la mar i per la semblança amb altres jaciments de Mallorca, n'hi ha 26 jaciments: Cap Petit (100 m al S), cova de sa Balma, cala des Capellans, sa Ferradura, pont A de la punta de sa Guarda de Tacàritx, cova de ses Dues Entrades (45 m al S), cova Artificial, Torrent del Mal Pas, caló del Mal Pas, Platja de Sant Joan, caló entre la platja de Sant Joan i la platja de Sant Pere, platja de Sant Pere, Manresa 1, Manresa 2, Manresa 3, Manresa 4, es Clot, es Barcarès 1, es Barcarès 2, punta des Sebel·lí 1, punta des Sebel·lí 2, punta de ses Olles (200 m al E), Corral den Bennàssar 1, sa Marina 1, sa Marina 2 i can Cap de Bou. D'aquest jaciments, hi ha nivells que cronològicament pertanyen al OIS 5e: platja de Sant Joan, caló entre la platja de Sant Joan i Sant Pere, i platja de Sant Pere. Hi ha nivells que pertanyen cronològicament a l'OIS 5e o OIS 5c en el següents jaciments: cap Petit (100 m al S), pont A de la punta de sa Guarda de Tacàritx, Manresa 1,

Manresa 2, Manresa 3 i Manresa 4. Molt probablement es Corral den Bennàssar 1, sa Marina 1 i sa Marina 2 es corresponen cronològicament amb l'OIS 5a.

Presumiblement del Pleistocè superior hi ha 4 jaciments: cova de sa Plata, cova des Lladres i cova des Fonoll Marí i Formentor.

De l'Holocè hi ha un jaciment: Corral den Bennàssar 2.

S'han citat 84 tàxons marins del Pleistocè repartits de la següent manera: 1 Rhodophyceae, 2 Anthozoa, 2 Echinoidea, 25 Bivalvia, 1 Scaphopoda, 52 Gastropoda i 1 Crustacea. La majoria són espècies infralitorals, alguna supralitoral i alguna mesolitoral de fons de roca, pedra, arena, arena-fang, algues, etc. Dels tàxons anteriors hi ha 2 tàxons de Bivalvia com són: *Cardita senegalensis* i *Barbatia plicata*; i 5 tàxons de Gastropoda com són *Patella ferruginea*, *Strombus bubonius*, *Cymatium costatum*, *Cantharus viverratus* i *Conus testudinarius* que són espècies bioindicadores a les Illes Balears del darrer interglaciari i delaten unes aigües més càlides que les actuals.

Se cita per primera vegada *Nassarius mutabilis* en el Quaternari de les Illes Balears. Aquest Muricidae prové del jaciment de sa Marina 1 (Alcúdia).

El mol-lusc terrestre *Chondrula gymnesica*, actualment extint, s'ha citat a la cala des Capellans, la cova Artificial, a la platja de Sant Joan i a la Punta des Sebel-lí 1.

A sa Ferradura, l'estratotipus d'*Oestophora cuerda*, mol-lusc terrestre actualment extint, es troba per sobre d'un nivell de platja que probablement és de l'OIS 5a.

Cal remarcar com a cites inusuals, *Posidonia oceanica* concrecionada amb carbonat càlcic a la cova de sa Plata, i de dos fragments de crani corresponent a un individu de *Monachus monachus* a la cova des Fonoll Marí. La cronologia de la

fanerògama marina i del vertebrat marí semblen holocenes.

La desviació del torrent del Rec just abans d'arribar a la mar és probable que es produís per la formació de la duna rissiana.

Agraïments

Estic especialment agraït al Sr. Andreu Muntaner per les informacions subministrades per a la realització d'aquest article, per poder publicar fotografies seves i per poder consultar la seva col·lecció que actualment es troba dipositada a la Societat d'Història Natural de les Balears (SHNB), conformant part del gruix de col·leccions del Museu de la Naturalesa de les Illes Balears (MNIB-SHNB).

El Sr. Joan Cuerda, al cel sia, també va fer algun comentari sobre alguns fòssils d'aquesta zona, per la qual cosa estic agraït pels comentaris que va fer i per poder consultar la seva col·lecció, també dipositada a la (MNIB-SHNB).

A la junta directiva de la SHNB per facilitar-me en tot moment la consulta de les col·leccions.

Al Dr. Joan J. Fornós per indicar-me la situació del jaciment del Corral den Bennàssar 2.

Als Drs. Lluís Gómez-Pujol i Joan J. Fornós per comentar-me que hi havia un dipòsit d'origen marí a sa Ferradura.

A Damià Crespí, Antelm Ginard i Francesc Gràcia, que han realitzat treball de camp per aquesta zona i sempre han aportat observacions interessants.

A Mateu Vadell, Miquel Angel Barceló i al Dr. Pere Bover per aportar el seu parer en algunes qüestions relatives a aquest treball.

Al Dr. Guillem X. Pons per les suggerències que han fet millorar el manuscrit original.

A na Maria Magdalena, en Damianet i en Josepet per acompanyar-me als jaciments i donar un toc de gràcia i frescor a les sortides.

Bibliografia

- 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.
- Bauzà, J. 1978. Paleontología de Mallorca. Ciento ochenta millones de años de la flora y fauna de Mallorca. In: Mascaró, J. coord. *Historia de Mallorca*, 7: 331-430. Gráficas Miralles. Palma de Mallorca.
- Beckmann, K. H. 2007. *Die Land- und Süßwassermollusken der Balarischen Inseln*. ConchBooks. Hackenheim. 255 pp.
- Bucquoy, E., Dautzenberg, P. i Dollfus, G. 1882-98. *Les mollusques marins du Roussillon*. 2 volums. 1454 pp i 165 lám. Paris.
- Butzer, K.W. i Cuerda, J. 1962. Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. Notas y comunicaciones del Instituto Geológico Minero de España, 67: 25-70.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Baleáricos. 304 pp. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1979. Formaciones cuaternarias de la Bahía de Palma. Guía a la excursión nº 4 del VI Coloquio de Geografía. 22 pp. Palma.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y Salobres del Pleistoceno balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp. Palma de Mallorca.
- Cuerda, J., Gracia, F. i Vicens, D. 1989-90. Nuevas citas malacológicas (Bivalvia y Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 67-79.
- Cuerda, J., Gracia, F. i Vicens, D. 1993. Mollusca (Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. Nuevas citas. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 31-40.
- Cuerda, J. Soler, A. i Antich, S. 1983. Nuevos yacimientos del Pleistoceno marino de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 27: 117-125.
- D'Angelo, G. i Gargiullo, S. 1981. *Guida alle Conchiglie Mediterranee*. Fabri ed. Milán. 244 pàg.
- Fallot, P. 1922. *Étude géologique de la Sierra de Majorque*. Lib. Polyt. Ch. Beranger ed. 420 pàgs. Paris.
- Fornós, J.J., Gómez-Pujol, L. i Clemmensen, L. B. 2004. Facies architecture of interbedded aeolianites and alluvial fans deposits: the Late Pleistocene of Pollença Bay (Mallorca Is., Western Mediterranean). International Association of Sedimentology 23rd Meeting, Coimbra. Portugal.
- Gasull, L. 1965. Algunos moluscos terrestres y de agua dulce de Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 11: 7-161.
- Gelabert, B. 1997. *La estructura geológica de la mitad occidental de la Isla de Mallorca*. Inst. Tec. Geominero de España. 129 pàgs. Madrid.
- Gómez-Pujol, L. 2006. Patrons, taxes i formes d'erosió a les costes rocoses carbonatades de Mallorca. Tesi doctoral, 223 pàg. UIB. Inèdit.
- Gómez-Pujol, L., Balaguer, P. i Fornós J.J. 2007. El litoral de Mallorca: síntesis geomórfica. In: Fornós, J.J., Ginés, J., Gómez-Pujol, L. (eds.). *Geomorfologia Litoral: Migjorn y Llevant de Mallorca*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 39-59.
- González Hernández, F. M. Goy, J. L. Zazo, C. i Silva, P.G. 2001. Actividad eólica. Cambios de nivel del mar durante los últimos 170.000 años (Litoral de Mallorca, Islas Baleares). *Revista Cuaternario y Geomorfología*, 15(3-4): 67-75.
- 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.
- Ibáñez, M. 1980. *Sphaeronassa mutabilis* L.

- (Neogastropoda) nueva cita para la costa vasca. *Lurralde* 3: 123.
- Luther, W. i Fiedler, K. 1978. *Peces y demás fauna marina de las costas del Mediterráneo*. Ed. Pulide. 374 pàg. Barcelona.
- Malatesta, A. 1960. *Malacofauna pleistocenica di Grammichele (Sicilia)*. Serv. Geol. d'Italia. Memorie per la Carta Geologica, 12: 1-392. Roma.
- Martínez, J. i Adarraga, I. 2006. Programa de vigilancia y control de la introducción de especies invasoras en los ecosistemas litorales de la costa vasca. I Costa de Gipuzkoa. Soc. Cultural de Invest. Submarinas. Memoria. 267 pàg.
- Meco, J. 1972-1973. Los moluscos marinos de las Islas Canarias de la colección Webb y Berthelot del Museo Británico de Historia Natural. *El Museo Canario*, 33-44: 11-30.
- Meco, J., Ballester, J., Soler, E. i Betancort, J.F. 2007. Los fósiles del Pleistoceno marino de las Palmas (Gran Canaria) y de la Guirra (Fuenteventura). In: Pons, G. X. i Vicens, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló*. Mon. So. Hist. Nat. Balears, 14: 37-48.
- Morey, B., Vicens, D. i Pons, G.X. 2006. El Pleistocè superior marí de la badia de Campos (Sa Ràpita-Es trenc, Mallorca, Mediterrània Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 123-136.
- Muntaner, A. 1955. Nota preliminar sobre nuevas localidades de Cuaternario en la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 84-86.
- Nordsieck, F. 1968. *Die europäischen Meeres-Gehäuseschnecken (Prosobranchia) Vom Eismeer bis Kapversen und Mittelmeer*. Ed. Gustav Fisher. Stuttgart. 293 pàg.
- Osmaston, H. R. 1978. Northern mountains and the bays of Pollensa and Alcúdia. In: Rose, J. ed. *The Quaternary of Mallorca*: 97-100. Birkbeck College. University of London.
- Osmaston, H. R. 1985. Further notes on the South of Pollensa bay. In: Rose, J. (edit). *The Quaternary of Mallorca*: 100. Birkbeck College. University of London.
- Parenzan, P. 1970. *Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. 1 Gasteropodi*, 283 pp. Ed. Bio Taras. Taranto.
- Pons, G.X., Crespí, D., Ginard, A., Gràcia, F. i Vicens, D. 2008. Troballa d'ossos subfòssils de vell marí (*Monachus monachus*) a una cova litoral d'Alcúdia (Mallorca). In: Pons, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 55.
- Pons, G.X., Vicens, D., Ramis, D., Gràcia, F., Llobera, M., Socias, M., Grau, A.M., Moragues, Ll., Balaguer, P. i Torres A. 2008. La col·lecció paleontològica de Joan Cuerda Barceló (MNIB-SHNB). Mol·luscs marins quaternaris. In: Pons, G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 425-428.
- Quintana, J. 2006. Reconsideració taxonòmica de *Chondrula (Mastus)* fòsil de Mallorca i Menorca (Gastropoda: Pulmonada: Enidae). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 21-38.
- Quintana, J., Vicens, D. i Pons, G.X. 2006. A new species of the genus *Oestophora* Hesse 1907 (Gastropoda: Pulmonata: Helicodontidae) from the Upper Pleistocene of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 51-58.
- Riedl, R. 1986. *Fauna y flora del Mar Mediterráneo*. Ed. Omega 858 pàg. Barcelona.
- Solé Sabaris, L. 1962. Le Quaternaire marin des Balears et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Peninsule Ibérique. *Quaternaria*, 6: 309-342.
- Templado, J. 1997-2008. Família Muricidae. iNet: www.fauna-iberica.mncn.csic.es
- Vicens, D. i Crespí, D. 2003. Les coves litorals situades a la franja costanera entre es Mal Pas i el cap Gros (Alcúdia, Mallorca) (1a part). *Endins*, 25: 117-130.
- 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., Crespí, D., Ginard, A., Gràcia, F. i Pons G.X. 2006. Les coves litorals situades a la franja costanera entre es Mal Pas i el cap Gros (Alcúdia, Mallorca) (2a part). Troballa de

- restes de vell marí (*Monachus monachus*) a la cova des Fonoll Marí. *Endins*, 30: 87-100
- Vicens, D., Gràcia, F., McMinn, M. i Cuerda, J. 1998. El Plistocè superior del Frontó des Molar (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 125-137.
- Vicens, D., Gràcia, F., Watkinson, P., Landreth, R., Clamor, B. i Dot, M.A. 2001b. La cova de ses Pedreres (Manacor, Mallorca). *Endins*, 24: 107-111.
- Vicens, D., Pons, G.X., Bover, P. i Gràcia, F. 2001a. 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.
- Vicens, D., Pons, G.X. i Mir, X. 2008. La col·lecció paleontològica Andreu Muntaner Darder (MNIB-SHNB). In: Pons, G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 429-436.

Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears)

Francesc X. ROIG-MUNAR, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Pere FRAGA, Guillem X. PONS, Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Bernadí GELABERT

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, R. i Gelabert, B. 2008. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 103-116. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

A aquest treball es realitza una descripció del dipòsit eòlic de sa Marina de s'Arena, situat al N de l'illa de Menorca (Illes Balears). Es tracta d'un dipòsit eòlic que, condicionat per l'estructura geològica de l'àrea, es troba desvinculat de la seva font d'alimentació. Tot i açò presenta camps de morfologies dunars actives amb vegetació psammòfila.

Paraules clau: *Menorca, dipòsit eòlic, morfologies dunars, vegetació dunar.*

DESCRIPTION OF THE EOLIAN DEPOSIT OF SA MARINA DE S'ARENA (NORTH OF MINORCA, BALEARIC ISLANDS). This work is the first description of the aeolian deposit of sa Marina de s'Arena, located in the North of Minorca Island (Balearic Islands). Aeolian sands are placed on top of a littoral platform and disconnected from any recent source of sediment. Small parabolic dunes and psamofilous vegetation characterized this deposit.

Keywords: *Minorca, aeolian deposits, parabolic dunes, psamofilous vegetation.*

Francesc X. ROIG-MUNAR; QUATRE, consultoria ambiental. Es Carritxaret, 18-6, 07749 Es Migjorn Gran, Menorca. Pere FRAGA; Consell Insular de Menorca, Plaça de la Biosfera, 5, 07730 Maó, Menorca, Illes Balears. 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: 19-ago-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducción

Podem considerar que gairebé tots els sistemes dunars actuals de l'illa de Menorca han estat descrits (Sainz-Amor, 1981, Rita *et al.*, 1988, Servera, 1997, Roig-Munar *et al.*, 2003, 2007), i analitzats al llarg de la darrera dècada (Cardona *et al.*, 2004; Roig-Munar *et al.*, 2006). No obstant, encara queden dipòsits o mantells eòlics de reduïdes proporcions que no han estat

objecte d'estudi o anàlisi, i que presenten força interès degut a la seva particular situació, desvinculats en molts casos de l'àrea font d'alimentació sedimentària que els nodreix. Gairebé tots ells estan situats a la costa de N de Menorca. Si bé es cert que la majoria d'ells apareixen cartografiats a les cartes geològiques, aquests queden enfosquits per la magnitud de la geologia que els envolta, i no es coneixen treballs que facin referència com a sistemes actius o

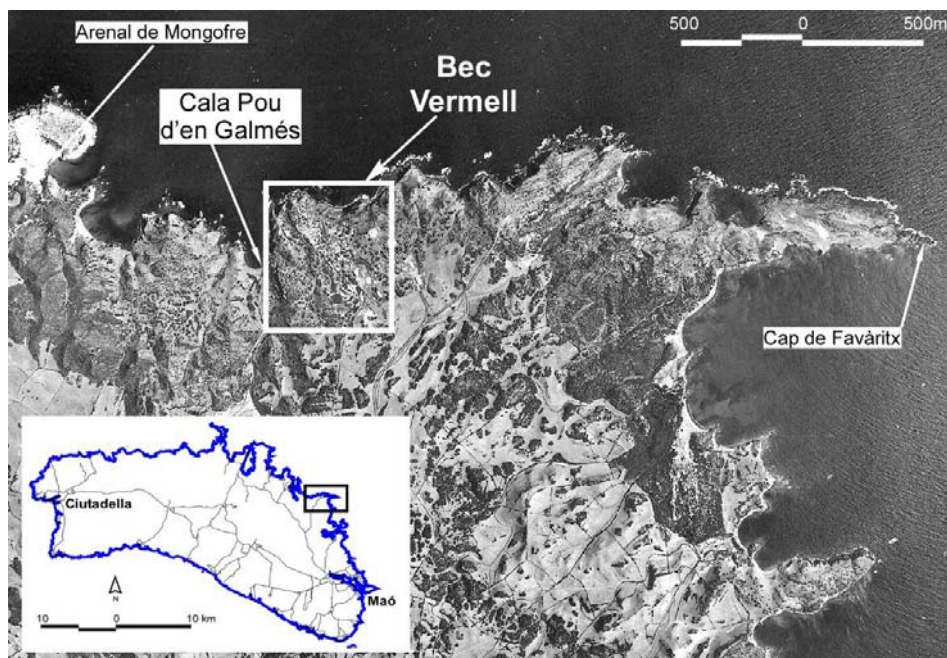


Fig. 1. Localització del mant eòlic de sa Marina de s'Arena, N de Menorca
Fig. 1. Location of the eolian deposit of sa Marina de s'Arena N. Minorca.

estabilitzats, i amb presència de formes dunars i vegetació psammòfila associada.

Un possible motiu de la falta d'estudis i descripcions es pot deure a la poca explotació econòmica d'aquests front als sistemes platja-duna.

El cas que ens ocupa, sa Marina de s'Arena, situat a la costa Nord (Fig. 1), constitueix un dipòsit eòlic encara actiu, situat sobre un promontori rocallós, format per eolianites quaternàries. La seva ubicació, lluny de carreteres, urbanitzacions o qualsevol tipus d'assentament humà, i proper a una instal·lació militar, ha fet que fins ara no es realitzàs cap tipus de descripció del sistema. No obstant, aquest dipòsit ho podem observar cartografiat tant al mapa de Bourrouilh (1983), on es representa com a una unitat d'arenas quaternàries al mapa 1:50.000, com al mapa

del *Instituto Geológico y Minero de España*, 1:25.000, full 647-IV de Maó - Illa d'en Colom (Rosell i Gómez-Gras, 1989), on es representen com a dunes fixes calcarenítiques, sense fer esment, a cap dels dos treballs, la presència d'un mant eòlic actiu. Les dues cartografies esmentades presenten certes diferències pel que fa la ubicació geològica dels afloraments quaternaris, així com per la seva extensió.

Litologia

La major part dels materials que trobem a la zona de sa Marina de s'Arena són del Paleozoic, concretament facies Culm del Carbonífer, interpretats com corresponents a canals i desbordament. Sobre aquests dipòsits es troben de forma discordant i

topogràficament aïllada per l'encaixament dels torrents, calcarenites corresponents a eolianites quaternàries. Aquestes es presenten força erosionades, tal i com es reflecteix als afloraments que trobem al llarg de la línia de costa que separa sa Marina de s'Arena i el Pou d'en Caldes fins la platja de Mongofre. La platja del Pou d'en Caldes presenta un important percentatge de còdols calcarenítics arrodonits, evidència de l'erosió actual d'aquests afloraments del Quaternari exposats a la influència directa de la mar. Els millors afloraments els trobem ubicats formant promontoris planers i associats a divisòries de torrents. L'erosió actual ve marcada per processos de caiguda de blocs als afloraments eolianítics i per esllavissades en massa dels materials del Carbonífer. Associats a aquests desploms trobem camps de blocs angulars d'ordre mètric fruit de caigudes gravitacionals sobre els costers més regularitzats del Paleozoic. La presència d'aquests afloraments eolianítics relacionats amb antics sistemes platja-duna i ubicats a alçades considerables fa pensar amb la importància de moviments eustàtics o de neotectònica al llarg del Quaternari que, a

més, ens donaria com a resultat la desvinculació dels dipòsits eòlics més recents de l'actual línia de costa i com a conseqüència, de la seva font d'alimentació sedimentària.

Els materials eòlics que conformen el dipòsit de sa Marina de s'Arena estan formats majoritàriament per arenes bioclàstiques de mida arena fina a mitja, tot i que a la zona més meridional hi podem trobar arenes gruixades.

Règim de vents

D'acord amb les dades de *Puertos del Estado* (Fig. 2) per a la boia de Maó els vents predominants corresponen al primer quadrant. El vent del Nord és el que es presenta amb més freqüència seguit molt a prop del NNE, tots dos superiors al 8 %. En quant a intensitats, els vents de menys de 3 m/s representen poc més del 18 % dels dies.

Descripció geomorfològica

El dipòsit eòlic de sa Marina de s'Arena s'estén sobre un promontori d'eolianites

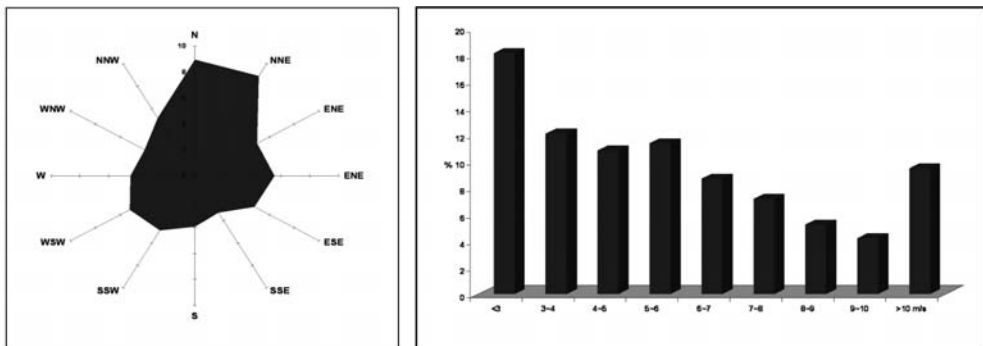


Fig. 2. Règim de vents: direcció, freqüència i intensitat.
 Fig. 2. Wind directions, frequency and intensity.



Fig. 3. Promontori d'eolianites quaternàries, vist des de l'Oest, damunt del qual se desenvolupen els dipòsits eòlics.

Fig. 3. Promontory of Quaternary eolianites, viewsa from the west, on which are located the aeolian deposits.

quaternàries situades discordantment sobre afloraments del Paleozoic (Fig. 3). El dipòsit eòlic més recent no té, hores d'ara, vinculació amb la línia de costa, i se troba "penjat" sobre la plataforma tabular d'eolianites quaternàries, fins una alçada de 66 m sobre el nivell de la mar (Figs. 3 i 4). En total té una extensió aproximada de 74,5 ha on podem trobar diferents morfologies d'acumulació i d'erosió, així com diferents orientacions d'avanç de morfologies dunars. Els dipòsits eòlics actuals també es troben sobre la llera del torrent sa Marina, torrent que a la seva desembocadura, queda penjat a una altura aproximada de 20 m sobre el nivell de la mar. A part del dipòsits sobre la plataforma, la resta del sistema eòlic es desenvolupa en direcció SSE, de forma intermitent. Afloren entre la llera del torrent i el penya-segat fins arribar a la part més tabular del promontori a on es troben amb la gruixa dels dipòsits eòlics.

Espacialment, les formes dunars se desenvolupen des dels llindars dels penya-segats septentrionals, a on trobem morfologies incipients associades a

vegetació pròpia de formes dunars dinàmiques. Aquestes morfologies tenen un creixement progressiu amb potència i magnitud en direcció SE. Les primeres formes presenten potències de 0,20 m amb distàncies mitjanes entre formes d'uns 15 m, fins arribar, a mesura que avancem cap a zones més internes, a formes d'1,40 m de potència.

Algunes d'aquestes formes migren cap a la zona interna del dipòsit, on assoleixen les majors potències d'acumulació del sistema, mentre que altres cauen pel penya-segat i es configurarien com a morfologies pròpies de *falling-dunes*. Aquestes morfologies són posteriorment retreballades per fluxos eòlics canalitzats pel torrent com a formes d'ecodunes. Al sector més occidental del sistema trobem les restes d'antigues extraccions d'àrids i de marès.

Al sistema dunar de sa Marina de s'Arena, es poden diferenciar un primer sector que conforma aproximadament el 60% del dipòsit eòlic (Fig. 4, al N de la línia discontinua). Es desenvolupa sobre el promontori d'eolianites i els dipòsits eòlics

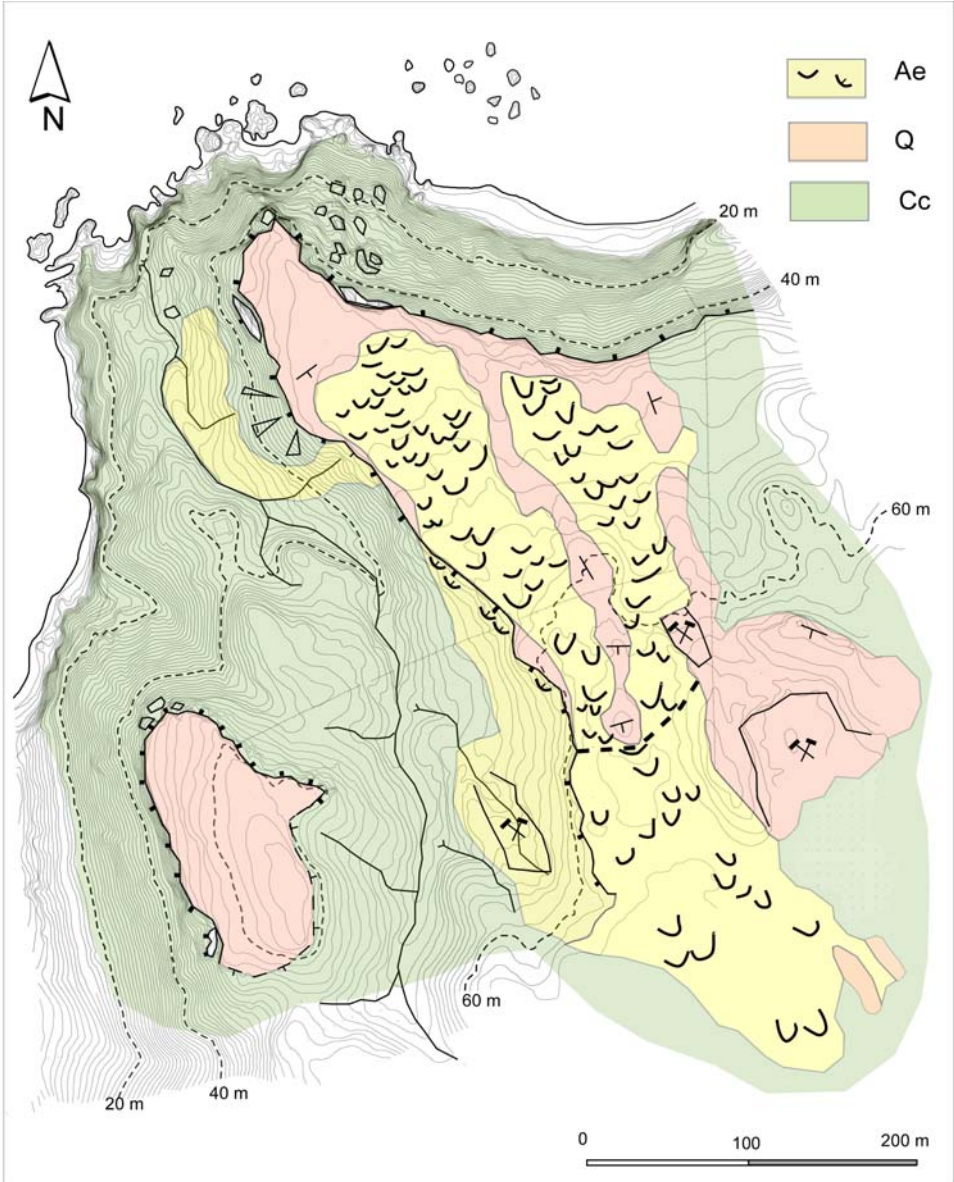


Fig. 4. Cartografia geomorfològica del sistema de sa Marina de s'Arena. **Ae:** arenes eòliques (morfologies parabòliques, clots de deflació i ecodunes), **Q:** eolianites quaternàries (cabussament dels sets) i **Cc:** Carbonífer en fàcies Culm.

Fig. 4. Geomorphological mapping system of sa Marina de s'Arena. **Ae:** aeolian sands (parabolic dunes, deflation hollows and ecodunes), **Q:** Quaternary aeolianites (inclination of the sets) i **Cc:** Carboniferous Culm facies.

es troben encaixats entre dos suaus relleus formats per dunes quaternàries. El segon sector es troba terra endins de l'anterior i en ell, els materials eòlics es fan més extensos recobrint la pràctica totalitat de la plataforma quaternària. El llinar entre aquests dos sectors ve reflectit, uns 360 m terra endins, per un canvi de pendent que assenyalava l'existència d'un petit camp de lòbuls d'acumulació. Fins aquest punt la topografia presentava un pendent suau vers la mar, inferior al 3 % (Perfil D, Fig. 5). A partir d'aquest punt el mant eòlic assoleix la seva major potència (> 2 m) i presenta tan sols formes eòliques d'acumulació. A la part més interna de l'acumulació, els dipòsits dunars, molt vegetats i protegits dels fluxos eòlics més intensos, es troben erosionats per un petit xaragall que condueix les seves aigües vers el Sud (680 m terra endins al Perfil D, Fig. 5).

Les morfologies predominants al primer sector es desenvolupen a partir de clots de deflació (*deflation basin*, Hesp, 2002) amb mides que oscil·len de decimètriques a mètriques en alçària i entorn als 10 m de llargària, fins a dunes parabòliques simples

i compostes (digitades principalment) de mides més variables: fins 1,4 m en alçària i en torn als 15 m en llargàries. L'orientació de major freqüència dels seus eixos es vers el SSE amb escassa variabilitat direccional. A la part més interna presenten direccions més meridionals (Figs. 4, 6 i 7).

Al segon sector, situat a la part més interna de l'acumulació, predomina la sedimentació, mentre que els processos erosius vénen determinats tan sols per l'acció fluvio-torrencial, tal i com es pot observar al Perfil D (Fig. 5), que en el seu extrem SE reflexa la concavitat corresponent. Els dipòsits eòlics se troben en aquest sector recoberts per vegetació de port arbustiu i arbori. Les seves morfologies no poden ser reconegudes al camp i només han estat representades a la cartografia aquelles que han pogut ser identificades amb fotointerpretació. Es tracta de dunes parabòliques simples de mida mètrica i amb direccions dels seus eixos vers el SSE (Fig. 4).

Un tercer sector del sistema, es troba associat al marge oriental de la conca torrencial a la seva part més interna, i el seu

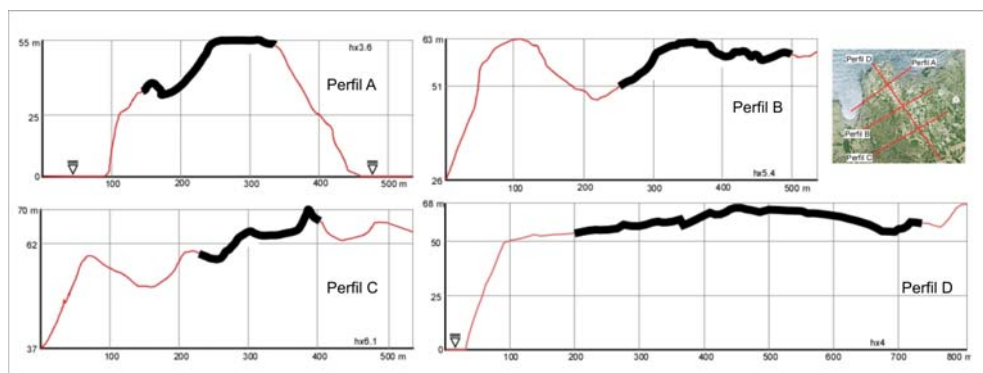


Fig. 5. Perfils topogràfics amb exageració vertical dels dipòsits de sa Marina de s'Arena. Sobre cada perfil s'assenyalen la posició dels dipòsits eòlics.

Fig. 5. *Topographic profiles with vertical exaggeration of the deposits of sa Marina de s'Arena. On each profile the location of the aeolian deposits.*



Fig. 6. Clot de deflació del primer sector (*deflation basin*, Hesp, 2002).

Fig. 6. *Deflation basin of the first sector (after Hesp, 2002).*

desenvolupament està condicionat per la paret occidental de la plataforma quaternària (perfils B i C, Fig. 5). Els vents predominants del primer quadrant (Fig. 2), responsables de les morfologies d'erosió a la part més septentrional del primer sector dunar, transporten el sediment vers les zones més internes del primer sector i l'acumulen en el segon sector dunar, però també envien sediment vers la conca del torrent de sa Marina. Aquest transport acumula arena al peu del penya-segat,

principalment per efecte dels vents del NE, mentre que quan bufa el vent de direccions N i NW la vall del torrent, abans esmentat, canalitza el flux vers el penya-segat donant lloc a petites morfologies d'ecodunes (Fig. 4). La resta dels dipòsits eòlics se troben en forma de lòbul situat a la llera del torrent, prop del final del seu recorregut (perfil A, Fig. 5) i està recobert per un important esbaldrec. Probablement, els materials eòlics siguin fruit de l'erosió dels dipòsits dunars abans situats a sobre de l'extrem NNE de la plataforma quaternària, pels vents del primer quadrant.

Flora i vegetació

L'inventari florístic fet a l'arenal de sa Marina de s'Arena durant l'any 2008 mostra l'existència d'un mínim de 98 tàxons de flora vascular (Taula 1). La presència d'espècies lligades habitualment a ambients de sols arenosos és relativament baixa amb 9 tàxons (9%): *Helichrysum stoechas* (L.) Moench., *Lotus cytisoides* L., *Medicago littoralis* Rohde ex Loisel., *Reichardia tingitana* (L.) Roth, *Scabiosa atropurpurea* var. *maritima* (L.) Fiori et



Fig. 7. Dunes parabòliques del primer sector.

Fig. 7. *Parabolic dunes of the first sector.*

<p><i>Aetheorhiza bulbosa</i> subsp. <i>bulbosa</i> (L.) Cass. <i>Ajuga iva</i> subsp. <i>pseudoiva</i> (DC.) Briq. <i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poir.) T. Durand et Schinz <i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>arvensis</i> L. <i>Anthemis maritima</i> subsp. <i>maritima</i> L. <i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss. <i>Asparagus acutifolius</i> L. <i>Asparagus stipularis</i> Forssk. <i>Asphodelus aestivus</i> Brot. <i>Asteriscus aquaticus</i> (L.) Less. <i>Astragalus balearicus</i> Chater <i>Bellardia trixago</i> (L.) All. <i>Bellis annua</i> subsp. <i>annua</i> L. <i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>serotina</i> (Koch ex Rchb.) Vollm. <i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. et Schult. <i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv. <i>Bromus rubens</i> L. <i>Bupleurum semicompositum</i> L. <i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link <i>Campanula erinus</i> L. <i>Carex flacca</i> Schreb. <i>Carlina corymbosa</i> subsp. <i>corymbosa</i> L. <i>Carthamus lanatus</i> L. <i>Centaureum erythraea</i> subsp. <i>majus</i> (Hoffmanns. et Link) Melderis <i>Centaureum spicatum</i> (L.) Fritsch <i>Centaureum tenuiflorum</i> (Hoffmanns. et Link) Fritsch <i>Centranthus calcitrapae</i> subsp. <i>calcitrapae</i> (L.) Dufr. <i>Convolvulus althaeoides</i> subsp. <i>althaeoides</i> L. <i>Cuscuta epithymum</i> subsp. <i>kotschyi</i> (Des Moul.) Arcang. <i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman <i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i> L. <i>Desmazeria marina</i> (L.) Druce <i>Dittrichia viscosa</i> subsp. <i>viscosa</i> (L.) Greuter <i>Ephedra fragilis</i> Desf. <i>Erica multiflora</i> L. <i>Eryngium campestre</i> L. <i>Euphorbia maresii</i> subsp. <i>maresii</i> Knoch <i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot. <i>Feminasia balearica</i> (J.J. Rodr.) Susanna <i>Filago pyramidata</i> subsp. <i>pyramidata</i> L. <i>Gladiolus illyricus</i> Koch <i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F.W. Schmidt <i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench <i>Hyoseris radiata</i> subsp. <i>radiata</i> L. <i>Hypochoeris achyropohrus</i> L. <i>Lagurus ovatus</i> subsp. <i>ovatus</i> L. <i>Launaea cervicornis</i> (Boiss.) Font Quer et Rothm. <i>Limonium echioides</i> (L.) Mill. <i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr.</p>	<p><i>Lonicera implexa</i> Aiton <i>Linum strictum</i> subsp. <i>strictum</i> L. <i>Lobularia maritima</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Desv. <i>Lotus cytisoides</i> L. <i>Medicago littoralis</i> Rohde ex Loisel. <i>Micromeria filiformis</i> (Aiton) Benth. <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> Brot. <i>Ononis reclinata</i> subsp. <i>mollis</i> (Savi) Beg. <i>Ophrys bombyliflora</i> Link <i>Ophrys fusca</i> subsp. <i>fusca</i> Link <i>Pallenis spinosa</i> var. <i>gymnesica</i> O. Bolòs et P. Monts. <i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass. <i>Phagnalon sordidum</i> (L.) Rchb. <i>Phyllirea angustifolia</i> L. <i>Phyllirea media</i> var. <i>rodriguezii</i> P. Monts. <i>Pinus halepensis</i> var. <i>halepensis</i> Mill. <i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss. <i>Pistacia lentiscus</i> L. <i>Plantago lagopus</i> L. <i>Plantago weldenii</i> Rchb. <i>Polycarpon polycarpoides</i> subsp. <i>colomense</i> (Porta) Pedrol <i>Reichardia tingitana</i> (L.) Roth <i>Romulea assumptionis</i> Garcias Font <i>Rosmarinus officinalis</i> L. <i>Rubia peregrina</i> var. <i>longifolia</i> (Poir.) Rouy <i>Rumex bucephalophorus</i> subsp. <i>aegaeus</i> Rech. f. <i>Ruscus aculeatus</i> L. <i>Ruta angustifolia</i> Pers. <i>Salvia verbenaca</i> subsp. <i>verbenaca</i> L. <i>Scabiosa atropurpurea</i> var. <i>maritima</i> (L.) Fiori et Paol. <i>Schoenus nigricans</i> L. <i>Scirpus holoschoenus</i> var. <i>holoschoenus</i> L. <i>Scorpiurus subvillosus</i> L. <i>Scrophularia ramosissima</i> Loisel. <i>Sedum rubens</i> L. <i>Senecio rodriguezii</i> Willk. ex J.J. Rodr. <i>Silene sclerocarpa</i> L. Dufour <i>Silene secundiflora</i> Oth <i>Smilax aspera</i> var. <i>aspera</i> L. <i>Teucrium marum</i> subsp. <i>spinescens</i> (Porta) Valdés-Berm. <i>Trifolium angustifolium</i> L. <i>Trifolium campestre</i> Schreb. <i>Trifolium scabrum</i> L. <i>Triplachne nitens</i> (Guss.) Link <i>Urginea maritima</i> (L.) Baker <i>Urginea pancration</i> (Steinh.) Philippe <i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt <i>Valantia muralis</i> L. <i>Verbascum sinuatum</i> L.</p>
---	---

Taula 1. Catàleg florístic de sa Marina de s' Arena.
Table 1. Checklist from sa Marina de s' Arena.

Paol., *Scrophularia ramosissima* Loisel., *Silene sclerocarpa* L. Dufour i *Triplachne nitens* (Guss.) Link. A més, d'aquests, només els quatre darrers presenten a l'illa un àrea de distribució restringida als sistemes dunars o arenals. Aquesta

representació és sensiblement menor a altres sistemes dunars descrits recentment (Roig *et al.*, 2007). Tot i aquest baix nombre d'espècies, destaca la citació *Triplachne nitens* que amb aquesta nova localitat i les trobades darrerament (Fraga *et*

al., 2004; Roig et al., 2007) es pot considerar com una espècie habitual en els arenals de Menorca.

L'element endèmic o de distribució restringida està representat per un mínim de 12 tàxons (14%). Per bé que la majoria d'ells estan àmpliament distribuïts per l'illa, també s'ha de destacar la presència de *Femeniasia balearica* (J.J. Rodr.) Susanna i *Urginea pancration* (Steinh.) Philippe, el primer endèmic de Menorca i amb una distribució restringida a tres localitats, i el segon no endèmic però de taxonomia encara no del tot aclarida i que a Menorca presenta sempre poblacions reduïdes en extensió i nombre d'individus (Fraga et al., 2003). D'aquestes tàxons endèmics, només *Scrophularia ramosissima* Loisel., creix exclusivament en ambients dunars. *Polycarpon colomense* Porta i *Senecio rodriguezii* Willk. ex J.J. Rodr., també hi són habituals encara que també són freqüents en altres hàbitats litorals com els roquissars o els costers pedregosos.

La resta de tàxons correspondrien a la vegetació que es pot trobar a dues comunitats vegetals prou habituals a l'illa: la marina d'aladern (*Aro picti-Phyllireetum rodriguezii* O. Bolòs et R. Mol. 1999) i la marina de xipell i romaní (*Loto tetraphylli-Ericetum multiflorae* O. Bolòs et R. Mol. 1958). La primera és especialment més abundant a la Tramuntana de l'illa i forma un dels paisatges vegetals més característics de les zones litorals abatudes pel ven tramuntana (Cardona, 1979; Bolòs, 1996). No té una preferència edàfica marcada. La segona es troba arreu de l'illa, tant a la costa com a l'interior, però sí que mostra una clara preferència pels sols calcaris (Bolòs, 1996). La seva presència en aquesta localitat, on hi solen predominar els sols de naturalesa silícia, es justifica precisament per la presència d'aquest arenal i tot el conjunt de dunes fòssils que l'acompanyen.

Justament sol ser quan hi ha aquesta conjunció de sols silícis i calcaris que es produeixen les majors concentracions de biodiversitat vegetal i també acostumen a ser punts amb una proporció més elevada d'endemismes. Un bon exemple és la zona del Pou d'en Caldes (Cardona, 1981) que es una continuació d'aquesta localitat d'estudi. Dins aquest grup majoritari de tàxons més generalistes destaca la presència d'*Ononis reclinata* subsp. *mollis* (Savi) Beg., un tàxon considerat com a molt rar pel conjunt de la flora de Menorca (Fraga et al., 2004), encara que aquesta situació pot ser a causa d'una falta de recol·lecció. En qualsevol cas, les poblacions conegudes anteriorment tenen un ecologia prou semblant a aquesta (Fraga i Garcia, 2005). La presència de tàxons d'ambients més humits, com *Scirpus holoschoenus* L., es justifica pel contacte existent entre el torrent que drena una part d'aquesta zona i una llengua de l'arenal a la part més propera a la costa. De manera semblant, els blocs calcaris de dunes fòssils afavoreixen la presència d'espècies de tendència més rupícola com *Phagnalon sordidum* (L.) Rchb. o la mateixa *Urginea pancration*.

Amb aquests tres grups d'elements florístics es pot dir que sa Marina de s'Arena és un arenal que bona part d'ell presenta un nivell de consolidació prou elevat fins el punt de permetre ja l'establiment de comunitats vegetals que són habituals de sols no arenosos, o amb un dinamisme molt baix de l'arena. Però al mateix temps, dins aquest sistema hi apareixen també plantes que són indicadores d'una falta d'estabilització. Com es de suposar la distribució d'aquestes plantes per una banda és coincident amb aquells punts on des de d'un punt de vista geomorfològic es pot apreciar aquest fet (Fig. 4). A més la presència d'aquestes més cap a l'interior (Fig. 4) també és coincident

amb les espècies que s'hi han trobat. *Scrophularia ramosissima* o *Helichrysum stoechas*, a Menorca són espècies habituals de la part més interior dels sistemes dunar o dels arenals de l'interior de l'illa on caracteritzen una comunitat vegetal típica d'aquests ambients: *Ononido-larietum Scrophuminoricensis* O. Boldòs, R. Mol. et P. Monts. 1970. Tanmateix en aquesta localitat tot i haver-hi les espècies característiques mostra un desenvolupament menor del que es podria esperar tot i l'existència dels espais oberts que li són més favorables. En canvi, el que potencialment seria el seu lloc sol estar ocupat per una variant de la comunitat de socarrells (*Launaetum cervicornis*) formada bàsicament per tres espècies: *Astragalus balearicus* Chater, *Launaea cervicornis* (Boiss.) Font Quer et Rothm. i *Teucrium marum* subsp. *spinescens* (Porta) Valdés-Berm. Especialment la primera és abundant i forma poblacions amb alguns exemplars de dimensions considerables. Aquesta anomalia en la vegetació pot tenir l'explicació en l'elevada exposició al vent del nord que tenen aquests espais oberts i també que el mateix arenal es troba en una de les zones on la comunitat de socarrells té un desenvolupament més important amb un clar protagonisme d'aquestes tres espècies.

Però les evidències sobre l'existència d'un dinamisme de l'arena no es limiten a aquesta comunitat vegetal. Alguns dels petits teròfits que figuren a l'inventari florístic a Menorca són components habituals d'una comunitat vegetal que sol aparèixer en els talussos d'arena que es formen per l'efecte de barrera que tenen les basses de les plantes arbustives. L'arena d'aquestes petites dunes sol tenir un elevat contingut amb matèria orgànica i per açò hi troben el lloc adient per créixer aquestes petites anuals de tendència nitròfila que altrament també solen ser habituals en

petites esclatxes i replans de roques. Malgrat que es tracti d'un dinamisme de baixa intensitat, la seva presència en punts prop del marge del penyal, on aparentment no hi ha morfologies dunars molt evidents, podria ser un indicatiu de què encara existeix un cert flux entrant de material nou per l'acció del vent com ja s'ha comentat en la descripció geomorfològica.

Amb tot açò, des del punt de vista florístic, el que es pot veure a sa Marina de s'Arena és un arenal que amb bona part presenta una vegetació que indica una important consolidació de l'arena. La relativa abundància d'espècies que tenen un procés d'establiment més lent com *Ruscus aculeatus* L. seria una prova més d'aquest nivell consolidació. Però també hi són presents processos dinàmics. Aquests se situen en dues zones: per una banda cap a la part més interior on es poden veure fenòmens de reactivació de la morfologia dunar amb la presència de la comunitat *Ononido-Scrophularietum minoricensis*, i per l'altra, a una escala molt menor, cap a la costa per l'efecte captador de les bases de les plantes llenyoses amb la presència de la comunitat de petits teròfits nitròfils.

Encara que l'estat de conservació del sistema en general és bo, s'ha de fer notar l'existència de dues alteracions que de manera diferent han influït o encara hi estan actuant damunt la vegetació. La primera és una extracció d'arena que es va fer durant els anys 70 i que afectà una de les àrees amb una presència més important de la comunitat de socarrells. Segons sembla aquesta activitat no arribà a prosperar o va ser només un fet puntual i actualment la zona afectada mostra símptomes clars de regeneració de la vegetació. La segona encara està completament activa i és una amenaça greu que en aquests moments està provocant un deteriorament evident de la vegetació. Consisteix en la plantació de

Pinus halepensis Mill. que es va fer durant els anys 90 del segle passat a la part més interior, precisament on hi havia una major presència de la comunitat *Ononido-Scrophularietum minoricensis*. Aquesta espècie pràcticament no existeix en tota la zona de Favàritx, i per la majoria de poblacions que s'hi coneixen sembla haver-hi evidències d'un clar origen antròpic. El creixement ràpid i els canvis que provoca en el sòl i les condicions ambientals està provocant ja en aquests moments un clar empobriment de la diversitat d'espècies vegetals, una situació que en pocs anys encara serà molt més evident. Per tant, una gestió adequada passaria per l'eliminació de la població introduïda d'aquesta espècie.

Discussió

Els dipòsits eòlics de sa Marina de s'Arena se situen sobre una plataforma

d'eolianites quaternàries, desconnectades de qualsevol font d'alimentació coneguda. Per explicar aquest fet cal considerar dues hipòtesis: la primera resultaria d'una accelerada erosió litoral que seria la responsable de la formació i del retrocés del penya-segat actual, la segona, vindria definida per una fracturació normal paral·lela a la línia de costa que ens enfonsaria el bloc de mar. A favor de la primera tindríem la feblesa dels materials carbonífers i en el seu contra que no existeix una correlació entre els entrants de la costa i la presència d'aquests dipòsits. A favor de la segona estaria la linealitat de la zona litoral i l'absència de correlació abans esmentada. Cal un treball específic que abastàs altres zones per establir la causa de la desconexió de sa Marina de s'Arena, però el fet que aquí ens interessa es remarcar que a l'actualitat els seus dipòsits no tenen alimentació d'arenas externes a ells mateixos (Fig. 8).

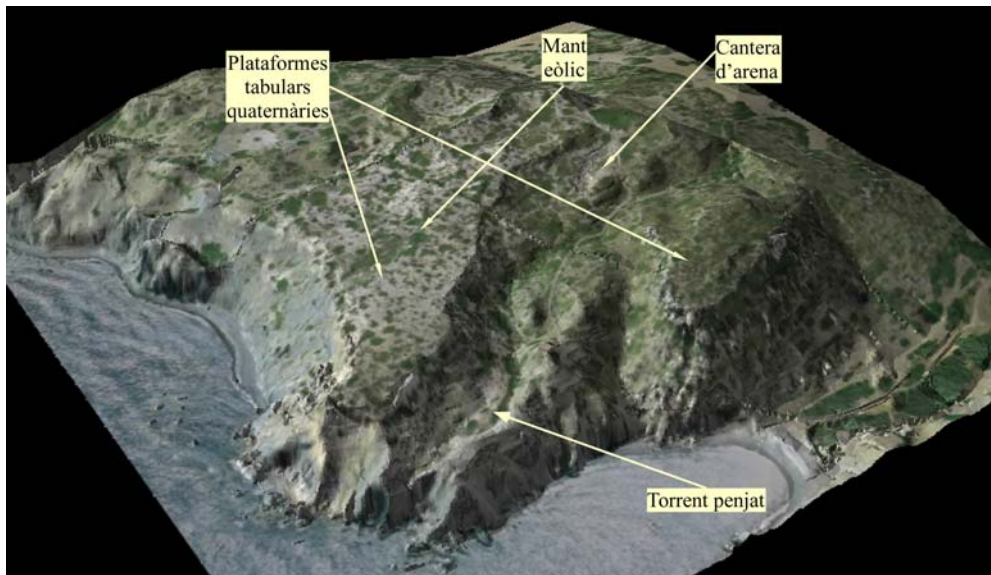


Fig. 8. MDT de sa Marina de s'Arena amb els seus elements principals.

Fig. 8. MDT of sa Marina de s'Arena with its main elements.

A part d'aquest fet diferencial, o precisament en raó seva, la part frontal d'aquest dipòsit –la que se situa més al N i al NNE– presenta un grau d'erosió tan elevat que permet l'aflorament dels tipus clot de deflació (deflation basin, Hesp, 2002) i en menor mida per dunes parabòliques, i un sector meridional dominat per formes parabòliques, amb materials calcarenítics infrajacentes.

Així doncs, el conjunt arenós presenta dues zones prou definides: un sector septentrional, on dominen els processos d'erosió, caracteritzat per morfologies dunars del simples com compostes. A la part més interna, a on les gruixes de sediment eòlic són més elevades, hi trobem erosions fluvio-torrencials definides per un talveg vessant terra endins.

Altres dinàmiques que caracteritzen sa Marina de s'Arena vénen produïdes pel talveg del torrent de sa Marina, situat a ponent del aflorament dunars (Figs. 2 i 8). La seva posició a sotavent dels fluxos eòlics predominants fa que una part del sediment transportat quedi atrapat al vessant oriental de la seva vall i pugui, amb vents del N al NW, definir morfologies d'ecodunes al peu del penya-segat llindar de sa Marina de s'Arena per ponent.

Les morfologies dunars descrites es troben cobertes per una comunitat vegetal característica de substrats calcaris mòbils. Però és important destacar que tot el sistema presenta una elevada riquesa florística que es manifesta en la presència de nombroses comunitats vegetals. Aquesta situació és fruit del seu estat d'evolució. Al coincidir en ell des d'àrees estabilitzades fins a altres amb un elevat dinamisme es produeix una important diversificació d'hàbitats que expliquen en bona part aquesta diversitat de plantes. Tot i que la conservació dels ecosistemes vegetals de la zona es prou bona, cal assenyalar l'amenaça

d'una replantació de pins que posa en perill la persistència de les comunitats vegetals típiques d'aquests ambients, per altra banda no molt freqüents a l'illa i relativament rics en endemismes vegetals.

Agraïments

Aquest article ha estat possible gràcies a l'ajuda de l'Institut Menorquí d'Estudis per al projecte: *Cartografia i anàlisi geoambiental dels mants eòlics desvinculats de la línia de costa de Menorca*, Societat d'Història Natural de les Balears.

Bibliografia

- 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.
- Cardona, M.A. 1979. *Botànica*. Enciclopèdia de Menorca. Obra Cultural de Menorca. Ciutadella.
- Cardona, M.A. 1981. Estudi de les zones d'interès botànic i ecològic de Menorca. Consell Insular de Menorca. Ciutadella de Menorca.
- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. i Estaún, I. 2004. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca 2002. In: Pons, G.X (Edit). IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 307-308.
- 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.
- Fraga, P. i Garcia, O. 2004. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (VI). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 47: 143-152.

- Fraga, P., Garcia, O. i Pons, M. 2003. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (V). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 51-66.
- Hesp, P.A. 2002. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- Rita, J., Rodríguez-Perea, A i Tébar, F. 1988. Sistemas dunares de Menorca. Valoración Geoambiental y estado de conservación. IME inédit, 109 p.
- Roig-Munar, F.X., Juaneda J. i Quintana, R. 2003. El sistema de dunas remontantes de cala Macarelleta (Menorca), un sistema condicionado por las orientaciones de umbría y solana. In: Blanco, R.; López, J. i Pérez, A. (Eds.): *Procesos geomorfológicos y evolución costera*. Univ. de Santiago de Compostela, 133-138.
- 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) *Journal of Coastal Research Sp. Iss.* 48: 107-111.
- 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.
- Rosell, J. i Gómez-Gras, D. 1989. Mapa Geológico Minero de España E: 1:25.000, segunda serie-primer edición, Maó (Illa d'en Colom) Hoja 647 IV
- Sainz-Amor, S. 1981. Los arenales costeros de la isla de Menorca. *Acta Geológica Hispánica*, 16. núm 4, pp 207-210
- Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears*. Tesi Doctoral, 2 vols. UIB.

Descripció del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, N de Menorca, Illes Balears)

Francesc X. ROIG-MUNAR, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Pere FRAGA, Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Fraga, P., Pons G.X. i Rodríguez-Perea, A. 2008. Descripció del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, nord de Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 117-130. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

En aquest treball es realitza una descripció del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi, associat a la platja de Cala'n Calderer, situat al N de l'illa de Menorca (Illes Balears). El treball descriu un sistema platja-duna format per la unitat de platja i un lòbul de deposició dunar de tipus grim pant associat a una vessant de la conca torrencial del canal de Son Ermità. Aquesta acumulació, que es troba a una distància superior als 200 m de la platja, està fortament condicionada per la topografia. 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 Jordi, sistema dunar, duna grim pant, flora, vegetació.*

DESCRIPTION OF THE EOLIAN DEPOSIT OF ARENAL DE SANT JORDI (CALA'N CALDERER, NORTH MINORCA, BALEARIC ISLANDS). This paper describes the beach-dune system of l'Arenal de Sant Jordi, associated to the beach of Cala'n Calderer, north Minorca (Balearic Islands). There is an isolated sand deposit accumulated forming a climbing dune in a valley situated more than 200 m away from the beach. This sand accumulation responds to eolian dynamic, highly conditioned by topography. Besides the physical description a vascular checklist and a brief discussion about its main vegetation traits is provided.

Keywords: *Minorca, Arenal de Sant Jordi, dunar system, climbing dune, flora, vegetation.*

Francesc X. ROIG-MUNAR, Quatre, consultoria ambiental, Es Carritxaret, 18-6, 07749 Es Migjorn Gran, Menorca. Pere FRAGA; Consell Insular de Menorca, Plaça de la Biosfera, 5, 07730 Maó, Menorca, Illes Balears. José Ángel MARTÍN-PRIETO, Guillem X. PONS i Antonio RODRÍGUEZ-PEREA; Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, 07122 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: 29-ago-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Tot i que la majoria dels sistemes dunars actuals de l'illa de Menorca han estat descrits per distints autors (Sainz-Amor,

1981, Rita *et al.*, 1988, Servera, 1997; 2003; Roig *et al.*, 2003; 2007), i analitzats al llarg dels darrers vint anys (Rita *et al.*, 1988, Cardona *et al.*, 2004a; 2004b; Roig *et al.*, 2006), encara resten alguns petits

sistemes pendents de descripció, com és el cas de l'arenal de Sant Jordi. La majoria d'aquests dipòsits apareixen cartografiats completa o parcialment a les cartes geològiques, però no hi ha cap treball en que es faci referència a ells com a sistemes dunars actius amb presència de formes dunars i vegetació psammòfila associada.

Revisada la bibliografia existent sobre els sistemes dunars a Menorca (Roig *et al.*, 2007) es comprova que en el cas de l'Arenal de Sant Jordi sols Bourrouilh (1973) fa esment cartogràficament de la presència de formes dunars de l'arenal, en una cartografia a escala 1:50.000. Rosell i

Gómez-Gras (1989), al mapa *Geològic Minerol de España*, E: 1:25.000, full 618-I-II Cap de Menorca i Ciutadella (Fornells), no realitzen cap tipus de cartografia del sistema dunar grafiant tan sols alguns afloraments aïllats de calcarenites dunars associades als penya-segats de la platja de cala en Calderer, sense fer esment a la presència d'un sistema platja-duna actiu, i cartografiant únicament una petita extensió d'arena vinculada a la superfície de platja i formes dunars davanteres. El cas que ens ocupa, l'Arenal de Sant Jordi (Cala en Calderer) es troba situat a la costa Nord de l'illa (Fig. 1), i constitueix un exemple de

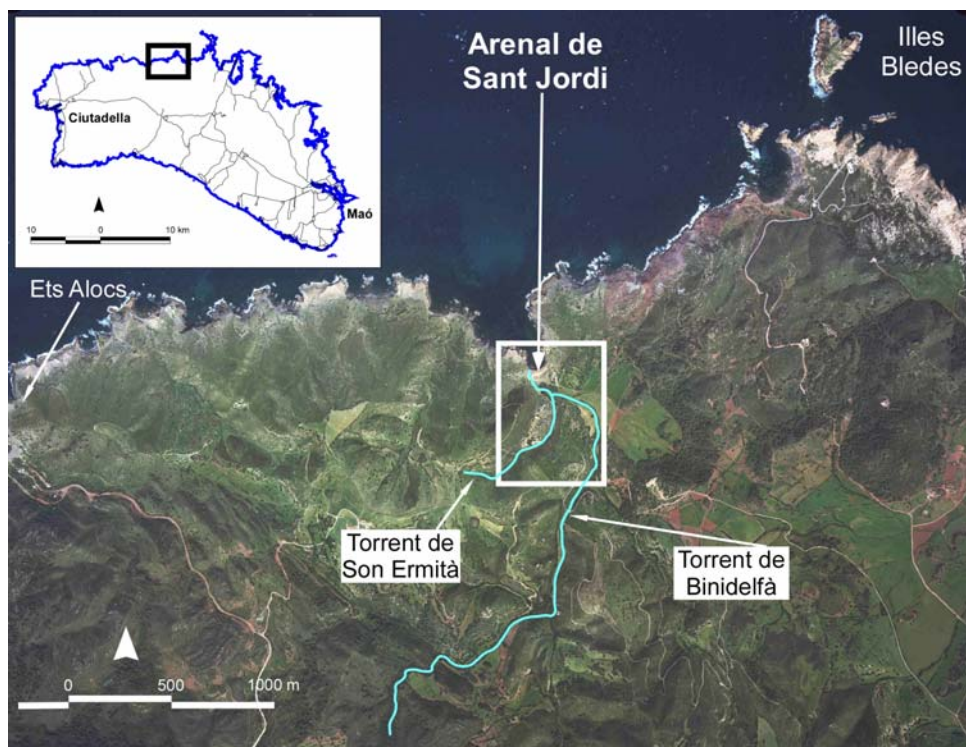


Fig. 1. Localització del sistema platja duna de l'Arenal de Sant Jordi (Cala'n Calderer), N de Menorca, I. Balears.

Fig. 1. Dune system location of l'Arenal de Sant Jordi (Cala'n Calderer), N Minorca, Balearic Islands.

sistema platja-duna associat a una cala encaixada amb presència d'importants afloraments d'eolianites. La seva ubicació, lluny de carreteres i urbanitzacions ha fet que fins ara no es realitzés cap tipus de descripció del sistema.

Litologia

La major part dels materials que trobem a la zona de l'Arenal de Sant Jordi són del Paleozoic, concretament del Carbonífer, amb una important unitat de turbidites mixtes, siliciclàstiques i carbonàtiques (Rosell *et al.*, 1989). Aquestes unitats corresponen a una alternància de capes de calcàries i arenisques, on les primeres presenten dolomitització i potències d'1 m. Les arenisques, per la seva organització interna, poden ser definides com a seqüències de Bouma, i en el seu conjunt aquest sistema turbidític es considera que es formà per la destrucció i resedimentació d'un sistema deltaic.

Al llarg de la línia de costa que uneix ets Alocs i Cala'n Calderer trobem un complex força dispers i fragmentat de formacions dunars fòssils del Pleistocè (Fig. 2).

Aquestes formacions de colors ocres i marrons apareixen amb abundància i força regularitzats amb els penya-segats costers, com a testimonis de les passades pujades i baixades del nivell de la mar. Estan compostes per bioclastes cimentats i presenten estratificació subhoritzontal o lleugerament capbuçant vers la mar i discordant amb la topografia dels penya-segats. Dins d'aquests dipòsits dunars observem la inclusió de blocs angulosos de diferents mides, fruit d'esllavissades i colades de materials terrígens sobre els dipòsits eòlics adossats, podem apreciar així mateix la presència de paleocanals.

Als marges de cala'n Calderer també es troben formacions d'eolianites de colors ocres que presenten potències variables, des de desenes de metres, les aflorants arran de mar, fins a potències d'ordre inferior als 3 metres, les de terra endins. Des del punt de vista sedimentològic són bioclastes de mida mitja i gruixada. Associats a aquestes formacions calcàries vinculades a la cala, trobem despreniments i caigudes de blocs d'ordre decamètric, força retreballats per l'acció marina. Aquestes formacions de dunes fòssils les trobem també a la zona interna del canal de Son Ermità (Fig. 3).



Fig. 2. Afloraments de dunes fòssils al llarg de la línia de costa.

Fig. 2. Fossil dunes on the coast line.

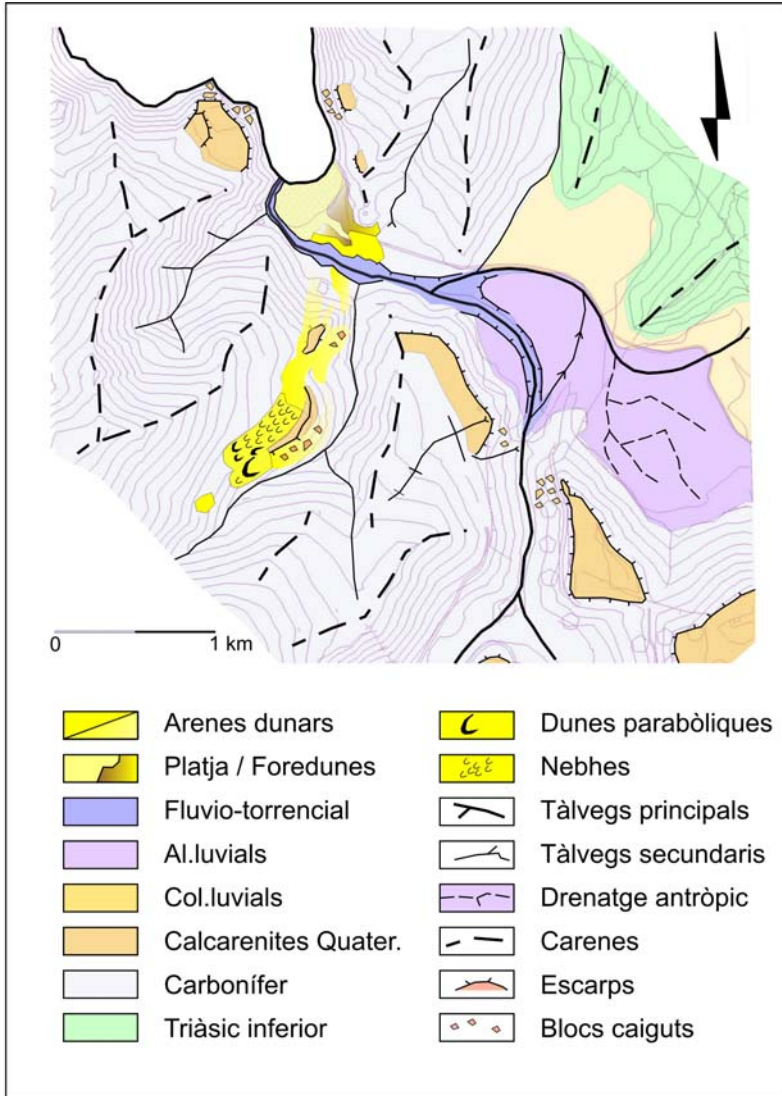


Fig. 3. Mapa geomorfològic dels sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi.

Fig. 3. Geomorphological map of the dune system of l'Arenal de Sant Jordi.

Cala'n Calderer es troba associada a la sortida de diferents canals torrencials. Els principals serien el que drena els plans de Sant Jordi i el torrent de Binidelfà. Aquest darrer és especialment abundant i constant durant les mesos d'hivern al tenir una conca

de captació que s'estén fins les faldes septentrionals de la muntanya de Santa Àgueda i les meridionals de la serralada de Es Milocar de Binidelfà. La resta són canals de curt recorregut però amb força pendent, com el que prové de Son Ermità o el que ho

fa de les marines de Son Ametller. Aquests canals es troben encaixats sobre eolianites que ara actuen com a divisòries d'aigua. Els materials de la plana d'inundació associada a cala'n Calderer corresponen a materials al·luvials i col·luvials fins, formats per llims i matèria orgànica. Aquestes àrees que en moltes ocasions presenten cert embassament d'aigua efímera pròpia de zones humides, queden tancades per una barra arenosa, i formen la culassa dels torrents.

Descripció geomòrfica

El sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi (Fig. 3) té el seu inici al sistema platja-duna de cala en Calderer, cala força encaixada entre penyals d'alçades superiors als 20 m (Fig. 2). La platja presenta una línia de costa d'uns 80 m amb una superfície de 2.427 m² i té una granulometria d'arenes amb un alt grau de classificació i un alt contingut de bioclasts, de l'ordre del 68% (Gómez-Pujol *et al.*, 2002). A la zona de batuda d'onatge es troben de forma esporàdica acumulacions de materials litoclàstics força retreballats i arrodonits inferiors als 2 cm de diàmetre que de forma esporàdica, presenten acumulacions sobre la zona de batuda d'onatge donant lloc a morfologies de *beach-cups*. A la platja és habitual trobar-hi acumulacions puntuals de restes de *Posidonia oceanica*.

A la platja alta s'observen clares formes dunars davanteres *-foredunes-* que ocupen una extensió aproximada de 2.438 m², amb una potència a la zona central inferior a 1,5 m, mentre que la banda oriental de la cala mostren potències superiors als 2,3 m. Aquests formes es troben interrompudes per la sortida del canal de Son Ermità, a la banda occidental, i per l'accés rodat a la

platja des de la zona del canal de Sant Jordi. Amb ocasions de grans avingudes, aquesta *foredune* és erosionada total o parcialment, com va succeir amb la revinguda de l'any 2006, fet pel qual la platja es troba desproveïda a l'actualitat, de formes dunars davanteres. Just al darrera del sistema dunar davanter trobem un sector de dunes semiestabilitzades, les quals es troben colonitzades per vegetació de port arbori que els dona certa estabilitat com a reservori del sector davanter. Aquest sector també es troba sota l'acció del canal de Sant Jordi, el que fa que de vegades es transformi en una zona parcialment inundada. La zona de trànsit entre les morfologies dunars i el lòbul de deposició dunar del canal de son Ermità, estaria formada per un mant eòlic d'escassa potència que actualment es troba interromput per un rebliment de potència superior al 1,5 m que suporta un vial d'accés rodat a la platja.

Pel que fa al depòsit eòlic o Arenal de Sant Jordi presenta una forma lobular amb un dinamisme fonamentalment eòlic, però també es afectat per l'erosió hídrica, ja que la base del mateix es veu afectada per l'acció del torrent que prové de Son Ermità. El lòbul és una acumulació arenosa de tipus grim pant, que remunta seguint la marge esquerra del torrent de son Ermità fins una alçada de 56 m (Figs. 3 i 4). Aquest lòbul té una extensió aproximada de 7.210 m², i presenta un pendent mitjà de 17° (30 %) a la seva part més inclinada cap el torrent de Son Ermità, mentre que la seva part superior és gairebé plana, tal i com es pot observar al Perfil B de la Fig. 6. Dins d'aquest mateix lòbul podem diferenciar dues zones; per una banda, una zona superior o tabular més planera on dominen processos eòlics, i on es poden apreciar morfologies acumulatives aïllades associades a vegetació psammòfila que

generen formes dunars efímeres, i una altra zona mes interna, amb desenvolupament d'unes poques morfologies parabòliques d'ordre mètric (Figs. 3, 4 i 5). Al peu del vessant d'aquesta part de la conca es poden apreciar processos de retroalimentació interna del propi lòbul. Aquests processos mixtes (eòlics i hídrics) presenten reduïts camps de morfologies efímeres grimpants d'acumulació i processos d'aixaragallament en aquest sector de morfologies dunars. Com a resultat d'aquest darrer procés de caire hídric tenim zones acumulatives a les bases del lòbul.

A més, es poden diferenciar dins el mateix lòbul acumulacions de tipus ecodunes, vinculades a les parets dels

penya-segats de dunes fòssils. Aquets afloraments d'eolianites presenten caigudes de blocs d'ordre mètric que trobem a la base dels mateixos i sobre la base del lòbul dunar. En les petites cavitats de l'aflorament s'aprecien morfologies *taffonis* d'erosió eòlica que donen lloc a petites acumulacions internes d'arena amb importants percentatges d'agregats.

A una distància de 35 m vall endins del lòbul principal, es troba, de forma aïllada, un aflorament d'arenas no consolidades, de menor potència, gairebé colonitzat per vegetació i sense cap tipus de forma, possiblement provinent del transport eòlic de les crestes del lòbul principal en períodes de forta intensitat eòlica (Figs. 3 i 5).



Fig. 4. Lòbul dunar remuntant adossat al coster W del canal de son Ermità.

Fig. 4. Dune lobe reamount attached to the north zone of the channel of son Ermità.



Fig. 5. Part interna del lòbul del canal de son Ermità amb la cala al fons.

Fig. 5. Internal view of the lobe of the channel of son Ermità with the cala in the bottom.

Mitjançant la representació tridimensional i la realització de dos perfils transversals del sistema dunar (Fig. 6), es pot apreciar que el sistema es troba vinculat a una vall que condiciona la disposició i la forma de l'acumulació i com la dinàmica eòlica està totalment condicionada per la topografia que l'envolta.

Així doncs, l'orientació de la cala, la seva disposició paral·lela al vent principal de Tramuntana, juntament amb la disposició de la topografia, amb una vall gairebé orientada cap el nord, fa que es pugui desenvolupar un lòbul de deposició d'arena no consolidada a una distància de la platja superior als 200 m. Sense algun d'aquests condicionants, aquest depòsit no seria possible. Actualment el sistema es troba confinat per mor de la presència d'un camí que creua la zona de contacte entre el sector de dunes semiestabilitzades i l'inici del lòbul principal de morfologies dunars remuntant que ha interromput la dinàmica eòlica existent entre el sector platja-duna davantera i dunes remuntats. Aquest dinamisme no és recuperable sense l'eliminació d'aquest camí.

Flora i vegetació

Tot i la seva extensió relativament reduïda i

que fins ara no hagués estat descrit, aquest sistema, pel que a la flora i vegetació, presenta algunes particularitats que li donen un interès especial. L'inventari florístic realitzat durant els anys 2007 i 2008 dona com a resultat un total de 111 tàxons (Taula 1). Una xifra prou elevada si es compara amb les dades que es disposen d'altres sistemes sensiblement més importants en extensió (Roig *et al.*, 2007; 2008). En part aquest elevat nombre es pot explicar per la disposició del sistema que integra parcialment una zona humida temporal. Així espècies habituals d'ambients humits com *Calystegia sepium* (L.) R.Br., *Phragmites australis* subsp. *australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Samolus valrenadi* L. o *Tamarix africana* Poir. tenen en aquesta situació l'explicació de la seva presència. De manera semblant altres espècies d'ambients rupícules com *Adiantum capillus-veneris* L., *Ficus carica* L., *Evax pygmaea* (L.) Brot., o de pradells de teròfits de roquissars com *Bromus fasciculatus* C. Presl, *Campanula erinus* L., *Desmazeria marina* (L.) Druce, *Evax pygmaea* (L.) Brot. o *Sedum rubens* L., *Plantago weldenii* Rchb., hi són pels importants blocs de dunes fòssils que hi ha a la part més interior de la zona. Aquest component geològic també és el que justifica la presència d'alguns endemismes que igualment tenen

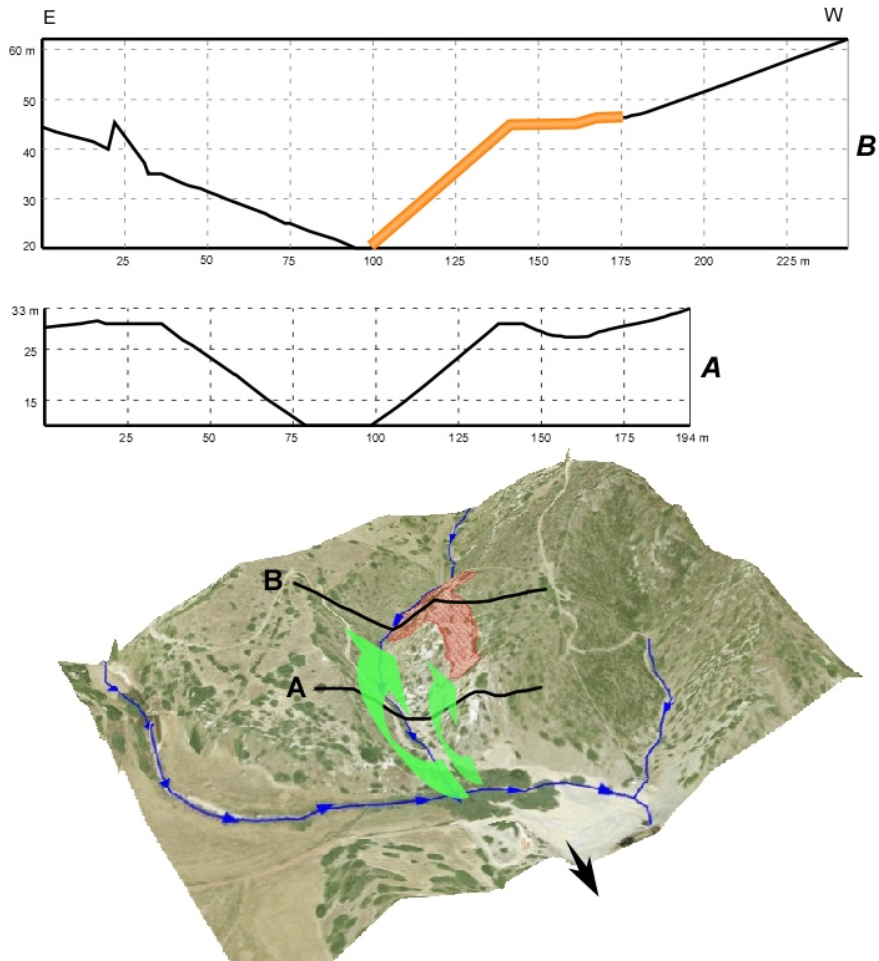


Fig. 6. Representació tridimensional de l'àrea d'estudi.
Fig. 6. *Tridimensional representation of the area*

una preferència pels ambients rupícoles: *Bellium bellidoides* L., *Digitalis minor* L., *Euphorbia maresii* Knoche, *Vincetoxicum hirundinaria* var. *balearicum* O. Bolòs et J. Vigo. Així i tot l'element endèmic amb més d'un 10% del total és un component significatiu d'aquest catàleg florístic. De fet, aquesta component encara seria molt

més elevada si l'inventari florístic hagués inclòs las plataformes calcàries de la zona que compten amb la presència d'endemismes tan significatius a Menorca com *Erodium reichardii* (Murray) DC. (Fraga *et al.*, 2005). Com en altres casos la combinació de l'ambient extremat provocat pel vent tramuntana amb una diversitat

geològica local és una de les explicacions a aquest resultat. La presència de socarrells (*Anthyllis hystrix* (Willk. ex Barc.) Cardona, Contandr. et Sierra i *Launaea cervicornis* (Boiss.) Font Quer et Rothm.) és també habitual en aquestes situacions.

Els tàxons psamòfils, aquells que de manera habitual creixen en sols arenosos, representen un 14% del total, un percentatge que es situa sensiblement part damunt d'altres casos estudiats. Dins aquest grup hi trobam els que podríem considerar típics del sistema platja duna, però el que sorprèn és la distribució que mostren alguns d'ells en aquest cas concret. Els que es poden considerar com pioners de primera línia: *Salsola kali* L., *Polygonum maritimum* L., *Chamaesyce pepilis* (L.) Prokh. mostren el comportament que seria d'esperar i efectivament només es localitzen a la platja a la zona on les onades deixen les restes orgàniques.

En canvi els que creixen a partir de la segona línia com *Pancratium maritimum* L., *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis, *Glaucium flavum* Crantz, *Reichardia tingitana* (L.) Roth o *Silene sclerocarpa* L. Dufour, tenen les seves poblacions més importants, amb diferència, en el lòbul interior de l'arenal (Fig. 3). Aquest fet, juntament amb la presència de les espècies habituals de la comunitat *Ononido-Scrophulariateum minoricensis* O. Bolòs, R. Mol. et P. Monts., típica dels arenals interiors: *Scrophularia ramosissima* Loisel., *Clematis flammula* L., *Helichrysum stoechas* (L.) Moench, *Rumex bucephalophorus* subsp. *gallicus* (Steinh.) Rech f., fa que aquesta àrea concreta d'extensió reduïda presenti una concentració d'espècies realment elevada. En realitat, dels 111 tàxons inventariats, un 90% s'han trobat aquí.

Es podria al·legar que la relativa pobresa de l'arenal que segueix immediatament a la

platja és deguda a l'impacte negatiu que va tenir en ella l'extraordinari episodi de pluges del setembre de 2006 que va causar la desaparició de tot un lòbul del sistema dunar d'aquesta part de la zona d'estudi. Però encara que fos així, la posició interior d'aquest lòbul i la limitada connexió amb l'arenal de la platja (Fig. 3), fan que la seva composició florística sigui igualment interessant. Les causes d'aquesta particularitat, molt probablement tenen a veure amb el que s'ha explicat en l'apartat de geomorfologia, com es diu allà aquest lòbul interior presenta un fort dinamisme a causa de la particular orografia i de la seva localització. L'existència d'aquest dinamisme juntament amb l'orientació creen en el seu conjunt un enclavament que tot i trobar-se a distància i oposat a la línia de costa, presenta totes les característiques habituals d'un sistema dunar poc estabilitzat que afavoreix la presència d'aquestes espècies més habituals de la primera línia de costa. En correspondència amb açò els tàxons psamòfils que hi creixen són d'aquells que tenen adaptacions al dinamisme de l'arena i a l'aridesa, però no tant a la salinitat (Hesp, 1991).

Una situació semblant s'havia observat en un altre sistema dunar descrit recentment (Roig et al., 2007), però a diferència d'aquell, aquí les poblacions de *Pancratium maritimum* i altres espècies de distribució anòmala estan ben estructurades i amb individus de totes les edats.

La resta de plantes que formen el catàleg florístic, amb diferència el grup més important, corresponen en al seva majoria a espècies de distribució àmplia en l'àmbit insular i ecològicament adaptables de manera que es poden trobar en diferents ambients. Que el 80% dels tàxons identificats tinguin una corologia mediterrània i que més del 90% siguin considerats com a comuns o molt comuns

Tàxon

Adiantum capillus-veneris L.
Aetheorhiza bulbosa subsp. *bulbosa* (L.) Cass.
Amaranthus viridis L.
Ampelodesmos mauritanica (Poir.) T. Durand et Schinz
Anagallis arvensis subsp. *parviflora* (Hoffmanns. et Link.) Arcang.
Anthemis maritima subsp. *maritima* L.
Anthyllis hystrix (Willk. ex Barc.) Cardona, Contandr. et Sierra
Arenaria leptoclados (Rchb.) Guss.
Artemisia caerulescens subsp. *gallica* (Willd.) K.M. Perss.
Asphodelus aestivus Brot.
Atriplex postrata Boucher ex DC.
Bellium bellidioides L.
Beta maritima L.
Blackstonia perfoliata subsp. *serotina* (Koch ex Rchb.) Vollm.
Brachypodium phoenicoides (L.) Roem. et Schult.
Briza maxima L.
Bromus fasciculatus C. Presl
Bromus madritensis L.
Cakile maritima Scop.
Calystegia sepium (L.) R. Br.
Campanula erinus L.
Carex flacca Schreb.
Carlina corymbosa subsp. *corymbosa* L.
Centaurium erythraea subsp. *majus* (Hoffmanns. et Link) Melderis
Centranthus calcitrapae subsp. *calcitrapae* (L.) Dufur.
Chamaesyce peplis (L.) Prokh.
Cistus monspeliensis L.
Clematis flammula L.
Crithmum maritimum L.
Cynodon dactylon (L.) Pers.
Dactylis glomerata subsp. *hispanica* (Roth) Nyman
Daucus carota subsp. *carota* L.
Desmazeria marina (L.) Druce
Digitalis minor var. *minor* L.
Dittrichia viscosa subsp. *viscosa* (L.) Greuter
Dorycnium hirsutum (L.) Ser.
Dorycnium pentaphyllum Scop.
Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melderis
Ephedra fragilis Desf.
Erica multiflora L.
Eryngium maritimum L.
Euphorbia maresii subsp. *maresii* Knoche
Euphorbia peplus var. *peplodes* (Gouan) Vis.
Evax pygmaea (L.) Brot.

Ficus carica L.
Frankenia hirsuta L.
Glaucium flavum Crantz
Hedysarum coronarium L.
Helichrysum stoechas (L.) Moench
Heliotropium europaeum L.
Hyoseris radiata subsp. *radiata* L.
Hypochoeris achyropohrus L.
Lagurus ovatus subsp. *ovatus* L.
Launaea cervicornis (Boiss.) Font Quer et Rothm.
Limonium companyonis (Gren. et Billot) Kuntze
Limonium minoricense Erben
Limonium virgatum (Willd.) Fourr.
Linum strictum subsp. *strictum* L.
Linum trigynum L.
Lobularia maritima subsp. *maritima* (L.) Desv.
Lotus cytisoides L.
Medicago littoralis Rohde ex Loisel.
Micromeria filiformis (Aiton) Benth.
Ononis reclinata subsp. *reclinata* L.
Pancreatium maritimum L.
Parentucellia viscosa (L.) Caruel
Parietaria judaica L.
Phagnalon rupestre (L.) DC.
Phagnalon saxatile (L.) Cass.
Phyllirea media var. *media* L.
Piptatherum miliaceum (L.) Coss.
Pistacia lentiscus L.
Plantago bellardii subsp. *bellardii* All.
Plantago coronopus subsp. *coronopus* L.
Plantago lanceolata L.
Plantago weldenii Rchb.
Polygonum maritimum L.
Pulicaria vulgaris Gaertn.
Reichardia picroides (L.) Roth
Reichardia tingitana (L.) Roth
Rosmarinus officinalis var. *officinalis* L.
Rubia peregrina var. *longifolia* (Poir.) Rouy
Rubus ulmifolius Schott
Rumex bucephalophorus subsp. *gallicus* (Steinh.) Rech f.
Ruscus aculeatus L.
Ruta angustifolia Pers.
Salsola kali subsp. *kali* L.
Samolus valerandi L.
Scabiosa atropurpurea var. *maritima* (L.) Fiori et Paol.
Schoenus nigricans L.
Scirpus holoschoenus var. *holoschoenus* L.
Scolymus hispanicus subsp. *occidentalis* F.Vazquez

Taula 1. Inventari florístic del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi.

Table 1. Floristic checklist of the dune system of l'Arenal de Sant Jordi.

Scorpiurus subvillosus L.
Scrophularia ramosissima Loisel.
Sedum rubens L.
Senecio rodriguezii Willk. ex J.J. Rodr.
Silene sclerocarpa L. Dufour
Silene secundiflora Otth
Silene sedoides Poir.
Silene vulgaris (Moench) Garcke subsp. *vulgaris*
Smilax aspera var. *aspera* L.
Sonchus tenerrimus L.
Tamarix africana var. *africana* Poir.
Tamus communis L.
Teucrium capitatum subsp. *majoricum* (Rouy) T. Navarro et Rosúa
Trifolium scabrum L.
Urginea maritima (L.) Baker
Urospermum dalechampii (L.) Scop. ex F.W. Schmidt
Vincetoxicum hirundinaria var. *balearicum* O. Bolòs et J. Vigo
Vulpia ciliata subsp. *ciliata* Dumort.
Xanthium strumarium subsp. *italicum* (Moretti) D. Löve

Taula 1. (continuació) Inventari florístic del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi.

Table 1. (continuation) Floristic checklist of the dune system of l'Arenal de Sant Jordi.

en la flora insular (Fraga et al., 2004) són dades que donen suport a aquesta observació. Aquest seria el cas dels faneròfits: *Pistacia lentiscus* L., *Phillyrea media* L., *Cistus monspeliensis* L., *Erica multiflora* L. o *Rosmarinus officinalis* L., però a diferència del que passa en altres sistemes dunars (Roig et al., 2007; 2008), dins la zona estudiada no s'observa una vegetació arbustiva extensa i fortament consolidada. Més bé al contrari, les imatges aèries mostren clarament un predomini dels espais oberts amb poca vegetació o d'escàs desenvolupament. Només en el lòbul interior s'observen petits nuclis de marina d'aladern (*Aro picti-Phillyreum rodriguezii* O. Bolòs et R. Mol.) més o manco estabilitzats. Aquest fet queda confirmat per la presència d'espècies que tenen un procés d'establiment més lent com

Ruscus aculeatus L. o *Tamus communis* L. Aquesta absència d'altres comunitats vegetals consolidades i ben constituïdes seria un símptoma més de la singularitat de la part més interior de l'arenal. La seva situació d'aïllament enmig d'altres comunitats molt més extenses a la zona (*Loto tetraphylli-Ericetum multiflorae* O. Bolòs et R. Mol.; *Ampelodesmo-Ericetum scopariae* O. Bolòs et R. Mol.), la seva configuració geomorfològica singular a la vegada que caòtica, el seu dinamisme i la presència de factors d'alteració com el bestiar, serien un conjunt de circumstàncies que estarien afavorint la presència de tàxons d'una elevada diversitat de comunitats, però sense arribar a constituir-les del tot. D'aquesta manera quedaria explicada la presència de plantes d'ambients de salobrar o marítims (*Artemisia caerulescens* subsp. *gallica* (Willd.) K.M. Perss., *Crithmum maritimum* L., *Silene sedoides* Poir., *Limonium minoricense* Erben), juntament amb d'altres de tendència nitròfila (*Scolymus hispanicus* subsp. *occidentalis* F.M. Vázquez, *Amaranthus viridis* L., *Bromus madritensis* L., *Hedysarum coronarium* L., *Heliotropium europaeum* L.) o que indiquen situacions d'alteració del sòl en procés de recuperació (*Asphodelus aestivus* Brot., *Cistus monspeliensis* L., *Dittrichia viscosa* subsp. *viscosa* (L.) Greuter).

Un altre resultat que destaca d'aquest catàleg florístic és la importància de les formes vitals perennants camèfits (22%) i hemicriptòfits (25%) en relació amb el conjunt de la flora de Menorca, 11% i 20% respectivament (Fraga et al., 2004). Un augment que va en detriment especialment dels teròfits que representen un 37% enfront del 44% per tot el territori insular. Aquesta diferència podria ser un senyal de bon estat de conservació, a causa del comportament pioner de molts de teròfits,



Fig. 7. Fragmentació del sistema platja-duna i el lòbul per l'existència d'un vial rodat.

Fig. 7. *Fragmentation of the system beach-dune and the lobe for the existence of a road way.*

però també que, malgrat el dinamisme de l'arena existent, la seva mobilitat no dificulta l'establiment de plantes de cycle de vida més llarg.

Tots aquests components florístics ens mostren que aquest sistema dunar, des del punt de vista de la vegetació, consta de dues parts ben diferenciades, per una banda la configuració típica d'una cala amb les comunitats vegetals de dunes i la zona humida al seu darrere, i per l'altra l'arenal interior amb una elevada riquesa florística fruit de la seva particular geomorfologia i orientació.

La situació d'aïllament i accés restringit no tan sols ha fet que aquest sistema hagi estat pràcticament desconegut fins aquest moment, sinó que també ha ajudat a la seva conservació. Així i tot no està lliure d'amenaques que posen en risc la seva conservació. La més evident seria un dels vials d'accés a la platja (Fig. 7) i que provoca una desconexió de l'alimentació d'arena entre la zona de la platja i l'arenal interior. La interrupció d'aquest flux segurament amb el temps tindrà efectes negatius pel que fa a la vegetació de

l'arenal interior, entre ells hi podria haver el deteriorament de les poblacions d'aquelles plantes que requereixen del dinamisme de l'arena i que precisament són les que donen singularitat a aquesta part del sistema.

Agraïments

Aquest article ha estat possible gràcies a l'ajuda de l'Institut Menorquí d'Estudis per al projecte: *Cartografia i anàlisi geoambiental dels mants eòlics desvinculats de la línia de costa de Menorca*, realitzat per la Societat d'Història Natural de les Balears.

Bibliografia

Bourrouilh, R. 1983. Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La termination Nord-orientale des Cordillères Bétiqes en Méditerranée occidentale. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España* 99, 1-672.

- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. i Estaún, I. 2004a. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca. *In: Pons, G.X. (Edit.). IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums.* 309-311.
- Cardona, X., Carreras, D., Fraga, P., Roig-Munar, F.X. i Estaún, I. 2004b. Avaluació de l'estat dels sistemes dunars de Menorca 2002. *In: Pons, G.X. (Edit.). IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca.* 307-308.
- Fraga, P., Aguarod, E., Blanco, J.M., Calvo, J.M., Carreras, D., Garcia, Ó., Mascaró, C., Pallicer, X., Pérez, A. i Truyol, M. 2005. Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (VII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 48: 113-119.
- 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. 2002. Sedimentologia de les platges de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis, 52 pp. (Inèdit)
- Hesp, P.A. 1991. Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes. *Journal of Arid Environments*, 21: 165-191.
- Rita, J., Rodríguez-Perea, A. i Tébar, F. 1988. Sistemas dunares de Menorca. Valoración Geoambiental y estado de conservación. IME inèdit, 109 p.
- Roig-Munar, F.X., Juaneda J. i Quintana, R. 2003. El sistema de dunas remontantes de cala Macarelleta (Menorca), un sistema condicionado por las orientaciones de umbría y solana. *In: Blanco, R.; López, J. y Pérez, A. (Eds.): Procesos geomorfológicos y evolución costera. Actas II Reunión de Geomorfología Litoral, Univ. de Santiago de Compostela,* 133-138.
- 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 I.) *Journal of Coastal Research Sp. Iss.* 48: 107-111.
- 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.
- Rosell, J. i Gómez-Gras, D. 1989. Mapa Geológico Minero de España E: 1:25.000, segunda serie - primera edición, Cap de Menorca y Ciutadella (Fornells) Hoja 6181 I-II
- Rosell, J. i Llompart, C. 2002. *El naixement d'una illa Menorca. Guia de Geologia pràctica.* Ed. Institut Menorquí d'Estudis. pp 279.
- Sainz-Amor, S. 1981. Los arenales costeros de la isla de Menorca. *Acta Geológica Hispánica*, 16(4): 207-210.
- Servera, J. 1997. *Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears.* Tesi Doctoral, 2 vols. UIB.
- Servera, J. 2003. Los sistemas playa-duna holocenos y actuales de Menorca. *In: Rosselló, V.M^a, Fornós, J.J., Gómez-Pujol, L.I. (Eds.) Introducció a la geografia física de Menorca.* AGE-Universitat de València-Universitat de les Illes Balears-Soc. Hist. Nat. Balears. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 10: 123-138.

Presència de *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) al Burdigalià inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Implicacions paleoambientals

Guillem MAS i Miguel T. ANTUNES

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Mas, G. i Antunes, M.T. 2008. Presència de *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) al Burdigalià inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Implicacions paleoambientals. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 131-146. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es dona compte de la presència del cocodril longirrostre *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) al Burdigalià inferior de l'illa de Mallorca, com una espècie estenotèrmica d'afinitats tropicals, realitzant una aproximació paleoecològica als ambients, d'estuari o també marí, en que es va desenvolupar. La presència de cocodrils longirrostrats miocènics constitueix un excel·lent indicador biològic de les condicions tropicals i/o subtropicals que haurien prevalgut durant el Burdigalià inferior de Mallorca. La seva decadència i extinció estaria força relacionada amb la degradació de les condicions climàtiques, iniciada després del *Mid-Miocene Climatic Optimum* i coincidint amb un posterior refredament progressiu del medi que culminarà amb les oscil·lacions tèrmiques dels cicles glacials del Quaternari.

Paraules clau: *Reptilia, paleoecologia, indicadors paleoambientals, Miocè inferior, Mallorca, Mediterrània occidental.*

PRESENCE OF *Tomistoma cf. lusitanica* (VIANNA i MORAES, 1945) (REPTILIA: CROCODYLIA) IN THE EARLY BURDIGALIAN OF MALLORCA (BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). PALAEOENVIRONMENTAL IMPLICATIONS. The presence of the longirostrine crocodylian *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna & Moraes 1945) in the Lower Burdigalian of Mallorca (Balearic Islands, Spain) is recorded. This is a stenotherm, tropical form whose palaeoecologic contribution to characterize estuary or marine environments is discussed. The presence of these Miocene crocodylians is an excellent biological marker of the tropical and/or subtropical conditions that prevailed during Lower Burdigalian in what is now Mallorca. Their decadence and extinction would surely be related to climate degradation that begun after the Mid-Miocene Climatic Optimum. It coincided with a later, progressive cooling that culminated in the thermal oscillations of the Quaternary glacial cycles.

Keywords: *Reptilia, Palaeoecology, Palaeoenvironmental marker, Early Miocene, Mallorca, Western Mediterranean.*

Guillem MAS, Museu Balear de Ciències Naturals, Apartat de Correus n° 55, 07100 Sòller (Mallorca), Illes Balears; Societat d'Història Natural de les Illes Balears, Margarida Xirgu, 16 baixos, 07011 Palma, Illes Balears,. Email: masgornals@gmail.com; Miguel Telles ANTUNES, Academia das Ciências de Lisboa, Rua da Academia das Ciências, 19; 1249-122 Lisboa, Portugal, Centro de Investigação em Ciência e Engenharia Geológica (CICEGe), Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL, Quinta da Torre; 2829-516 Caparica, Portugal, e-mail: migueltellesantunes@gmail.com

Recepció del manuscrit: 18-des-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Les referències de rèptils fòssils a l'illa de Mallorca es redueixen a la presència de cf. *Cheirotherium* sp. (icnites) a les fàcies Buntsandstein del Triàsic de Deià-Sóller (Calafat *et al.*, 1987); cf. *Nothosaurus* sp. al Triàsic de Sóller (Bauzà, 1955, 1978; Colom, 1991); *Varanus* sp. a l'Eocè de Felanitx (Colom i Sacarés, 1976; Colom, 1983; 1991); als tàxons Trionychidae, Crocodylidae i *Paleochelys* sp. a l'Eocè mitjà-Oligocè de les mines de la cubeta d'Inca (Bauzà, 1978; Colom, 1983; Jiménez-Fuentes *et al.*, 1989); *Tomistoma* sp. i cf. *Allognatosuchus* sp. a l'Oligocè de Calvià (Ramos-Guerrero *et al.*, 1985). També han estat citats *Crocodylus* sp. al Miocè mitjà-superior (Vindobonià) marí de

Llubí (Bauzà, 1946), així com diferents espècies i subespècies del gènere *Podarcis* al Plio-Quaternari (Bauzà, 1978; Alcover *et al.*, 1981; Kotsakis, 1981; Crespi *et al.*, 2001; Bailón, 2004; Mas, 2005) i el gènere *Testudo* al Quaternari de Portals Nous (Bauzà, 1978) o tortugues miocenes (Alcover i Bover, 2002; Gràcia *et al.*, 2007). Recentment, Vicens i Rodríguez-Perea (2003), citen una dent de cf. *Crocodylia* al Burdigalià inferior de Cala Sant Vicenç (Mallorca); també Mas (2008) i Mas i Fiol (2008) es refereix expressament a la presència de cocodrils dins aquestes mateixes formacions.

La disponibilitat nou material inèdit corresponent a restes de cocodrils d'aquestes formacions del Burdigalià inferior, ens permet fer una determinació taxonòmica més acurada així com realitzar inferències paleoecològiques sobre l'ambient on es va desenvolupar aquesta fauna.

Jaciment (Localització i descripció)

Els espècimens estudiats en aquest treball provenen d'un mateix jaciment situat a la costa oest de la platja de cala Barques dins la cala Sant Vicenç al terme municipal de Pollença de l'illa de Mallorca (Fig. 1), a una zona concreta de penya-segats coneguts baix la toponímia del Pou de l'Olm (Mascaró, 1987). El jaciment s'estén en una franja paral·lela a la costa a una cota màxima de 30-40 m sobre el nivell del mar (Figs. 2 i 3). Les coordenades UTM són: 31S, 504840E;4419580N.

Cronostratigrafia

El jaciment s'inclou dins la denominada *Formació Calcarenites de Sant Elm*

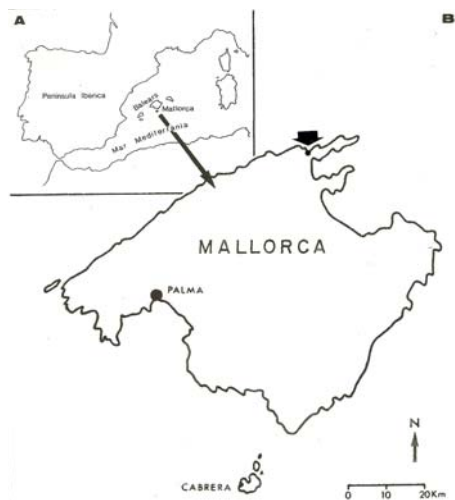


Fig. 1. A) Situació geogràfica de l'illa de Mallorca a la Mediterrània occidental; B) Localització del jaciment estudiat en el mapa simplificat de l'illa de Mallorca.

Fig. 1. A) Geographical situation of the Mallorca Island in the western Mediterranean; B) Location of the paleontological site.

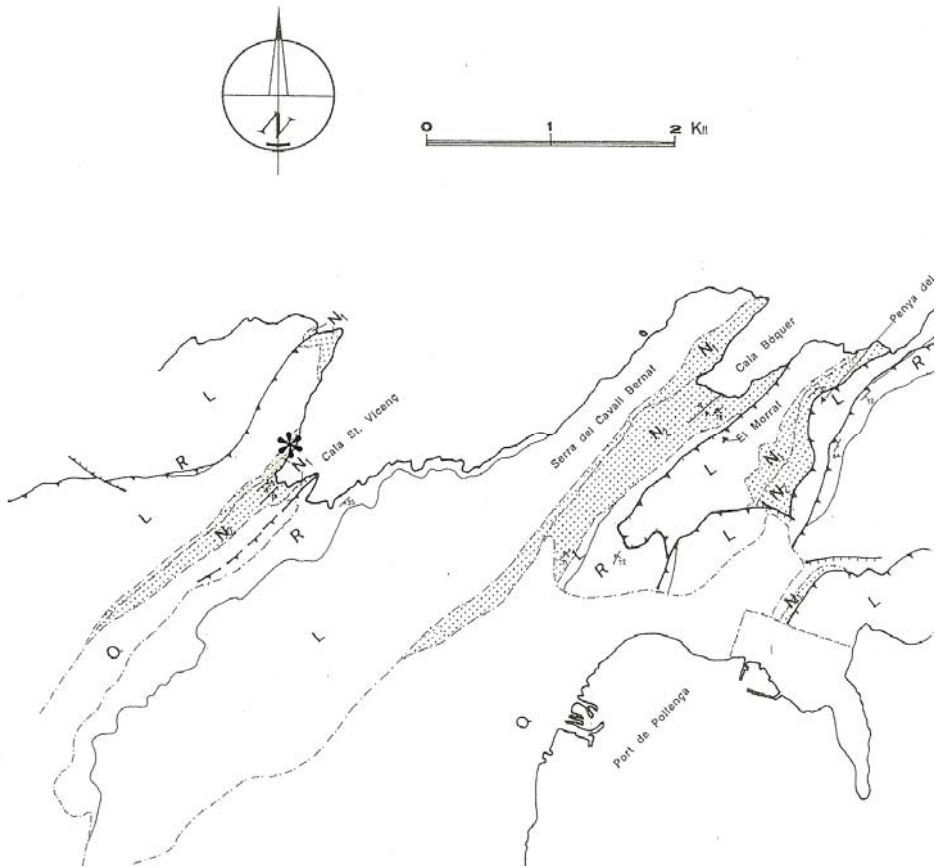


Fig. 2. Mapa geològic del sector amb la localització del jaciment estudiat: R, Triàssic superior (Retià); L, Liàsic; N1, Fm. Calcarenites de St. Elm (Aquitanià – Burdigalià inferior) on s'ubica el jaciment estudiat; N2, Fm. Turbidites de Banyalbufar (Burdigalià superior – Languià); Q, Quaternari (Modificat a partir de Gelabert *et al.*, 1991).

Fig. 2. Geological map of the sector with the location of the studied bed: R, upper Triassic (Rethia); L, Liasic; N1, Fm. Calcarenites of St. Elm (lower Aquitanian - Burdigalian) where the studied site is placed; N2, Fm. Turbidites of Banyalbufar (upper Burdigalian - Languian); Q, Quaternary (Modified from Gelabert *et al.*, 1991).

(Rodríguez-Perea i Pomar, 1983; Rodríguez-Perea, 1984) que es correspon amb la Unitat Calcarenítica de Sant Elm (Pomar *et al.*, 1983), amb la part superior de la Unitat de Conglomerats i Calcàries (Alvaro *et al.*, 1984) i amb la denominada Capa amb *Clypeaster* (Fallot, 1922). És la

unitat 10 del full 643/644/645 (38-25/39-25/40-25) Sa Calobra / Pollença / Cabo Formentor del Mapa Geològic de España (ITGE, 1991).

Presenta dues litofàcies clarament diferenciades: a) un tram inicial de conglomerats corresponents a fàcies conti-

nentals; b) seguits d'un altre tram de calcàries bioclàstiques que és corresponen amb una fàcies marina costera.

En general es tracta d'una seqüència terrígena-carbonatada, transgressiva sobre paleosòls i dipòsits fluvials, que es disposa discordant sobre el basament mesozoic, prèviament carstificat, suavitzant el paleorelleu preexistent. A sobre presenta una important interrupció sedimentària, amb signes d'erosió i desenvolupament d'un *hard-ground* ferruginitzat. A tota la formació, es sobreposa, de forma discordant, una unitat superior turbidítica-carbonatada, denomi-nada Formació Turbidites de Banyalbufar (Pomar et al., 1983; Rodríguez-Perea, 1984; Alvaro et al., 1984 i Gelabert et al., 1991) formada per

una alternança de calcarenites i margues. La Formació Calcarenites de Sant Elm, d'edat aquitaniana a la zona Randa i sector septentrional de la Serra de Llevant (Bourrouilh, 1983; Gelabert, 1998), a la Serra de Tramuntana és correspon amb el Burdigalià inferior, al fossilitzar i ésser sincrònica a nombrosos encavalcaments tectònics (Alvaro et al., 1984; Gelabert, 1998) (Fig. 2).

Ens trobem, dons, davant de materials sintectònics afectats per l'acció orogènica compressiva ocorreguda durant el Burdigalià inferior fins arribar al Languià – Serraval·lià inferior (Gelabert, 1998), procés compressional iniciat amb anterioritat a partir de l'Oligocè superior (Catià).



Fig. 3. Vista general de la localització del jaciment: A) Burdigalià superior (Fm. Turbidites de Banyalbufar); B) Burdigalià inferior (Fm. Calcarenites de Sant Elm) i C) Liàsic.

Fig. 3. General view of the paleontological site location: A) Upper Burdigalian (Fm. Turbidites of Banyalbufar); B) lower Burdigalian (Fm. Calcarenites of Sant Elm) and C) Liassic.

Localment, en aquest cas, la formació es sobreposa, mitjançant un contacte erosiu, sobre bretxes del Lias a les que segueixen els següents trams:

a) 10-15 m de conglomerats i microconglomerats, amb bona cementació carbonàtica i presència esporàdica de d'inclusions ferruginoses.

b) Sectors molt localitzats (27 – 55 m) de rebliment de canals amb presència de restes de grans ostrèids, més o menys fragmentats, i algun equinoderm.

c) 20-25 m de calcàries bioclàstiques d'aspecte massiu i alguns trams en laminació paral·lela, barrejades amb algun nivell de gresos, amb presència de grans de quars (de dimensions subcentimètriques) rodats i aïllats. Contenen restes d'algues, ostrèids, pectínids, equinoderms, peixos i cocodrils.

Per damunt i en contacte discordant es disposa un tram de margues de caràcter turbidític (Fm. Turbidites de Banyalbufar) que es redueix a un petit aflorament en contacte amb el límit NW de la platja de la cala (Fig. 3).

La totalitat de restes de fauna estudiada correspon als trams b) i c). En conjunt es tracta de sediments de plataforma d'aigües somes en un ambient litoral, amb predomini de sedimentació fluvial i platges (barres) conglomeràtiques, que s'instauren amb posterioritat a un període de forta inestabilitat tectònica en el que es diposità la formació subjacent.

Sistemàtica

Classe: REPTILIA

Ordre: Crocodylia Gmelin, 1788

Subordre: Eusuchia Huxley, 1875

Família: Crocodylidae Gray, 1825

Subfamília: Tomistominae Kälin, 1955

Gènere: *Tomistoma* Müller, 1846

Tomistoma cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945)

- 1942 *Gavialosuchus americana* (Sellards), varietate lusitana: VIANNA i MORAES; Miocè; Lisboa (Portugal)
- 1945 *Gavialosuchus americanus* (Sellards) var. *lusitanica* n. var.: VIANNA i MORAES; Miocè; Lisboa (Portugal)
- 1949 *Gavialosuchus americanus* Sellards var. *lusitanicus*: ZBYSZEWSKI; Burdigalià sup.; Lisboa (Portugal)
- 1956 *Tursiops*: BATALLER; p. 26; Miocè; València i Barcelona (Espanya)
- 1958 *Gavialosuchus americana* Sellards var. *lusitanica*: ANTUNES; Helvecià mitjà; Lisboa (Portugal)
- 1959 *Tomistoma* sp.: ANTUNES; Helvecià mitjà; Lisboa (Portugal)
- 1961 *Tomistoma lusitanica* (Vianna i Moraes): ANTUNES; figs. 7-29, 36-44; Burdigalià inf. – Tortonià inf.; Lisboa, Algarve i Cabo Espichel (Portugal)
- 1965 *Tomistoma* (*Gavialosuchus* ?) *lusitanica*: LANGSTON; pàg. 26-27, T. 1, fig. 1 (Portugal)
- 1969 *Gavialosuchus americanus* Sellards var. *lusitanica* Vianna i Moraes: CALZADA; p. 33; Miocè (Tortonià); Barcelona (Espanya)
- 1973 *Tomistoma lusitanica* Vianna i Moraes, 1945: STEEL; p. 96; Miocè (Helvetià Mitjà); Lisboa (Portugal)
- 1981 *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes): ANTUNES *et al.*; p.16, L. 2: figs. 1-2, T.1; Burdigalià sup. ? – Languià; Algarve (Portugal)
- 1984 *Gavialosuchus* sp.: BUFFETAUT *et al.*; p. 116; Miocè mitjà; Polastron-Gers (França)
- 1984 *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): ANTUNES *in* MLYNARSKI; Miocè; Pinczów (Polònia)
- 1987 *Tomistoma* (*Gavialosuchus*) *lusitanica*: ANTUNES; T.1, fig. 1; Aquitània – Tortonià; Lisboa (Portugal)
- 1989 *Tomistoma* cf. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): ANTUNES i GINSBURG; p. 81-85, Làms. 1: figs. 1-

- 4, 2, 3: figs. 11-18; Languià; Anjou (França)
- 1994 *Tomistoma lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): ANTUNES; p. 60-61, L. 1: figs. 11-13; Burdigalià inf. – Languià; Lisboa i Algarve (Portugal)
- 2000 *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): GINSBURG *et al.*; p. 601; Orleanià inf.; Maine-et-Loire (França)
- 2001 *Tomistoma lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): CRESPO; p. 124, fig. 64; Burdigalià – Languià, Vàries localitats (Portugal)
- 2003 cf. *Crocodylia*: VICENS i RODRÍGUEZ-PEREA; p. 128, fig. 4: 23; Burdigalià; Pollença (Illes Balears)
- 2008 *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945): MAS; p. 90-92; Burdigalià inf.; Pollença (Illes Balears)

A Europa, el gènere *Tomistoma* també ha estat reconegut a l'Oligocè superior (Catià) de Saint-Geours-de-Maremne al SW de França (Antunes i Cahuzac, 1999); al Miocè de la vall del Roina França (Deperet, 1887), al Languià del Loira sud a França (Lecointre, 1910), al Burdigalià superior de Lisboa a Portugal (Zbyszewski, 1949 i 1958; Vega-Ferreira, 1985); i al Miocè de Malta, Gozzo i Sardenya a Itàlia, a Eggenbourg a Àustria, i a Sèrbia (Steel, 1973).

Zbyszewski (1949; 1958) havia considerat dins de les mateixes capes del Miocè inferior-mitjà de Lisboa, dues espècies que designà amb les denominacions de *Gavialosuchus americanus* (Sellards, 1915) var. *lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) i de *Tomistoma cf. calaritanus* Cappellini, 1890, aquesta darrera en base a unes dents relativament grosses, més esveltes i molt manco gruixudes. Més tard, revisat aquest tema (Antunes, 1987; Antunes i Ginsburg, 1989), aqueixa darrera forma pareix més bé

correspondre amb un *Gavialis*. Això, no implica que la forma tipus de *T. calaritanus* pertanyin a un Gavial (Antunes, 1994). Per altre lloc, sembla que durant el Miocè inferior-mitjà, la regió mediterrània i fins el que avui és Portugal van viure simultàniament dues espècies de cocodrils longirrostrats.

Tafonomia i material recuperat

Material de molt difícil extracció i separació del jaciment degut a la forta cementació de la roca calcària que el conté.

Si bé el material recuperat presenta poc rodament, si que es presenta quasi sempre deformat i/o fracturat in situ per mor a la pressió soferta deguda a l'acció tectònica a la que s'ha vist sotmesa la roca (el sediment) que l'engloba.

Excepcions fetes de varis fragments d'ossos i tres fragments de plaques òssies, els altres exemplars es corresponen amb restes dentàries (dents o fragments de les mateixes) de l'espècie estudiada.

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

Dents

Exemplar A (Fig. 4A):

Altura màxima conservada: 11,5 mm

Secció: Rodona amb dues carenes molt poc pronunciades.

Diàmetre: 6 mm

Superfície: Quasi llisa, sense estries, lleugerament reticular.

Observacions: Dent curta lleugerament corbada, amb la punta rompuda i sense arrel.

Exemplar B (Fig. 4B):

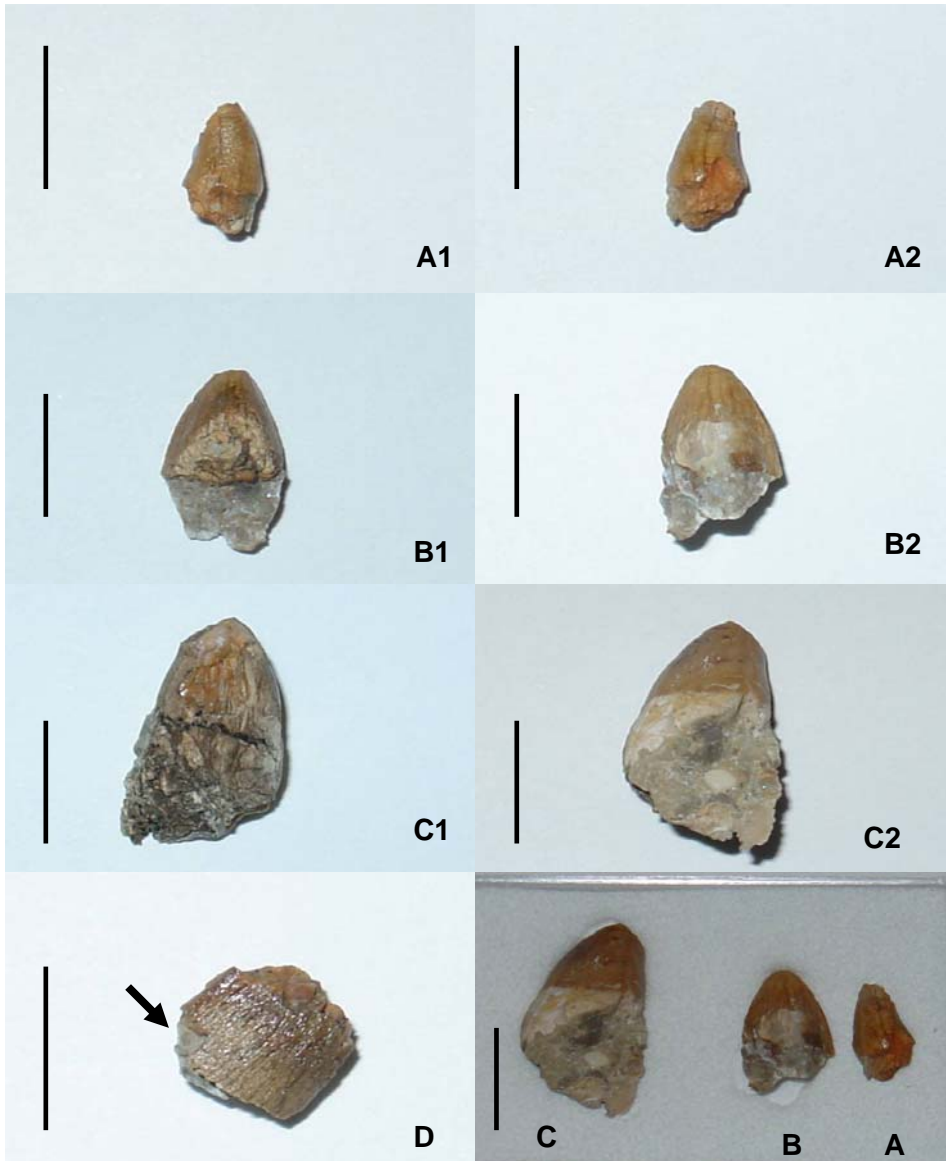


Fig. 4. Dents de *Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna i Moraes, 1945) del Burdigalià inferior de cala Sant Vicenç (Mallorca). Vegeu dimensions i morfometria dins l'apartat de tafonomia i material recuperat. Totes les escales: 10 mm.

Fig. 4. *Teeth of Tomistoma cf. lusitanica* (Vianna and Moraes, 1945) of the lower Burdigalian of cala Sant Vicenç (Mallorca). See dimensions and morphometry in the section of taphonomy and retrieved material. All scales: 10 mm.

Altura màxima: 19 mm
Secció: El·líptica (aplanada labiolingualment) amb les dues carenes ben pronunciades (quasi tallants).
Diàmetre màxim meso-distal: 8,9 mm
Diàmetre màxim labio-lingual: 6,7 mm
Superfície: Fines estries irregulars verticals.
Observacions: Talla mitjana. Despuntada i sense arrel. Possiblement una dent posterior.

Exemplar C (Fig. 4C):

Altura màxima: 23 mm
Secció: Rodona sense carenes.
Diàmetre màxim: 12 mm
Superfície: Quasi llisa, sense estries.
Observacions: Talla grossa. Despuntada i arrel ben desenvolupada.

Exemplar D (Fig.4D):

Altura màxima: 9 mm
Amplària màxima: 8,5 mm
Secció: El·líptica (aplanada labiolingualment) amb l'única carena observable ben pronunciada i micro-asserrada (vegeu fletxa indicativa Fig. 4D).
Superfície: Fines estries verticals ben marcades.
Observacions: Fragment de la corona que conserva part d'una carena. Talla grossa/mitjana.

Exemplar E:

Altura màxima: 18 mm
Secció: El·líptica (aplanada labiolingualment) amb la dues carenes ben pronunciades (quasi tallants).
Diàmetre màxim meso-distal: 21 mm
Diàmetre màxim labio-lingual: 12 mm
Superfície: Fines estries irregulars verticals.

Observacions: Talla grossa. Despuntada i arrel ben desenvolupada. Presenta una lleugera curvatura.

Miscel·lània

Restes diverses de fragments d'ossos i plaques dèrmiques molt fragmentades i deteriorades.

Mètode

A partir d'una anàlisi de les característiques paleontològiques i afinitats taxonòmiques de la fauna descrita, tenint en compte les característiques estratigràfiques i litològiques dels dipòsits que la contenen, es realitza una aproximació paleoecològica als ambients en que es va desenvolupar l'herpetofauna estudiada.

S'ha procedit a la recollida del material mínimament classificable, tenint en compte bàsicament les restes dentàries, així com també algunes d'òssies.

S'ha procedit a la revisió de la bibliografia disponible sobre paral·lelismes existents, principalment al sud de França (Antunes i Ginsburg, 1989; Ginsburg *et al.*, 2000) i de Portugal (Antunes, 1961; 1994; Antunes *et al.*, 1981; Crespo, 2001) procedint a la recopilació, anàlisi, contrast i síntesi d'opinions d'experts, completat amb un procés additiu d'evidències proporcionades a partir de dades empíriques (sedimentologia, tafonomia, fauna associada,...) convergents.

Discussió

Diagnosi

Les dents estudiades són dents altes, còniques, lleugerament corbades cap a

l'interior, amb l'apex poc punxant i porten dues carenes, una anterior u l'altra posterior. La capa d'esmalt presenta una superfície finament reticular i arrugada, en canvi la superfície externa de la dentina presenta una fina i llarga ornamentació estriada. Es poden distingir dos tipus de dents: a) unes son més grans, més altes, més corbades, poc carenades i presenten una secció més o manco el·líptica o rodona, b) unes altres, que es corresponen manifestament amb dents posteriors, són més petites, més baixes, més dissimètriques degut a un aplanament labio-lingual que fa les carenes més marcades. Entre aquests dos tipus de dents, apareixen formes intermediàries. Aquestes característiques coincideixen, si no totalment, amb la descripció de les dents de *Tomistoma* cf. *lusitanica* realitzada per Antunes i Ginsburg (1989).

Durant al Miocè a l'àrea d'Europa occidental vivien, a més del gènere *Diplocynodon*, altres dos gèneres, *Tomistoma* (inclòs *Gavialosuchus*) i un altre, mal representat per restes òssies però amb una dentició molt diferent, que pareix coincidir amb *Gavialis*.

Les dents analitzades presenten unes mides que exclouen, sens dubte, la pertinença a *Diplocynodon*, amb un diàmetre meso-distal que arriba a sobrepassar els 21 mm. L'apex és més esmussat i menys picant que *Diplocynodon*. La superfície finament arrugada i reticular també les diferencia del les dents pràcticament llises de *Diplocynodon*.

La determinació diferencial amb alguna forma de *Gavialis* (normal acompanyant minoritari de *T. lusitanica* en altres jaciments miocens d'Europa occidental) és clara tenint en compte la forma més fina, allargada, estilitzada, poc corbada,

acanalades longitudinalment i amb l'apex més agut i llis de les dents de *Gavialis* sp. Ara bé, la limitada quantitat de restes recuperades, no permet afirmar de forma significativa la absència de *Gavialis*, a més si tenim en compte que aquesta espècie apareix en una proporció clarament inferior a la de *Tomistoma* a altres paral·lelismes d'associacions faunístiques coetànes.

La determinació diferencial a nivell específic ens pareix més problemàtica, però la forma robusta, mida, dimensions i proporcions de les dents analitzades, ens condueixen cap a la forma d'un gran *Tomistoma* cf. *lusitanica*. Res ens fa veure que puguin pertànyer a d'altre forma específica.

No s'ha pogut descartar la presència i/o sinonímia amb *Tomistoma calaritanus* Capellini, 1890, la impossibilitat de comparar amb l'original, del que només s'ha pogut accedir mitjançant descripcions i figures (Capellini, 1890 i fotografia Museo D. Lovisato), ens ha limitat molt una possible comparació. Tampoc es pot descartar que *T. calaritanus* no es tracti d'un vertader gavial, si bé Kotsakis *et al.* (2002) consideren *T. calaritanus* com una espècie molt afí a *T. lusitanica*.

De totes les maneres s'ha de tenir en compte que la realitat pot ésser més complexa del que en un principi es pot pensar. Realment no pareix molt possible que només existís una sola i mateixa espècie de *Tomistoma* compartida entre la Mediterrània Occidental i l'Atlàntic, a més si es pensa que les representades a Portugal certament migraren a partir d'Orient i no d'Àfrica (Antunes, 1994).

Paleogeomorfologia

Tomistoma lusitanica (Vianna i Moraes, 1945), era un gran cocodril longirostre

l·ligat a grans rius i estuaris, però igualment capaç de realitzar incursions a les zones marines costaneres (Crespo, 2001). Com moltes altres espècies fòssils del gènere *Tomistoma*, *T. lusitanica* va viure dins de regions d'estuari amb freqüents incursions mar endins. De fet, la gran talla d'aquests animals ha d'ésser entesa en relació amb la gran abundància de nutrients (biomassa) aportats per l'ecosistema marí (Antunes, 1961).

L'anàlisi litològica del sediment format per una successió de conglomerats, microconglomerats i calcàries bioclàstiques, també ens du a interpretar aquests nivells com a una seqüència terrígena-carbonatada pròpia d'una fàcies d'estuari. La litofàcies de conglomerats s'interpreta com a platges de sediments fluvials (barres) i la litofàcies de calcàries s'interpreta com a dipòsits de plataforma carbonàtica costera. Aquestes característiques suggereixen un dispositiu paleogeomorfològic consistent amb plataformes someres marines amb influències de sedimentació fluvial de rius que drenaven paleorelles sotmesos a denudació. A la línia de costa el material gasser aportat per la desembocadura és retreballat pe l'onatge format barres conglomeràtiques progradants. Els nivells localitzats d'ostrèids s'interpreten com a bioherms d'ostres (Alvaro *et al.*, 1984; Mas i Fiol, 2008).

Paleoclima

Els crocodilians, en general, i *Tomistoma*, de forma específica, constitueixen un dels millors indicadors biològics de les condicions de temperatura paleoambientals. Les espècies actualment existents no suporten temperatures mínimes inferiors als 10°C dins l'estació més freda; necessitant al

mateix temps, durant la resta de l'any, de temperatures substancialment superiors per al normal desenvolupament dels seu processos vitals d'activitat, alimentació, reproducció, etc. (Antunes *et al.*, 1981; Crespo, 2001). Si bé, cal tenir en compte que actualment alguns cocodrils, com *Alligator mississippiensis* (Daudin, 1801), són capaços de suportar en casos extrems, durant breus períodes, baixes temperatures de fins a -3,1°C (Brisbin, 1990).

La decadència i extinció estaria força relacionada amb la degradació de les condicions climàtiques i, sobretot, temperatures menys elevades, fet certament comprovat durant el Miocè superior i posterior i que concorda amb l'absència absoluta de cocodrils als conjunts faunístics marins posteriors al Burdigalià; excepció feta d'una cita de *Crocodylus* sp. al Miocè mitjà-superior (Vindobonià) marí de Llubí (Bauzà, 1946).

La presència de cocodrils miocènics és, per tant, un excel·lent indicador de les condicions tropicals i/o subtropicals que haurien prevalgut al Burdigalià inferior del que avui és la zona de l'illa de Mallorca.

Paleogeografia

Aprofitant l'evidència de que tants els Tomistominae com els gavials són de caràcter estrictament tropical, la seva migració cap a les àrees de l'occident europeu i no només això, *Tomistoma* cf. *lusitanica* també ha estat citat a Polònia (Antunes, 1984), és pot considerar perfectament normal entre el Miocè inferior i inicis del Miocè mitjà.

La dispersió geogràfica de *Tomistoma* fou de fet enorme, ja que aquestes migracions no tenen perquè constituir cap problema tractant-se d'animals excel·lents nedadors, tendint a desplaçar-se per via

EXEMPLARS CITATS			
TAXA	Mas i Fiol (2008)	Vicens i Rodríguez-Perea (2003)	DESCRIPCIÓ
<i>Carcharias</i> cf. <i>taurus</i> Rafinesque, 1810	49	20	dents i fragments
<i>Isurus</i> cf. <i>oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810 ¹	5	4	dents i fragments
<i>Carcharodon megalodon</i> Agassiz, 1843	-	2	fragments corona
<i>Hemipristis serra</i> Agassiz, 1843	7	2	dents i fragments
<i>Carcharhinus</i> spp. ²	34	12	dents i fragments
<i>Galeocерdo aduncus</i> Agassiz, 1843	11	1	dents i fragments
<i>Pristis</i> cf. <i>aquitanus</i> Delfortrie, 1872	1	-	dent rostral
<i>Diplodus</i> cf. <i>vulgaris</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	2	-	incisius
<i>Diplodus jomnitanus</i> (Valenciennes, 1844)	9	5	incisius
<i>Sparus cinctus</i> (Agassiz, 1843)	122	73	molariformes + caniniformes
<i>Pagellus caparicaensis</i> Jonet, 1975	1	-	caniniforme
<i>Labrodon multidentis</i> (Von Münster, 1846)	11	3	fragments plaques faríngies
<i>Labrodon pavimentatus</i> Gervais, 1859	1	-	fragment placa faríngia
<i>Labrodon</i> sp.	-	13	fragments plaques faríngies
<i>Dentex</i> sp.	-	2	dents
<i>Trigonodon jugleri</i> (Münster, 1846) ³	9	13	incisiformes + fragments plaques faríngies
<i>Diodon vetus</i> Leydi, 1855 ⁴	3	5	plaques + fragments
<i>Balistes lerichei</i> Bauzá, 1949 ⁵	27	15	dents i fragments
<i>Pagrus mauritanicus</i> Arambourg, 1927	-	2	dents
Batoidea ⁶	2	1	dent central placa mastegadora + fiblons
Sparidae	5	-	petites dents
Pisces	-	6	Vèrtebres
TOTAL	299	179	

¹ Vicens i Rodríguez-Perea (2003): Citat com *Isurus hastalis* (Agassiz, 1843)

² Vicens i Rodríguez-Perea (2003): Determinació específica *Carcharinus priscus* (Agassiz, 1843)

³ Inclou *Trigonodon oweni* Sismonda, 1846 i *Taurinichthys villaltai* Bauzá, 1948. Vegeu Schultz i Bellwood (2004).

⁴ Vicens i Rodríguez-Perea (2003): Determinació genèrica *Diodon* sp.

⁵ Inclou *Balistes crassidens* Casier, 1958. Vegeu Vicens i Rodríguez-Perea (2003).

⁶ Vicens i Rodríguez-Perea (2003): Determinació genèrica *Myliobatis* sp.

Taula 1. Ictiologia associada, a partir de Vicens i Rodríguez-Perea (2003) i Mas i Fiol (2008).
Table 1. Ichthyology associated, from Vicens i Rodríguez-Perea (2003) and Mas i Fiol (2008).

marina per tot on torbessin unes condicions climàtiques i ambientals adequades. Recentment ha estat descrit *Tomistoma penghuensis*. Shan *et al.* (2007) al Miocè de Taiwan i l'actual forma *Tomistoma schlegelii* (Müller, 1838) a tengut en temps històrics una distribució molt més àmplia que l'actual, arribant fins al sud de Xina.

Força interessant és el fet que ja en varies ocasions, anteriorment al present treball, s'hagi assenyalat que moltes de les formes trobades en el Miocè marí d'Algarve (sud de Portugal) manifestaven una major proximitat a les seves afins mediterrànies (p. ex. com la paleoictiofauna de les Illes Balears) més que amb les de la regió atlàntica de Lisboa (Antunes, 1961; Crespo, 2001). Les referències a treballs anteriors (Vicens i Rodríguez-Perea, 2003; Mas i Fiol, 2008), l'anàlisi de la ictiofauna associada (Taula 1), les variables ambientals, així com altres indicadors biològics i geològics ens revelen la correspondència amb un clima subtropical en un ambient mixt de caràcter semiobert, amb aigües poc profundes de salinitat intermitja i/o variable, i una diversitat de tipus de fons amb predomini dels detrítics amb aportacions continentals, trets que caracteritzen un sistema d'estuari.

Agraïments

Al Dr. Eduardo Gonçalves Crespo de la *Universidade de Lisboa* com a facilitador de contacte entre els coautors del present treball, així per l'àmplia bibliografia de referències indicades.

Bibliografia

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

- Balears. *Boletín de la SEDECK* 3: 92-105.
- Alcover, J.A.; Moyà-Solà, S. i Pons-Moyà, J. 1981. Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plio-Quaternari de les Balears i Pitiüses. Monografies Científiques, 1. Institució Catalana d'Història Natural: Memòria 11. Editorial Moll. 266 pp. Palma de Mallorca.
- Alvaro, 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.
- Antunes, M.T. 1958. Nota sobre um crocodilo fóssil do Miocénico de Lisboa. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Univ. Lisboa.*, 7.^a Sér., n. 21.
- Antunes, M.T. 1959. Notícia sobre um crocodilo fóssil do Miocénico de Lisboa. *Las Ciencias*, 25(1).
- Antunes, M.T. 1961. *Tomistoma lusitanica*, crocodilien du Miocène du Portugal. *Revta. Fac. Ciênc. de Lisboa*, 2a série C, 9 (1): 3-88.
- Antunes, M.T. 1984. Order Crocodylia Gmelin in Linnaeus, 1788. In: Mlynarski, M. (Ed.), Notes on the amphibian and reptilian fauna of the Polish Miocene. *Acta Zool. Cracoviensia*, 27(8): 127-148 [134-135].
- Antunes, M.T. 1987. Affinities and Taxinomial Status of Miocene Longirostrine Crocodylians from Western Europe with Remarks on Phylogeny, Paleoecology and Distribution. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 73 (1-2): 49-58.
- Antunes, M.T. 1994. On Western Europe Miocene Gavials (Crocodylia) their Paleogeography, Migrations and Climatic significance. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, 80: 57-69.
- Antunes, M.T. i Cahuzac, B. 1999. Crocodylian faunal renewal in the Upper Oligocene of Western Europe. *C. R. Acad. Sci. Paris*, Sciences de la terre et des planètes, 328: 67-73.
- Antunes, M.T. i Ginsburg, L. 1989. Les Crocodyliens des faluns miocènes de l'Anjou. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat.*, 4e sér. C, 11 (2): 79-99.
- Antunes, M.T.; Jonet, S. i Nascimento, A. 1981. Vertébrés (crocodyliens, poissons) du Miocène marin de l'Algarve occidentale. *Ciências da*

- Terra (UNL)*, 6: 9-39.
- Bailón, S. 2004. Fossil records of Lacertidae in Mediterranean islands: the state of the art. In: Pérez-Mellado, V., Riera, N. i Perera, A. (eds.): *The Biology of Lacertid lizards. Evolutionary and Ecological Perspectives*. Institut Menorquí d'Estudis. Recerca, 8: 37-62. Menorca.
- Bauzá, J. 1946. Contribución a la geología y paleontología de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 44 (5-6): 369-380.
- Bauzá, J. 1955. Notas Paleontológicas de Mallorca: Sobre el hallazgo del "Nothosaurus" en el Trías. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, (1-2-3): 87.
- Bauzá, J. 1978. Paleontología de Mallorca. Ciento ochenta millones de años de la flora y fauna de Mallorca. In: Mascaró, J. (coord.): *Historia de Mallorca*, 7: 331-430. Gráficas Miralles. Palma de Mallorca.
- Bataller, J.R. 1956. Contribución al conocimiento de los Vertebrados terciarios de España. Instituto "Lucas Mallada" de investigaciones Geológicas. *Cursillos y Conferencias*, 3: 11-28.
- Bourrouilh, R. 1983. *Estratigrafía, sedimentología y tectónica de la isla de Menorca i noroeste de Mallorca*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Colección Memorias, 99. 2 vols: 671 pp + 99 pp. Madrid.
- Brisbin, I.L. 1990. Survivre au froid. In: Ross, Ch.A. i Garnett (cons.): *Crocodiles, Alligators et Caimans*, pp. 50-51. Encyclopédie Visuelle Bordas. París.
- Buffetaut, E., Croucel, F., Juillard, F. i Stigliani, F. 1984. Le Crocodylien longirostre *Gavialosuchus* dans le Miocène moyen de Polastron (Gers, France). *Geobios*, 17 (1): 113-117.
- Calafat, F., Fornós, J.J., Marzo, M., Ramos-Guerrero, E. i Rodríguez-Perea, A. 1987. Icnología de vertebrados de la facies Buntsandstein de Mallorca. *Acta Geol. Hisp.*, 21-22 (1986-1987): 515-520.
- Calzada, S. 1969. Litoestratigrafía y paleontología de unas arenas del Mioceno de Sant Pere de Ribes (Garraf, Barcelona). *Acta Geol. Hisp.*, 4(2): 29-34.
- Capellini, G. 1890. Sul cocodrilliano gavialoide (*Tomistoma calaritanus*) scoperto nella collina di Cagliari nel 1868. *Mem. R. Acc. Lincei*, 6: 507-533.
- Colom, G. 1983. *Los lagos del Oligoceno de Mallorca*. Gráficas Miramar. 167 pp. Palma de Mallorca.
- Colom, G. 1991. *Las ciencias naturales en las Islas Baleares. Historia de sus progresos. Direcció General de Cultura*. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. 369 pp. Palma de Mallorca.
- Colom, G. i Sacarés, J. 1976. Estudios sobre la geología de la región de Randa, Lluçmajor y Porreras. *Revista Balear*, 11 (44-45): 21-71.
- Crespí, D., Gràcia, F., Vicens, D., Dot, M. A., Vadell, M., Barceló, M. A., Bover, P. i Pla, V. 2001. Les cavitats de la serra de na Burguesa. Zona 4: puig Gros de Bendinat (2a part). Calvià -Mallorca-. *Endins*, 24: 75-97.
- Crespo, E.G. 2001. *Paleo-herpetofauna de Portugal*. Publicações Avulsas (Museu Bocage. Museu Nacional de História Natural), 2ª Série, 7. Lisboa.
- Depéret, Ch. 1887. Echerches sur la succession des faunes de Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 4: 269 pp.
- Fallot, P. 1922. *Etude géologique de la Sierra de Majorque*. Thèse d'état. Libr. Polytechnique Ch. Béranger. 480 pp. Paris i Liège.
- Gelabert, B. 1998. *La estructura geológica de la mitad occidental de la isla de Mallorca*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Colección Memorias, 104. 129 pp. Madrid.
- Gelabert, B.; Sàbat, F. i Rodríguez-Perea, A. 1991. Estructura geológica de la península de Formentor (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 85-94.
- Ginsburg, L.; Cheneval, J.; Janvier, P.; Pouit, D. i Sen, S. 2000. Les Vertébrés des sables continentaux d'âge orléanien inférieur (MN 3) de Mauvières à Marcilly-sur-Maulne (Indre-et-Loire), La Brosse à Meigné-le-Vicomte (Maine-et-Loire) et Chitenay (Loir-et-Cher). *Geodiversitas*, 22(4): 597-631.
- Gràcia, F., Fornós, J.J. i Clamor, B. 2007. Cavitats costeneres de les Balears generades a la zona de mescla, amb important continuacions subaquàtiques. In: Pons, G. X. i Vicens, D. (Edit.). *Geomorfologia Litoral i*

- Quaternari. Homenatge a Joan Cuerda Barceló. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 299-352.
- Kotsakis, T. 1981. Le lucertole (Lacertidae, Squamata) del Pliocene, Pleistocene e Olocene delle Baleari. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 135-150.
- Kotsakis, A.; Delfino, M. i Piras, P. 2002. Elements of palaeobiogeography of Italian Cenozoic crocodiles. In: 4^o Congresso Nazionale *Societas Herpetologica Italica*. Ercolano (Napoli) 18-22 giugno 2002. Simposio: Paleontologia e Biogeografia. Riassunti: p. 18-19.
- Instituto Tecnológico Geominero de España. 1991. *Mapa Geológico de España. Escala 1:50:000*. Madrid.
- Jiménez-Fuentes, E.; Ramos-Guerrero, E.; Martín, S.; Pérez, E. i Mulas, E. 1989. Quelonios del Eoceno medio de Mallorca. *Paleontologia i Evolució*, 23 (1992): 153-156.
- Langston, W. 1965. Fossil crocodylians from Colombia and the Cenozoic history of the Crocodylia in South America. *Univ. Calif. Pub. Geol. Sci.*, 52: 157 pp.
- Lecointre, H.D. 1910. Les formes diverses de la vie dans les faluns de la Touraine (neuvième suite). Les sauriens des faluns de la Touraine. *Feuille jeun. Nat.*, 4 série, 40 (479): 169-171.
- Mas, G. 2005. Nova cita de sargantanes fòssils, *Podarcis* sp. (Lacertidae; Squamata), al Quaternari de Mallorca. *Aubaïna*, 6 (1): 48-51.
- Mas, G. 2008. Les formes marines de Crocodylia (Reptilia) com indicadors de canvi climàtic al Neogen de la Mediterrània occidental. In: Pons, G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums*. Soc. Hist. Nat. Balears. 90-92. Palma de Mallorca.
- Mas, G. i Fiol, G. 2008-2009. Ictiofauna del Burdigalià inferior de Cala Sant Vicenç (Illes Balears, Mediterrània Occidental). Una aproximació paleoecològica. *Batalleria*, 14: 67-68.
- Mascaró, J. 1987. *Mapa General de Mallorca*. 2a ed. V. Colom R. Editor. Palma de Mallorca.
- Pomar, L.; Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J. i Rodríguez-Perea, A. (edits.). *El Terciario de las Baleares (Mallorca - Menorca). Guía de las excursiones*. Grupo Español de Sedimentología. pp 21-44.
- Ramos-Guerrero, E.; Marzo, M.; Pomar, L. i Rodríguez-Perea, A., 1985. Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno del sector occidental de la Sierra Norte de Mallorca (Balears). *Rev. Inv. Geol.*, 40: 29-63.
- Rodríguez-Perea, A. 1984. *El Mioceno de la Serra Nord de Mallorca. Estratigrafia, sedimentología e implicaciones estructurales*. Tesis doctoral Universitat de Barcelona i Palma de Mallorca. 532 pp.
- Rodríguez-Perea, A. i Pomar, L. 1983. El Mioceno de la Sierra Norte de Mallorca (Sector occidental). *Acta Geol. Hisp.*, 18: 105-116.
- Schultz, O. i Bellwood, D. 2004. *Trigonodon oweni* and *Asima jugleri* are diferents parts of te same species *Trigonodon jugleri*, a Chiseltooth Wrasse from the Lower and Middle Miocene in Central Europe (Osteichthyes, Labridae, Trigonodontinae). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 105 A: 287-305.
- Shan, H-Y.; Cheng, Y-N. i Wu, X-C. 2007. First nearly complete crocodylian, *Tomistoma penghuensis* sp. nov. (Crocodylidae: Tomistominae), from the Miocene of Taiwan. In: 2007 Taiwan Geosciences Assembly (TGA). May 15-18, 2007. Acer Aspire Park, Longtan, Taoyuan County, Taiwan. [http://2007tga.cgu.org.tw/cdrom/Oral%20\(PDF\)/ST1-4B-05.pdf](http://2007tga.cgu.org.tw/cdrom/Oral%20(PDF)/ST1-4B-05.pdf)
- Steel, R. 1973. *Crocodylia*. In: Kuhn, O. (ed.): *Encyclopedia of Paleoherpetology*. Part 16. Gustav Fischer Verlag. 116 pp. Stuttgart
- Uriarte, A. 2003. *Historia del clima de la Tierra*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 306 pp. Victoria – Gasteiz.
- Veiga-Ferreira, O. 1985. Lisboa há milhões de anos. *Ciência Actual*. Ano II, 8: 8-11.
- Vianna, A. i Moraes, A. 1942. Sobre um crâneo de crocodilo fóssil encontrado no Mioceno de Lisboa. Actas I Congreso Nacional Ciências Naturais, Livro III. *Bol. Soc. Geol. Port. C. Nat.* vol. XIII, supl. III.
- Vianna, A. i Moraes, A. 1945. Sur un crâne de crocodile fossile dans le Miocène de Lisbonne. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 4: 161-70.

- Vicens, D. i Rodríguez-Perea, A. 2003. Vertebrats fòssils (Pisces i Reptilia) del Burdigalià de cala Sant Vicenç (Pollença, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 46: 117-130
- Zbyszewski, G. 1949. Les Vertébrés du Burdigalien supérieur de Lisbonne. *Mem. Serv. Geol. Port*, 1949: 77 pp
- Zbyszewski, G. 1958. Le Quaternaire du Portugal. *Bol. Soc. Geol. Port.*, 13: 3-227.

Sobre la presència de *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae) a les Illes Balears

Miquel Àngel CONESA

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Conesa, M.À. 2008. Sobre la presència de *Jasminum fruticans* L. (Oleaceae) a les Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 147-168. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Jasminum fruticans L. és una espècie freqüent a la Mediterrània occidental. Tot i això, l'única cita a les Illes Balears fins a la data és la de Llorenç Garcias i Font (1917), a Artà (Mallorca). Sols part de la bibliografia existent es fa ressò d'aquesta cita, i el tractament que en fan és la d'un tàxon naturalitzat. Recentment s'han localitzat varis centenars més de peus de l'espècie aprop de la indicació de Garcias, que havien passat desapercibuts fins a la data. Aquesta troballa posa en serios dubte l'estat naturalitzat de *J. fruticans* a Mallorca. S'indiquen algunes implicacions relacionades amb la biologia de l'espècie i amb l'estat de la població, essencials per a la seva correcta gestió i conservació.

Paraules clau: *Jasminum fruticans*, autòctona, població relict, Illes Balears, Llorenç Garcias i Font.

ON THE PRESENCE OF *JASMINUM FRUTICANS* L. (OLEACEAE) IN THE BALEARIC ISLANDS. *Jasminum fruticans* L. is a widespread species in the Western Mediterranean. However, there is a single citation of the species in the Balearic Islands, that of Llorenç Garcias i Font (1917), in Artà (Majorca). This citation is only included in part of the bibliography dealing with the region, and considered a naturalized taxon. Recently, a few hundreds of plants of the species have been found close to Garcia's indication, unnoticed to the date. This finding seriously questions the naturalized status of *J. fruticans* in Majorca. Some important traits of the species biology and the population status are stated, thus are essential for conservation and management purposes.

Keywords: *Jasminum fruticans*, autochthonous, relict population, Balearic Islands, Llorenç Garcias i Font.

Miquel Àngel CONESA, Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margarida Xirgu, 16 baixos. 07011-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain). Direcció actual: Àrea de Producció Vegetal, Departament de Biologia, Universitat de les Illes Balears. Ctra. de Valldemossa km. 7,5. 07122-Palma de Mallorca. Illes Balears (Spain). ma.conesa@uib.es

Recepció del manuscrit: 17-nov-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

A les Illes Balears, varis són els casos d'espècies que presenten una àmplia distribució a la Mediterrània occidental però que a l'arxipèlag es troben únicament a punts molt concrets. Si l'aïllament

geogràfic entre aquestes i la resta de poblacions és també un aïllament reproductiu (total o parcial), llavors podrien ser poblacions divergents i potencials punts d'especiació per vicariança (Favarger i Contandriopoulos, 1961). Aquestes poblacions aïllades i que en general solen

presentar menor diversitat genètica i major estrès que les poblacions més grans o no tant aïllades, presenten també major diferenciació genètica (Thompson, 1999; Eckert *et al.*, 2008).

A Eivissa s'ha indicat *Rhamnus alaternus* L. a vàries localitats (Pau, 1900; Kuhbier, 1978), però sols s'ha pogut retrobar a es Vedrà, on sembla que pot haver desaparegut o haver-se fet extremadament rar per l'efecte de les cabres (N. Torres, com. pers.); espècie que abundant a les Gimnèsies i a tota la Mediterrània occidental. *Nerium oleander* L., nativa del Mediterrani i que apareix a cursos d'aigua del S i E de la Península Ibèrica, a les Illes Balears sols es troba a alguns torrents del nord d'Eivissa (Barceló, 1879-81; Knoche, 1922; Ortiz i Arista, en revisió). A Menorca es troben les dues úniques poblacions de *Pinus pinaster* Aiton de les Illes Balears (Fraga, 1996; Gil *et al.*, 2002; Fraga *et al.*, 2004), un pi que sol créixer a sòls silícics o descalcificats de la Mediterrània occidental. A Mallorca es coneix una única població d'*Helianthemum marifolium* subsp. *origanifolium* (Lam.) G. López, tàxon present també a Eivissa i Formentera (Alomar *et al.*, 1997), així com a moltes regions de la Mediterrània occidental (López González, 1993).

També es poden trobar casos d'espècies amb poblacions tan puntuals, críptiques o de difícil accés que han passat desapercbedes durant segles. Sembla ser el cas de *Cotoneaster* gr. *tomentosus* (Aiton) Lindl., trobat al Puig Major al 2002 i posteriorment a la Serra dels Teixos (Sáez *et al.*, 2006; Guàrdia i Sáez, 2007; Sáez, 2008), sense haver estat detectat pels botànics i naturalistes que han explorat Mallorca fins a la data. L'espècie viu a zones muntanyoses del centre i sud d'Europa, existint a la Península Ibèrica als Pirineus i Prepirineus i a diverses zones

muntanyoses de la zona est peninsular, entre d'altres regions (Blanca, 1998; Andrés *et al.*, 2006).

Així doncs, degut a la singularitat que presenten les poblacions aïllades i puntuals (tot i no ser d'espècies endèmiques), se n'ha de tenir un especial esment a l'hora de gestionar la flora i el territori (p.e., Laguna *et al.*, 1998; Henle *et al.*, 2004; Ouborg *et al.*, 2006). Per això, les poblacions aïllades d'alguns dels esmentats tàxons es troben incloses en el catàleg balear d'espècies protegides (CAIB, 2005; CAIB, 2008).

Per altra banda, poblacions tan puntuals podrien correspondre en alguns casos a espècies naturalitzades, escapades del conreu controlat. Si més no, de les espècies esmentades anteriorment amb poblacions relictas a l'arxipèlag balear, d'algunes hi pot haver dubtes de la seva espontaneïtat. Almenys a la península Ibèrica, pot ser complicat destriar quines poblacions de *Pinus pinaster* són naturals i quines sembrades (Franco, 1986). *Nerium oleander* és amplament cultivat a nivell mundial, i probablement es troba naturalitzat a moltes regions de la península Ibèrica (Ortiz i Arista, en revisió). Moltes espècies del gènere *Cotoneaster* Medik., entre elles *C. tomentosus*, s'utilitzen freqüentment en jardineria i algunes es troben naturalitzades (Fryer i Hylmö, 1995; Blanca, 1998; Herrero-Borgoñón, 2003; Bolòs *et al.*, 2005).

A Mallorca, una de les cites que de forma general s'ha considerat una espècie naturalitzada, més que considerar-se un cas de població relictas similar al de *Cotoneaster* gr. *tomentosus*, és la troballa de *Jasminum fruticans* L. a Artà. La primera cita a les Illes Balears (i única, ja que les altres existents corresponen a la mateixa localitat) és de Llorenç Garcias i Font, indicant: "6-V-15. Nova per Mallorca; a unes penyes dins el regueró de

Ca'n Cap Blanc a sa Alcaria [sic] Vella. Raríssima" (Garcias, 1917). A l'herbari personal de Garcias (PH-GARC), dipositat a la Societat d'Història Natural de Balears (Molins *et al.*, 2007), apareixen fins a 10 plecs de l'espècie, dels que s'extreuen almenys 5 anys de recol·lecció diferents (Taula 1). A les etiquetes dels primers plecs, de 1915, 1916 i 1921, l'autor indica que és novetat per Mallorca i l'única localitat on es troba. El plec de 1915 correspon a la cita publicada per l'autor (Garcias, 1917). El darrer plec és de 1972, un dels darrers anys en actiu de Garcias (Molins *et al.*, 2007).

Els gessamins (*Jasminum* L., Oleaceae) són espècies generalment llenyoses o enfiladisses que s'han utilitzat des de temps enrere com a plantes ornamentals i per l'extracció d'olis essencials. Es coneixen entre 200 (Bolòs i Vigo, 1995; Sánchez de Lorenzo, 2000) i 450 (López González, 2006) espècies, procedents principalment de les zones tropicals del Vell Món. Tot i això, *J. fruticans* és d'origen mediterrani (p.e. Quézel i Santa, 1963; Sánchez de

Lorenzo, 2000; López González, 2006), es considera un relict de la vegetació tropical del Terciari, i l'única espècie autòctona del gènere a la Mediterrània occidental (Thompson, 2005). Apareix a pràcticament tota la Mediterrània occidental (sud de França, quasi tota la península Ibèrica i el nord d'Àfrica), així com al NE d'Itàlia i a diverses regions de la Mediterrània oriental i Àsia occidental (Quézel i Santa, 1963; Feinbrun-Dothan, 1978; Pignatti, 1982; Galiano, 1987; Bolòs i Vigo, 1995; Green, 1997). Pel que fa als Països Catalans, a Catalunya i València *J. fruticans* és relativament freqüent; mentre que a les Illes Balears s'indica a l'única localitat citada per Garcias (a la quadrícula ED29), la cita s'atribueix a Lleonard Llorens, es considera extremadament rara, i es posa en dubte la seva espontaneïtat (Bolòs i Vigo, 1995; Bolòs *et al.*, 2001).

A les Illes Balears, Barceló (1879-81) cità diverses espècies de *Jasminum* L. cultivades als jardins, sense fer esment, però, a *J. fruticans*. Altres autors clàssics que exploraren les Illes Balears (p.e.

Tàxon	Localitat	Municipi	Any	Plecs	Indicacions a l'etiqueta
<i>J. fruticans</i>	Atalaia Freda (S) a l'Alqueria Vella	Artà	1915	1	Localitat única. Nova a Mallorca.
<i>J. fruticans</i>	Talaia Freda	Artà	1916	1	Nova a Mallorca
<i>J. fruticans</i>	Talaia Freda	Artà	1921	1	Nova a Mallorca
<i>J. fruticans</i>	Alqueria Vella	Artà	1952	2	Esclètxes de penyals en reguerons o barrancs
<i>J. fruticans</i>	Alqueria Vella	Artà	1952	2	-
<i>J. fruticans</i>	Atalaia Freda (S) a l'Alqueria Vella	Artà	1972	1	-
<i>J. fruticans</i>	Alqueria Vella	Artà	-	1	-
<i>J. fruticans</i>	Alqueria Vella	Artà	-	1	-

Taula 1. Dades referents als plecs de *Jasminum fruticans* presents a l'herbari PH-GARC, extretes de la base de dades digital (Molins *et al.*, 2007). Localitat i indicacions segons l'autor, transcrites de l'etiqueta del plec.

Table 1. Data referring *Jasminum fruticans* sheets in the herbarium PH-GARC, extracted from the digital database (Molins *et al.*, 2007). Localities and indications transcribed from the author's labeling in the sheet.

Cambèssedes, 1827; Marès i Vigineix, 1880; Willkomm, 1876; Burnat i Barbey, 1882; Knoche, 1923) ni tan sols citen el gènere a les seves obres. Lucie Chodat (1924) no fa referència a la troballa de *J. fruticans* de Garcias, tot i que sí es fa ressò de diverses troballes d'aquest autor. Tampoc sembla fer-ne referència Sennen (vegi's la bibliografia d'aquest autor), amb qui Garcias col·laborà eventualment (Molins *et al.*, 2007).

Posteriorment, de la resta d'obres florístiques, corològiques i fitosociològiques que inclouen les Illes Balears publicades fins a la data, algunes només fan referència a la cita de Garcias, com Bonafè (1979, transcrivint textualment la cita). Altres sols contempnen l'existència d'espècies de *Jasminum* a Balears com a cultivades, incloent també *J. fruticans* segurament a rel de la cita de Garcias (Pla *et al.*, 1992; Gil i Llorens, 1999; Sáez *et al.*, 2003). Finalment, la majoria dels treballs i bases de dades (p.e. Bolòs i Molinier, 1958; Bolòs *et al.*, 1970; Duvigneaud, 1979; Bolòs, 1996; Sáez i Rosselló, 2001; Castroviejo, 2006; Font, 2009a) alguns amb clares referències a la península de Llevant (Rivas-Martínez *et al.*, 1992; Tébar, 1992; Tébar i Llorens, 1995), no fan referència a la presència de l'espècie a les Illes Balears, o expressament indiquen la seva absència (López González, 2006).

Cal esmentar, per una banda, que Llorens *et al.* (2007) indiquen l'espècie com a diagnòstica dels alzinars xèrics i de les bosquines esclerofil·les sense fer esment, però, a la seva presència a cap localitat concreta de Mallorca. Per altra banda, Bolòs sí que recull la cita de la presència de l'espècie a Artà (Bolòs i Vigo, 1995; Bolòs *et al.*, 2001; 2005) però no la recull a l'inventari florístic fet de la mateixa quadrícula on la indica (Bolòs, 1996: 246, inventari 6755, UTM ED29).

D'aquesta manera, el tractament que fan les esmentades obres de la presència de *J. fruticans* a Balears mostra que, de forma general, es considera la cita de Garcias (1917) com un cas d'espècie naturalitzada, influenciat potser per ser l'única cita de l'espècie a Balears, per conèixer-se originalment sols la localitat indicada per l'autor, o fins i tot pel caire cultivat de moltes espècies de gessamins; indicant-se explícitament que la seva autoctonia a les Illes Balears és més que dubtosa (Bolòs i Vigo, 1995; Sáez *et al.*, 2003; Font, 2009b). Per altra banda, no s'inclou als catàlegs d'espècies al·lòctones o naturalitzades a nivell d'Espanya (Sanz *et al.*, 2004), ni a les Illes Balears (Moragues i Rita, 2005).

A l'any 2003 es localitzaren varis centenars de peus de *J. fruticans* a Artà. Les plantes es troben a la possessió de s'Alqueria Vella de Dalt, finca pública inclosa actualment al Parc Natural de la Península de Llevant. Així doncs, els objectius d'aquest treball són:

(i) caracteritzar la presència de l'espècie a la zona, determinant l'àrea d'ocupació total, indicant l'hàbitat que ocupa i les espècies amb que apareix,

(ii) avaluar, amb les dades de que es disposa, si és més probable la hipòtesi de la naturalització o la de l'autoctonia de l'espècie, i

(iii) indicar algunes característiques de l'espècie i d'aquesta població en particular, a tenir en compte a l'hora d'establir les pautes necessàries per la conservació i gestió de la població.

Material i mètodes

Mapa de distribució de J. fruticans

Per la realització del mapa de distribució de l'espècie es va explorar la Talaia Freda (Artà, Mallorca) en les seves

vessants S i SW fins a les cases de s'Alqueria Vella de Dalt i el cim del puig d'en Pelat, i la vessant W de sa Tudossa. També es va explorar la vessant N del puig d'es Porrassar, així com la vessant W de sa Tudossa, ja que presenten àrees similars als hàbitats on ha aparegut *J. fruticans*. Les troballes de l'espècie s'enregistraren mitjançant un GPS (Garmin®), traslladant les dades sobre una imatge de satèl·lit (modificada de Google™ Earth) mitjançant el software GPS TrackMaker® v.13.5 per Windows®. Es va comptabilitzar el nombre aproximat d'individus que apareixen a cada taca del mapa ocupada per l'espècie.

Catàleg de la vegetació de la regió

Es va fer un llistat dels tàxons presents

a la regió, sense ser un catàleg completament exhaustiu. S'han diferenciat els tàxons que apareixen a les zones ocupades per *J. fruticans*, dels tàxons que apareixen a la regió. A la vegada, s'han diferenciat els tàxons que apareixen a totes les zones amb *J. fruticans* o de forma general a la regió, dels que sols apareixen a algunes zones o de forma puntual. La nomenclatura dels tàxons segueix Castroviejo (1984-2009), o Bolòs *et al.* (2005) si no és possible utilitzar la primera obra.

Per a la nomenclatura dels endemismes balearics s'ha seguit Alomar *et al.* (1997), i Sáez i Rosselló (2001). Per tàxons concrets s'ha seguit el criteri taxonòmic de publicacions específiques més recents.

Zona	Núm. peus*	Morfologia floral	Observacions
A	4-6	L	Peus indicats per Garcias (1917); únics en estat rupícola (Fig. 2H)
B	15	-	-
C	2	-	Fig. 2G
D	30	-	-
E	6-8	-	Localitzats a la base d'un penyaló; no-rupícoles
F	30	S	Grans formacions de lapiaz (Fig. 2B)
G	25	S	-
H	30	S	-
I	300	L, S	Exemplars de mida major que la resta (sense comptar les zones A i C)
J	5-10	L	Exemplars de mida major que la resta (sense comptar les zones A i C)
Total*	450	-	Aquest nombre total pot variar en més d'un 50% amunt i avall (*).

Taula 2. Distintes zones de la regió on s'ha detectat la presència de *J. fruticans*, ordenades de S a N i corresponents a la Fig. 1. La zona A correspon a la localitat indicada per Garcias (1917). *El nombre d'exemplars és només una aproximació, donada la gran dificultat per diferenciar els individus (vegi's al text). La columna de morfologia floral indica el tipus de flor (L-morph i S-morph) observat a cadascuna de les zones. Vegi's el text i la Fig. 3.

Table 2. Different zones where *J. fruticans* has been detected in the region, in S to N ordination, and corresponding to Fig. 1. The zone A corresponds to the locality stated by Garcias (1917). *The number of individuals shown is only an approximation, since the difficulty to distinguish between separate individuals (see text). The floral morph (L-morph and S-morph) observed in each zone is also represented. See text and Fig. 3.

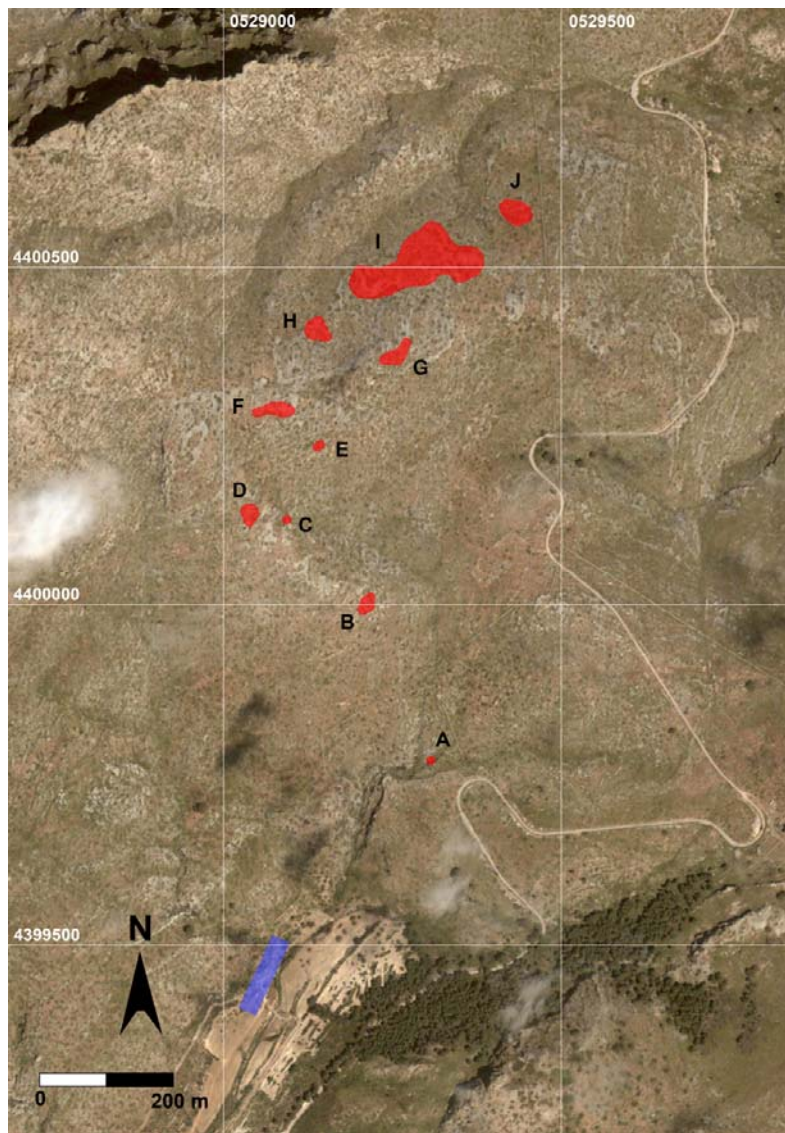


Fig. 1. Distribució de *Jasminum fruticans* a la regió. Les diferents zones on s'ha detectat es marquen en vermell i la nomenclatura d'aquestes es correspon amb la Taula 2. Les cases de s'Alqueria Vella de Dalt es marquen en blau. La graella de línies blanques correspon a les quadrícules UTM (31S) de 0,5 x 0,5 km. Imatge modificada de GoogleTM Earth (<http://earth.google.es>).

Fig. 1. Distribution of *Jasminum fruticans* at the region. The different zones where it has been detected are marked in red colour, and the labeling of the zones corresponds to Table 2. The houses of the Alqueria Vella de Dalt are blue coloured. The white lines grid corresponds to the 0.5 x 0.5 km UTM (31S). Image modified from GoogleTM Earth (<http://earth.google.es>).

Resultats i discussió

Mapa de distribució de *J. fruticans* a Artà i nombre d'exemplars

Les exploracions de la regió han donat lloc a la distribució de *J. fruticans* que es mostra a la Fig. 1. S'ha localitzat l'espècie a 10 nuclis poblacionals o zones (Taula 2), algunes molt pròximes, però amb una marcada discontinuïtat física entre elles pel que fa al tipus d'hàbitat, i a la presència de *J. fruticans*. L'àrea que inclou totes les zones on s'ha detectat l'espècie, deixant una orla exterior de 20-50 m en funció de la presència o no d'hàbitats similars al que ocupa, suposa aproximadament 25 ha. La població es situa a una alçada d'entre 300 (zona A) i 450 m s.n.m. (zona I).

El recompte d'exemplars de l'espècie a les zones on s'ha detectat indica un nombre

total d'uns 450 individus. Aquest nombre és simplement una aproximació donada la gran dificultat per diferenciar els exemplars que creixen pròxims. La distribució d'aquests peus en les distintes zones detectades a la regió (Fig. 1) es mostra a la Taula 2. Pel que fa a la localitat clàssica indicada per Garcias (zona A), encara hi sobreviuen uns 4-6 peus adults, enfilats a les esclertes i repissers (tal com indicà Garcias a alguns plecs de 1952; Taula 1), i que mostraren una floració normal al maig-juny de 2004 i de 2009 (obs. pers.). Cal esmentar que aquests peus no estan fàcilment a l'abast de cabres i ovelles, pel que presenten un aspecte arbustiu, tot i que de petita mida (entre 25 i 70 cm) donada la seva precària situació en estat rupícola. No s'han pogut observar plàntules o plantes joves a les proximitats d'aquests peus.

Zones pedregoses on creix <i>J. fruticans</i>	
Tàxons freqüents	Tàxons eventuals
<i>(Jasminum fruticans</i> L.)	<i>Arum pictum</i> L. subsp. <i>sagittifolium</i> Rosselló & L. Sáez
<i>Smilax aspera</i> L. var. <i>balearica</i> Willk.	<i>Asparagus albus</i> L.
<i>Clematis cirrhosa</i> L.	<i>Asparagus horridus</i> L.
<i>Cyclamen balearicum</i> Willk.	<i>Asplenium petrarchae</i> (Guérin) D.C.
<i>Aetheorhiza bulbosa</i> (L.) Cass. subsp. <i>willkommii</i> (Burnat & Barbey) Rech. f.	<i>Asplenium trichomanes</i> L. subsp. <i>quadri-valens</i> D.E. Meyer
<i>Rubia balearica</i> (Willk.) Porta subsp. <i>balearica</i>	<i>Carex rorulenta</i> Porta
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	<i>Ceterach officinarum</i> Willd.
<i>Sedum dasyphyllum</i> L.	<i>Crocus cambessedesii</i> J. Gay
<i>Aristolochia bianorii</i> Pau et Senn.	<i>Mercurialis annua</i> L.
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> Brot.	<i>Micromeria filiformis</i> (Aiton) Benth.
	<i>Osyris alba</i> L.
	<i>Pastinaca lucida</i> L.
	<i>Polygala rupestris</i> Pourr.
	<i>Polypodium cambricum</i> L.
	<i>Rubia peregrina</i> L.
	<i>Ruscus aculeatus</i> L.
	<i>Sedum rubens</i> L.
	<i>Sibthorpia africana</i> L.

Taula 3. Llistat de les espècies presents a les zones on creix *J. fruticans*. A l'esquerra es llisten els tàxons que apareixen pràcticament a totes les zones ocupades pel gessamí (ordenats per freqüència), mentre que a la dreta es llisten els tàxons que apareixen només a algunes d'aquestes zones (ordenats alfabèticament).

Table 3. List of the species existing in the zones where *J. fruticans* grows. Taxa in the left column are those appearing in most zones with *J. fruticans* (ordination by frequency), while taxa in the right column appear only in a few of the zones (alphabetical ordination).

Descripció de l'hàbitat i espècies acompanyants

El paisatge de la regió està dominat pel càrritx (*Ampelodesmos mauritanica* (Poiret) T. Durand et Schinz), amb peus dispersos de *Pistacia lentiscus* L., *Chamaerops humilis* L., *Hypericum balearicum* L., *Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot., i alguns pins (*Pinus halepensis* Mill.) esporàdics i que van caient degut a les ventades. Sembla correspondre a comunitats d'alzinar (*Cyclamini balearici-Quercetum ilicis* O. Bolòs) completament degradades i parcialment substituïdes per comunitats d'ullastrar (*Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae* O. Bolòs), que a la vegada presenten un aspecte molt pobre degut a la reiteració dels processos degradadors en la història de la regió. Per això, a les zones més exposades o amb més pendent, fins i tot el càrritx deixa de ser el dominador del paisatge i apareixen zones de roca viva, moltes vegades dominades per l'arítxa (*Smilax aspera* L. var. *balearica* Willk.), seguida d'una variable composició d'espècies en la que hi destaquen, per la seva constant presència, *Clematis cirrhosa* L., *Cyclamen balearicum* Willk. i *Aetheorhiza bulbosa* (L.) Cass. subsp. *willkommii* (Burnat & Barbey) Rech. f., entre d'altres (*Smilaco balearicae-Ampelodesmetum mauritanicae* Rivas-Martínez; Fig. 2A). Vegi's Bolòs (1996) i Llorens *et al.* (2007) per a la nomenclatura i composició de les comunitats, i Alomar i Conesa (2004) per a la seva localització a la regió. La relació d'espècies observades a les zones on creix *J. fruticans* es mostra a la Taula 3, on s'indiquen els tàxons que apareixen de forma general a quasi totes les zones ocupades per l'espècie, així com un llistat d'altres tàxons que han aparegut almenys a una de les zones. Per altra banda, s'indiquen també les espècies que apareixen de forma general i de forma puntual a la

regió (Taula 4), sense voler ser un catàleg exhaustiu.

Dins d'aquesta regió, les plantes de *J. fruticans* creixen únicament a les esmentades zones dominades per l'arítxa (comunitats d'arítxa), tot i que a determinats punts el gessamí ocupa tan vehementment les esclatxes entre les roques que sembla haver desplaçat (o no haver deixat mai lloc) a l'arítxa (Fig. 2C, E). Malgrat això, no ocupa totes les zones amb aquestes característiques existents a la regió, i sembla ocupar només les que presenten molt poca pendent i roques poc mòbils. Així, *J. fruticans* no apareix a les comunitats d'arítxa que es troben dins les torrenteres ni als comellars amb més pendent, localitzant-se especialment a les carenes i àrees exposades i de poca pendent.

El context geològic d'aquestes zones correspon a un conjunt d'estrats, principalment mesozoics, encavalcats cap al NW. Les parts més elevades del relleu estan constituïdes per roques calcàries i dolomies del Lias (Juràssic inferior), mentre que les zones més baixes estan formades per margues i margocalcàries del Juràssic inferior i mitjà i, sobretot, del Cretaci inferior. Damunt d'aquests materials s'hi disposen estrats horitzontals del Miocè inferior, localment afectats per falles normals. Degut a la naturalesa principalment carbonatada dels relleus (calcàries i dolomies del Lias), els fenòmens de modelat càrstic són freqüents, donant lloc al lapiaz que s'observa a algunes zones ocupades pel *J. fruticans*, així com a les coves i avencs que apareixen a la regió.

Distribució de la població a la regió

La distribució que presenta *J. fruticans* sembla mostrar una població que ha patit severos fenòmens de regressió. Segurament el foc és un dels principals factors que pot

Hàbitat general de la regió	
Tàxons freqüents	Tàxons eventuals
<i>Ampelodesmos mauritanica</i> (Poiret) T. Durand et Schinz	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Allium antoni-bolosii</i> P. Palau subsp. <i>antoni-bolosii</i>
<i>Chamaerops humilis</i> L.	<i>Allium triquetrum</i> L.
<i>Hypericum balearicum</i> L.	<i>Althaea hirsuta</i> L.
<i>Thapsia gymnesica</i> Rosselló & Cubas	<i>Anagallis arvensis</i> L.
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	<i>Argyrolobium zanonii</i> (Turra) P.W. Ball
<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufresne	<i>Arum italicum</i> Mill.
<i>Lotus tetraphyllus</i> Murray	<i>Asparagus acutifolius</i> L.
<i>Astragalus balearicus</i> Chater	<i>Calicotome spinosa</i> (L.) Link
<i>Teucrium marum</i> L. subsp. <i>occidentale</i> Mus, Mayol & Rosselló	<i>Carlina corymbosa</i> L. subsp. <i>corymbosa</i>
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	<i>Crepis triasii</i> (Cambess.) Nyman
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	<i>Digitalis minor</i> L.
<i>Ononis minutissima</i> L.	<i>Euphorbia dendroides</i> L.
<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.	<i>Ferula communis</i> L.
	<i>Galactites tomentosa</i> Moench
	<i>Galium crespianum</i> Rod. Fem.
	<i>Geranium molle</i> L.
	<i>Hyoseris radiata</i> L.
	<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.
	<i>Lotus ormithopodioides</i> L.
	<i>Parietaria lusitanica</i> L.
	<i>Phagnalon sordidum</i> (L.) Reichenb.
	<i>Phillyrea latifolia</i> L.
	<i>Plantago bellardii</i> All.
	<i>Quercus ilex</i> L.
	<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth subsp. <i>picroides</i>
	<i>Rhamnus alaternus</i> L.
	<i>Rhamnus lycioides</i> L. subsp. <i>oleoides</i> (L.) Jahandiez & Maire
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
	<i>Scandix pecten-veneris</i> L.
	<i>Scutellaria balearica</i> Barceló
	<i>Selaginella denticulata</i> (L.) Spring
	<i>Sesleria insularis</i> Sommier subsp. <i>insularis</i>
	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke
	<i>Silene pseudoatocion</i> Desf.
	<i>Solanum nigrum</i> L.
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.
	<i>Tamus communis</i> L.
	<i>Teucrium botrys</i> L.
	<i>Teucrium capitatum</i> L.
	<i>Valantia muralis</i> L.
	<i>Vicia angustifolia</i> L.
	<i>Vicia cf. parviflora</i> Cav.

Taula 4. Llistat de les espècies que apareixen de forma general a la regió. A l'esquerra es llisten els tàxons més freqüents (ordena per freqüència), mentre que a la dreta es llisten els tàxons que apareixen només de forma puntual (ordenats alfabèticament), sense ser doncs un catàleg exhaustiu.

Table 4. List of the species existing in the region. Taxa in the left column are the more widespread ones in the region (ordination by frequency), while taxa in the right column appear sporadically (alphabetical ordination).

haver actuat en aquest sentit. Tot i que l'espècie rebrota després de ser cremada (López González, 2006), els incendis reiterats a una regió tenen efectes molt més devastadors i problemàtics que la crema de les plantes, ja que sol suposar també elevats nivells d'erosió. Aquesta reiterada alteració de l'hàbitat durant els darrers segles, afavorida per les condicions climàtiques i l'efecte dels herbívors, podria haver dut la població a l'estat actual. El fet que sols apareguin individus a les esclletxes d'algunes zones de lapiaz i macada poc mòbil indicaria que allà l'alteració que sofreix és menor i s'hi han pogut refugiar, ja que no sembla ser una espècie típica de les comunitats pulvínulars xeroacàntiques, càrstiques, com la comunitat d'aritja on apareix a Artà.

A la península Ibèrica, *J. fruticans* és una espècie típica de les orles dels alzinars i bosquines i boscos escleròfils (Franco i Afonso, 1972; Bolòs i Vigo, 1995; Bolòs *et al.*, 2005), tot i que viu també a zones rocoses que tinguin certa humitat (Thompson i Dommée, 2000; Thompson, 2001; Mateo, 2002; López González, 2006). A Artà, els incendis i l'esmentada alteració de l'hàbitat segurament varen eliminar les comunitats d'aquest tipus que pogueren existir, evolucionant cap a les comunitats actuals dominades pel càrritx, i

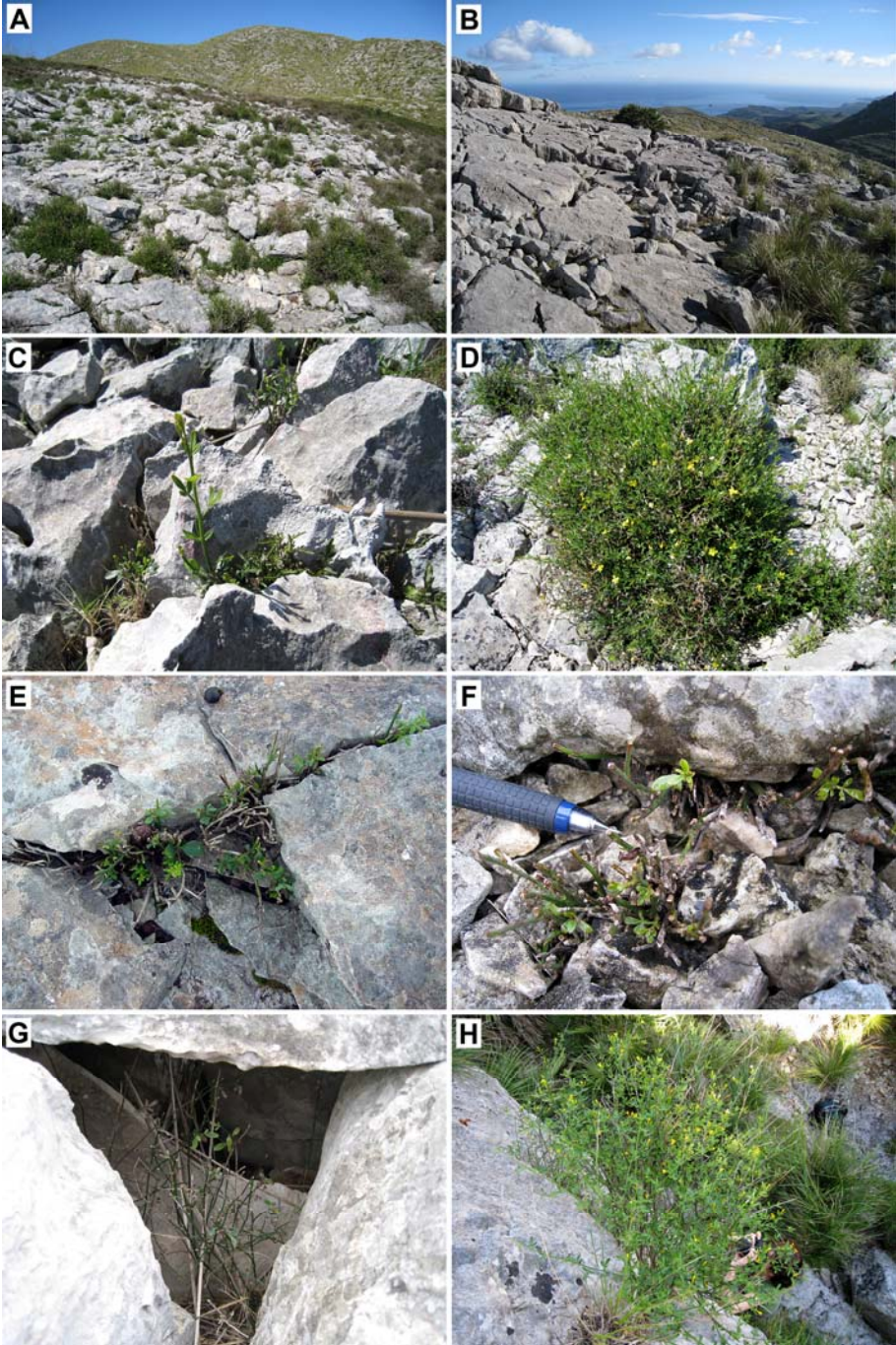
dificultant així encara més la presència de *J. fruticans* de forma més àmplia. La població actual ocupa una àrea entre els cims de la Talaia Freda i els comellars que desemboquen a la zona baixa de l'Alqueria Vella de Dalt (on es localitzen els camps de conreu encara actius), i també ocupa un d'aquests comellars (zona A). Això podria correspondre amb l'antiga distribució de comunitats escleròfiles o de l'alzinar a la regió, com pot indicar la presència d'espècies com *Ruscus aculeatus* L., *Osyris alba* L. (Taula 3), *Phillyrea latifolia* L., *Tamus communis* L., o la pròpia alzina (*Quercus ilex* L.) (Taula 4).

Estat de conservació de la població

La primera impressió és la de plantes que malviuen degut a una pressió excessiva per part dels herbívors, ja que el poc material verd que sobresurt per sobre les pedres està reiteradament tallat arran del marge de la roca. Altres vegades presenta estructures llenyoses que ho protegeixen, sovint entremesclat amb l'aritja, i aprofitant la protecció que li suposa (Fig. 2C, E, F, 3B).

Les dues espècies conviuen estretament i són les més freqüents als hàbitats concrets on apareix *J. fruticans*. El moviment

Fig. 2. (Pàgina següent). Aspecte general de les zones pedregoses (A) i lapiaz (B) on apareix *Jasminum fruticans* a Artà. C: Plantes de *J. fruticans* ocupant les esclletxes a zones pedregoses, pràcticament sense sobresortir del nivell de la roca; només les branques noves. D: Imatge d'uns dels peus majors de l'espècie a la regió (zona I). E: Detall de plantes de *J. fruticans* ocupant les esclletxes de grans blocs de pedra. Observi's la presència d'excrements d'herbívors. F: Detall de plantes de *J. fruticans* sortint d'entre la macada. G: Exemplar de *J. fruticans* amb creixement etiolat dins blocs de roca (zona C). H: Exemplar de *J. fruticans* en estat rupícola, al lloc indicat per Garcias (zona A).
Fig. 2. (Nextpage). General view of the stony zones (A) and lapiaz (B) where *J. fruticans* grows in Artà. C: *J. fruticans* plants inhabiting crevices in rocky places, without overhanging the rock level; but very young branches. D: Image of one of the biggest specimens in the region. E: Detail of *J. fruticans* plants inhabiting crevices in big rock blocks. Notice herbivore excrements. F: Detail of *J. fruticans* plants growing through pebbles. G: Plant of *J. fruticans* with etiolate growth into deep crevices (zone C). H: Rupicolous plant of *J. fruticans*, in the location stated by Garcias (zone A).



d'algun dels pocs blocs que permeten ser aixecats mostra com tota la quantitat de branques prové generalment d'un o pocs exemplars. Les branques verdes van convergint sota la roca fins a formar tiges cada cop més gruixudes, completament despigmentades (han crescut sempre a les fosques sota la pedra). Aquestes branques s'endinsen entre les roques i blocs de pedra, a vegades més de 40 cm, sense que es detecti encara el coll de l'arrel (obs. pers.). Això indicaria que el nombre d'exemplars existent és menor del que es podria esperar en un principi a partir de les branques visibles.

Un altre factor important de la regió, que segurament fomenta que *J. fruticans* no sobresurti fàcilment de les esclatxes, és el fort vent que freqüentment hi ha a aquestes muntanyes. El caràcter extremadament aplicat dels ullastres (*Olea europaea* var. *sylvestris*) que creixen acompanyant a *J. fruticans* a algunes zones no sembla ser conseqüència exclusivament de l'herbivoria, sinó també fruit de l'efecte del vent. El mateix efecte s'aprecia a la regió a l'arritja, que presenta un aspecte més dens, recargolat i defoliat a les zones més exposades; observant-se exemplars amb més fulles, branques més fines i hàbit menys compacte als llocs pedregosos més arredossats. Si més no, els exemplars de *J. fruticans* que creixen a aquestes zones arredossades segueixen sense sobresortir de les esclatxes indicant que, sobre aquesta espècie, l'herbivoria deu tenir un efecte molt més important que sobre l'arritja. A més, coincidint amb el control poblacional de la cabra orada que s'està duent a terme a la península de Llevant des de fa uns anys, els exemplars de *J. fruticans* semblen tenir en general dimensions majors, havent-hi branques tendres cada cop més llargues sobresortint de les esclatxes (Fig. 2C). Això

indicaria, per una banda, que l'herbivoria és un important factor que limitava el creixement de l'espècie; mentre que per altra banda es posa de manifest l'excessiva pressió d'herbívors que hi ha a la península de Llevant i la necessitat d'un control efectiu de la cabra orada.

A punts concrets de diverses zones que presenten grans blocs de pedra (zones C, F i I) apareixen alguns exemplars de major alçada, localitzats dins esclatxes molt profundes (Fig. 2B) o dins forats o petites cavitats (Fig. 2G). Aquestes plantes estan molt més protegides del vent i dels herbívors, tot i que presenten un creixement prou etiolat i un pobre esbrancament. Així, aquests són les plantes més similars als exemplars rupícoles indicats per Garcias (Fig. 2H). Per altra banda, a la zona J i al S i E de la zona I s'hi troben alguns exemplars de dimensions majors que la resta, sense presentar especials mesures de protecció (Fig. 2D).

És un tàxon naturalitzat?

Pel que fa al seu ús com ornamental, *J. fruticans* no és una espècie especialment utilitzada en jardineria (López González, 2006), com sí ho són altres espècies del gènere (Green, 1997; Sanz *et al.*, 2004). De fet, no la citen com a tal els autors que han indicat espècies de *Jasminum* utilitzades en conreu i naturalitzades a les Illes Balears (Barceló, 1879-81; Pla *et al.*, 1992; Bolòs i Vigo, 1995; Bolòs *et al.*, 2005); però sí ho fa Pignatti (1982) al N d'Itàlia, i Coste (1983) al W i centre de França.

És una espècie que típicament produeix clons a partir d'estolons subterranis (Guitián *et al.*, 1998; Thompson i Dommée, 2000; Thompson, 2005). Aquesta reproducció asexual, tot i que no s'ha pogut constatar encara com de freqüent és a la població, implica que, si provenís de la

naturalització d'un o escassos exemplars ajardinats, podria haver-se mantingut sense reproducció sexual. Per altra banda, però, aquesta reproducció asexual difícilment pot explicar la distribució de l'espècie a la regió (Fig. 1) a partir d'una naturalització puntual, ja que els estolons de *J. fruticans*, lluny de ser dispersats, tendeixen a mantenir ocupats els espais favorables generació a generació. Precisament això podria explicar que, des de fa almenys 94 anys (Taula 1), existissin els peus rupícoles a la localitat indicada per Garcias. Tot i que l'autor no indicà explícitament que els peus fossin rupícoles (Garcias, 1917), sí que ho va fer a dos plecs del seu herbari personal, de 1952 (Taula 1). Cal esmentar que Bonafè (1979: 308) mostra una fotografia de *J. fruticans* quan indica la cita de Garcias, observant-se un gran exemplar aparentment no-rupícola. No es pot afirmar que correspongui realment a una planta de dita localitat, ja que Bonafè no diu que ho hagi visitat personalment, i Garcias no indica que hi hagi peus no-rupícoles (1917; Taula 1). Sigui com sigui, la reproducció asexual podria suposar que el nombre efectiu d'exemplars genèticament diferents fos prou baix dins les distintes zones.

Comparació amb el cas de Cotoneaster gr. tomentosus

El cas de la població de *J. fruticans* d'Artà seria prou similar al de *C. gr. tomentosus*. Fora de Mallorca, dita rosàcia arbustiva també creix a zones de muntanya no-rupícoles (Browicz, 1968; Blanca, 1998; Bolòs *et al.*, 2005; Andrés *et al.*, 2006; Mayoral i Gómez-Serrano, 2007); però segurament a la Serra de Tramuntana es veu abocada a viure enfilada als penyals per fugir de la forta pressió dels herbívors. Com en el cas de *J. fruticans*, aquest hàbit i hàbitat poc corrents segurament han

afavorit que l'espècie passés desapercibuda durant tants anys. Com el gènere *Jasminum*, el gènere *Cotoneaster* també presenta un particular sistema de reproducció, en el que l'apomixi sembla ser freqüent i fins i tot obligada per les espècies poliploides (Fryer i Hylmö, 1995). Això implica que moltes vegades les seves poblacions poden ser línies clonals (Nybom i Bartish, 2007). A més, *C. tomentosus* també és una espècie autòctona de la Mediterrània occidental amb diverses poblacions a la zona est peninsular (Blanca, 1998; Bolòs *et al.*, 2005); a la vegada que és freqüentment utilitzada en jardineria i a vegades naturalitzada (Fryer i Hylmö, 1995; Blanca, 1998). A diferència, però, la troballa de *C. gr. tomentosus* a Mallorca no ha estat considerada com una espècie naturalitzada, probablement degut a les majestuoses localitats on s'ha trobat: Puig Major i Serra dels Teixos, estendards de la rara florística i l'endemicitat a les Illes Balears. Tot i això, l'origen de moltes naturalitzacions pot trobar-se en la dispersió de llavors a llarga distància des de zones antropitzades. Aquest podria ser un fet altament probable a espècies de dispersió majorment ornitòcora com *C. tomentosus* (Browicz, 1968; Fryer i Hylmö, 1995) i *J. fruticans*, (Puech, 1986). Un tercer cas amb aquestes característiques (Villar, 1986), que ha creat gran controvèrsia al llarg dels anys, és l'autoctonia dels llores (*Laurus nobilis* L.) que apareixen als barrancs i torrents més amagats de les Illes Balears. Com *J. fruticans* (o *Nerium oleander*), els boscos de llores daten del Terciari (Mai, 1989; Thompson, 2005). Així, com *J. fruticans* a Artà, els llores dels grans torrents podrien ser relictos de l'antiga vegetació tropical que hi va haver a Mallorca en temps passats (Chodat, 1924; Bonafè, 1978; Rodríguez-Sánchez i Arroyo, 2008), o podrien

provenir una dispersió a llarga distància, promoguda per les aus que van a dormir a aquests indrets (com tudons i mèl-leres; Hampe, 2003), i a partir dels llofers sembrats (Bolòs i Vigo, 1984; J alas i Suominen, 1991; Vericad *et al.*, 2003).

Si la presència de *J. fruticans* a la regió es veu limitada actualment per la incapacitat de créixer fora de les esmentades zones on s'ha trobat, l'aparició de noves plantes a partir de germinació de llavors es veuria limitada a les llavors que, dispersades per aus o degut a la caiguda dels fruits dins les pròpies esclertes on es troba la planta mare, arribarien a zones idònies per germinar. Segons s'extreu del treball de Puech (1986), les llavors de *J. fruticans* poden germinar sense escarificar. Per altra banda, les llavors dispersades per aus haurien d'arribar a dits hàbitats propicis, el que (juntament amb l'herbivoria) podria fer que una gran part de les llavors dispersades no arribés mai a donar lloc a plantes adultes. A més, el fet que les plantes presentin el coll de l'arrel a prou fondària sota les roques (juntament amb una alta taxa de reproducció clonal) podria explicar l'absència de plàntules o plantes joves a la zona, ja que les que germinessin passarien el primer període de la seva vida intentant sortir a la llum. Sigui com sigui, el fet que les plàntules germinessin dins les esclertes impediria de gran manera la diferenciació d'aquestes plantes originades a partir de reproducció sexual de les plantes produïdes per reproducció asexual (clons), probablement molt freqüents a la regió.

Naturalització vs. el sistema de reproducció sexual de J. fruticans

Referent a la producció de llavors, s'ha de tenir en compte que *J. fruticans* és autoincompatible i que presenta distília (Herrera, 1984; Thompson i Domée, 1993,

2000; Guitián *et al.*, 1998). Així, té dues morfologies florals (una per planta) caracteritzades per tenir estils de diferent mida: unes amb l'estil curt i les anteres situades aprop de l'obertura del tub de la corol·la (S-morph), i les altres mostrant un estil llarg (estigma exert o quasi) i anteres situades ben dins el tub de la corol·la (L-morph). Aquest dimorfisme pot tenir importància de cara a la pol·linització a la població d'Artà, ja que implica la necessitat de pol·linitzadors amb distintes característiques. Malgrat això, s'ha observat que *J. fruticans* mostra pol·linització generalista, essent pol·linitzat per gran diversitat d'insectes, la composició dels quals varia de forma important entre les distintes poblacions avaluades (Guitián *et al.*, 1998; Thompson, 2001). El més important, però, és que aquestes dues morfologies florals presenten un sistema d'incompatibilitat pol·línica que impedeix la fecundació entre plantes amb el mateix tipus floral (Guitián *et al.*, 1998; Thompson i Domée, 2000).

L'existència d'autoincompatibilitat, afegit a la incompatibilitat pol·línica deguda a la distília, implica que no hi pot haver reproducció sexual entre els clons d'una mateixa planta. A la vegada, l'existència de molts nuclis clonals dins una mateixa zona fa necessària la coincidència de què uns clons siguin S-morph i altres L-morph per assegurar la reproducció sexual a aquella zona. De no ser així, la reproducció sexual a dita zona es veuria limitada a la capacitat de dispersar o rebre pol·len d'una altra zona, i que a més fos del tipus compatible. No seria rar, doncs, que si les plantes provenen realment d'alguns exemplars naturalitzats a la regió des de fa uns segles, no existís reproducció sexual a la població a menys que els exemplars naturalitzats fossin varis i presentessin diferent morfologia floral respecte a la distília.

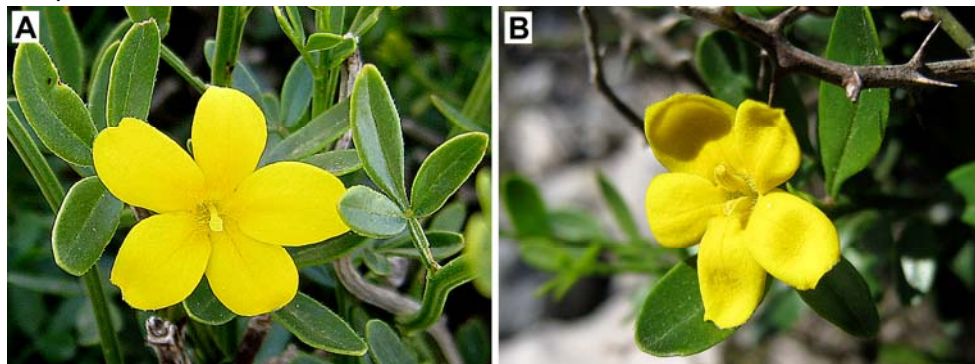


Fig. 3. Detall de les dues morfologies florals de *Jasminum fruticans* observades a la població d'Artà a la zona I, indicant la capacitat de la població per produir llavors. A: Flor L-morph, amb estams situats a l'interior del tub de la corol·la i l'estigma exert. B: Flor S-morph, amb els estams en part exerts i l'estil més curt que aquests, amb l'estigma inclòs en el tub de la corol·la.

Fig. 3. Detail of the two floral morphologies of *Jasminum fruticans*, observed in the population of Artà in the zone I, showing the ability of the population to produce seeds. A: L-morph flower, with stamens completely enclosed in the corolla tube and with protruded stigma. B: S-morph flower, with stamens partially protruded and a shorter style, with stigma enclosed in the corolla tube.

Recolzant de nou la hipòtesi de l'autoctonia, la població de *J. fruticans* d'Artà presenta les dues morfologies florals (Fig. 3A, B) i s'han pogut detectar alguns fruits (obs. pers.). Malgrat això, la producció de fruits al 2004 va ser extremadament baixa; potser deguda a la petita mida de les plantes i les condicions poc òptimes en que viuen, afegit a un elevat nivell de reproducció clonal (i per tant incompatibilitat entre moltes plantes). Per altra banda, l'hàbitat rupícola dels peus trobats per Garcias (zona A) seria l'excepció respecte a la resta de les plantes detectades i podrien ser fruit d'una dispersió per aus, el que indicaria que, almenys en el passat, existia reproducció sexual i dispersió de llavors a la regió.

Pel que fa a la distribució de les morfologies florals entre els distints nuclis poblacionals (Taula 2), a la zona J i la part NE de la zona I s'han vist només individus L-morph; mentre que a la resta de la zona I,

i a les zones F, G i H s'han trobat només plantes S-morph. A l'altre extrem de la població, els exemplars de la localitat clàssica (zona A) també són L-morph. Així, la majoria dels exemplars semblen presentar S-morph, trobant-se l'altre morfologia floral als dos extrems de l'àrea de distribució (Fig. 1). Aquest fet podria comprometre la producció de llavors de les plantes de les zones centrals (zones B, C, D, E i F), depenent de la distància que puguin recórrer els pol·linitzadors efectius de l'espècie a la regió. A la vegada, indicaria que la zona on més fàcilment es produïrien llavors seria la zona I, on coincideixen les dues morfologies florals; zona que precisament és la de majors dimensions (major nombre d'exemplars junts sense discontinuïtats importants), i la que presenta els exemplars més grans. Tot i això, a totes les zones molts dels exemplars no floreixen degut a les petites dimensions que tenen, pel que és difícil confirmar

aquestes observacions preliminars referents a la distribució de les diferents morfologies florals. Si es manté la tendència de recuperació dels exemplars degut a la reducció poblacional d'herbívoros, futures exploracions en donaran més informació.

Un altre factor important a avaluar és si realment les zones B, C, D i E presenten una floració més tardana que les altres zones (obs. pers.). De ser així, aquest fet podria comprometre també la producció de llavors de la zona A (que floreix a la vegada que les zones F, G, H, I i J) si no hi ha flux de pol·len entre els dos extrems de la població. A la vegada, si a les zones B, C, D i E hi ha sols una morfologia floral, el fet de florir més tard limitaria notablement la seva producció de llavors. Aquest fet ja ha estat observat a altres poblacions de *J. fruticans* (Thompson i Dommée, 1993).

Saber quines proporcions de les distintes morfologies florals hi ha, com es distribueixen en la població, quina proporció d'individus és clonal, quina quantitat de fruits produeixen les plantes a cada zona, i si hi ha distints períodes de floració per les diferents zones de la població, són qüestions pendents d'avaluar per poder-les gestionar correctament.

Conservació de la població de *J. fruticans*

La muntanya artanenca presenta un elevat grau d'alteració, principalment degut als reiterats incendis durant els dos darrers segles i a l'excessiva pressió dels herbívoros (especialment cabres, però també ovelles), ambdós factors en gran part responsables de la gran colonització de la muntanya de Llevant pel càrritx (Gil *et al.*, 2002; Llorens *et al.*, 2007). Com a resultat, actualment es pot observar a un paisatge en el que resulta complicat detectar o concretar l'àrea que

podrien ocupar moltes de les comunitats vegetals que s'hi podrien trobar. Algunes d'aquestes comunitats existeixen únicament en forma de petites i fragmentades taques sobre el mapa de vegetació de Llevant (Alomar i Conesa, 2004), o sols n'apareixen algunes espècies representatives. Tenint en compte les espècies rares o amenaçades que viuen en aquests hàbitats, com *J. fruticans*, la fragmentació fa l'espècie molt més vulnerable, ja que si la planta desapareix d'una de les zones que ocupa, aquesta difícilment pot ser recolonitzada a partir de les plantes pròximes (Young *et al.*, 1996; Henle *et al.*, 2004; Ouborg *et al.*, 2006; Lawson *et al.*, 2008). Això es magnifica si l'espècie presenta poca capacitat de fructificar i dispersar llavor.

A part de *J. fruticans*, diversos són els casos d'espècies endèmiques o rares que han anat apareixent de forma inesperada a la regió, malgrat sigui de forma molt puntual, com el boix (*Buxus balearica* Lam.), que presenta només dues micro-poblacions situades a regions molt pròximes a la que ocupa *J. fruticans* (Bibiloni *et al.*, 1996; Gil *et al.*, 1996). Aquesta espècie va ocupar extensions molt majors a les Illes Balears, i segurament també a Artà, estant documentada la seva important regressió deguda als incendis i la modificació antròpica del medi. Un altre factor responsable d'això pogué ser la important disminució del règim pluviomètric durant el Neolític (vegi's Gil *et al.*, 2002 per les referències). Aquesta podria ser també la història de *J. fruticans*.

S'ha de tenir en compte que un dels factors més importants per la conservació de les poblacions aïllades és conservar el màxim nombre d'individus naturals possible, per tal de mantenir el màxim de la diversitat genètica existent a la població (Thompson, 1999; Henle *et al.*, 2004;

Ouborg *et al.*, 2006; Eckert *et al.*, 2008; Lawson *et al.*, 2008). Per això, els exemplars de zones diferents, o prou allunyats els uns dels altres dins una mateixa zona, o els que presenten la morfologia floral més rara dins cada zona, són els que major importància tindrien de cara a conservar el màxim de diversitat genètica de la població. De la mateixa manera, qualsevol zona que presenti discontinuïtat en la distribució de l'espècie, per molt petita o molts pocs exemplars que presenti, esdevé molt important dins el conjunt de la població.

Un altre aspecte a avaluar és si els canvis dràstics en la regió, com poden ser la ràpida eliminació dels herbívors o la reforestació (especialment amb pins), podria dur a la incapacitat de *J. fruticans* per respondre favorablement a aquestes actuacions. La superpoblació d'herbívors és òbviament un greu problema per la recuperació de la muntanya de Llevant, però no s'ha d'oblidar que el seu efecte directe sobre la vegetació és únicament un dels problemes. Un excessiu període amb superpoblació d'herbívors, a part de no deixar créixer correctament les plantes adultes i d'impedir l'aparició de plantes joves de moltes espècies, ha fomentat la colonització de la regió pel càrritx. Així, en un primer moment després de l'eliminació total dels herbívors, és possible que el càrritx i altres espècies perennes de creixement ràpid es converteixin en una amenaça per *J. fruticans*. Un clar exemple d'aquesta situació es va poder comprovar al coll de Massanella amb el tancat dissenyat per protegir *Euphorbia fontqueriana* Greuter de l'amenaça de les cabres (Mus, 1993).

L'estudi de variabilitat genètica de la població que s'està duent a terme podrà donar molta més llum a aquestes hipòtesis;

indicant el nivell de diversitat genètica existent a cada zona, entre les diferents zones, i podent-se avaluar amb gran fiabilitat si aquesta és una població provinent d'alguns exemplars naturalitzats varis segles enrere, o si es tracta realment d'una població relictiva, d'una espècie autòctona, que ha passat desapercibuda o quasi (Garcias, 1917) durant segles.

Agraïments

Els més sincers agraïments a Guillem X. Pons, Guillem Mateu-Vicens, Nèstor Torres, Vicent Fortesa, Xavier Gulías i Mn. Antoni Gili, per les seves dades, referències, criteri i els seus interessants comentaris. També a Toni Muñoz i Cati Artigues per la seva ajuda i perspicàcia.

Bibliografia

- Alomar, G. i Conesa, M.À. 2004. Mapa de vegetació del Parc Natural de la Península de Llevant. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 47: 123-133.
- Alomar, G. Mus, M. i Rosselló, J.A. 1997. *Flora endèmica de les Illes Balears*. Consell Insular de Mallorca. FODESMA. Palma de Mallorca.
- Andrés, J.V., Fabregat, C. i López, S. 2006. Algunos datos de interés para la flora de la Comunidad Valenciana. *Flora Montib.*, 34: 50-53.
- Barceló, F. 1879-1881. *Flora de las Islas Baleares, seguida de un diccionario de los nombres baleares [...]*. Imp. Pedro José Gelabert. Palma de Mallorca.
- Bibiloni, G., Llop, J., Rita, J. i Soler, J. 1996. Notes florístiques de les Illes Balears (VII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 15-24.
- Blanca, G. 1998. *Cotoneaster* Medik. In: Muñoz Garmendia, F. i Navarro, C. (eds). *Flora Iberica*, vol. 6. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.

- Bolòs, O. 1996. *La Vegetació de les Illes Balears. Comunitats de plantes*. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Naturals. Barcelona.
- Bolòs, O. i Molinier, R. 1958. Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collect. Bot. (Barcelona)*, 5: 699-865.
- Bolòs, O. i Vigo, J. 1984. *Flora dels Països Catalans*. Vol. I. Editorial Barcino. Barcelona.
- Bolòs, O. i Vigo, J. 1995. *Flora dels Països Catalans*. Vol. III. Editorial Barcino. Barcelona.
- Bolòs, O., Font, X. i Vigo, J. 2001. *Atlas corològic de la flora vascular dels Països Catalans*. Vol. 11. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques. Barcelona.
- Bolòs, O., Molinier, R. i Montserrat, P. 1970. Observations phytosociologiques dans l'Île de Minorque. *Acta Bot. Barcinon.* 5: 1-150.
- Bolòs, O., Vigo, J., Masalles, R.M. i Ninot, J.M. 2005. *Flora Manual dels Països Catalans* (3^a edició revisada i ampliada). Editorial Pòrtic. Barcelona.
- Bonafè, F. 1978. *Flora de Mallorca*. Volum II. Editorial Moll. Palma de Mallorca.
- Bonafè, F. 1979. *Flora de Mallorca*. Volum III. Editorial Moll. Palma de Mallorca.
- Browicz, K. 1968. *Cotoneaster* Medik. In: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, D.M. i Webb, D.A. (eds.). *Flora Europaea*. Vol. 2. Cambridge University Press. Cambridge.
- Burnat, É. i Barbey, W. 1882. *Notes sur un voyage botanique dans les Iles Baléares et dans la province de Valence (Espagne) Mai-Juin 1881*. H. Georg, Libraire-Éditeur. Genève et Bale.
- CAIB. 2005. Decret 75/2005, de 8 de juliol, pel qual es crea el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades i d'Especial Protecció, les Àrees Biològiques Crítiques i el Consell Assessor de Fauna i Flora de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. *BOIB* 106: 5-8.
- CAIB. 2008. Resolució del conseller de Medi Ambient d'inclusió de diverses espècies en el Catàleg Balear d'Espècies Amenaçades i d'Especial Protecció. Govern de les Illes Balears. *BOIB* 66: 11-12.
- Cambessèdes, J. 1827. Enumeratio plantarum quas in insulis Balearibus. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, 14: 173-335.
- Castroviejo, S. (coord.). 1984-2009. *Flora Iberica*. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Castroviejo, S. (director). 2006. *Anthos*. Sistema de informació sobre las plantas de España. Real Jardín Botánico. Madrid. http://www.anthos.es/intro_v2.html
- Chodat, L. 1924. Contributions à la Géobotanique de Majorique. These. *Bull. Soc. Bot. Genève*, 15: 153-264 (1923). Genève.
- Coste, H. 1983. *Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes*. Vol. II. Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard. Paris.
- Duvigneaud, J. 1979. Catalogue provisoire de la flore des Baléares. 2ème édition. *Soc. Echange Pl. Vasc. Eur. Occid. Médit.* 17, supp.
- Eckert, C.G., Samis, K.E. i Lougheed, S.C. 2008. Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond. *Mol. Ecol.*, 17: 1170-1188.
- Favarger, C. i Contandriopoulos, J. 1961. Essai sur l'endémisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse*, 71: 384-407.
- Feinbrun-Dothan, N. 1978. *Flora Palaestina*. Part Three. Text. Ericaceae to Compositae. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem Academic Press. Jerusalem.
- Font, X. 2009a. *Mòdul Flora i Vegetació*. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya i Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.htm>
- Font, X. 2009b. *Natura digital*. Universitat de Barcelona. <http://biodiver.bio.ub.es/naturdigit>
- Fraga, P. 1996. Notes florístiques de les Illes Balears (IX). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 81-86.
- 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*. IME. Maó.

- Franco, J. i Afonso, M.L.R. 1972. *Jasminum* L. In: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, D.M. i Webb, D.A. (eds.). *Flora Europaea*. Vol. 3. Cambridge University Press. Cambridge.
- Franco, J.A. 1986. *Pinus* Aiton. In: Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, P., Muñoz Garmendia, F., Pavía, J. i Villar, L. (eds.) *Flora Iberica*, vol. I. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Fryer, J. i Hylmö, B. 1995. *Cotoneaster* Medikus. In: Cullen, J. Alexander, J.C.M., Brady, A., Brickell, C.D., Green, P.S., Heywood, V.H., Jörgensen, P.M., Jury, S.L., Knees, S.G., Leslie, A.C., Matthews, V.A., Robson, N.K.B., Walters, S.M., Wijands, D.O. i Yeo, P.F. (eds.). *The European Garden Flora. A manual for the identification of plants cultivated in Europe, both out-of-doors and under glass*. Vol. IV. Dicotyledons (Part II). (Dilleniaceae to Leguminosae). Cambridge University Press. Cambridge.
- Galiano, E.F. 1987. Oleaceae. In: Valdés, B., Talavera, S. i Galiano, E.F. (eds.). *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vol. 2. Ketres editora. Barcelona.
- Garcias, L. 1917. Contribució a la Flora Balear IV. Plantes dels voltants d'Artà i Capdepera. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 17: 112-120.
- Gil, L., Manuel, C. i Díaz-Fernández, P. 2002. *La transformació històrica del paisatge forestal en las Islas Baleares*. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2007. Ministerio de Medio Ambiente. Egraf S.A. Madrid.
- Gil, L. i Llorens, L. 1999. *Claus de determinació de la flora balear*. Gràfiques Miramar. Palma de Mallorca.
- Gil, L., Tébar, F.J., Boi, M. 1996. Notes florístiques de les Illes Balears (VIII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 117-128.
- Green, P.S. 1997. *Jasminum* Linnaeus. In: Cullen, J. Alexander, J.C.M., Brickell, D.C., Edmondson, J.R., Green, P.S., Heywood, V.H., Jorensen, P.M., Jury, S.L., Knees, S.G., Matthews, V.A., Maxwell, H.S., Miller, D.M., Nelson, E.C., Robson, N.K.B., Walters, S.M. i Yeo, P.F. (eds.). *The European Garden Flora. A manual for the identification of plants cultivated in Europe, both out-of-doors and under glass*. Vol. V. Dicotyledons (Part III). (Limnanthaceae to Oleaceae). Cambridge University Press. Cambridge.
- Guàrdia, L. i Sáez, L. 2007. *Estudi sobre l'estat de conservació de les poblacions de Cotoneaster gr. tomentosus (Rosaceae) a les Illes Balears*. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Inèdit.
- Guitián, J., Guitián, P. i Medrano, M. 1998. Floral biology of the distylous Mediterranean shrub *Jasminum fruticans* (Oleaceae). *Nord. J. Bot.*, 18: 195-201.
- Hampe, A. 2003. Frugivory in European laurel: how extinct seed dispersers have been substituted. *Bird Study*, 50: 280-284.
- Henle, K., Lindenmayer, D.B., Margules, C.R., Saunders, D.A. i Wissel, C. 2004. Species survival in fragmented landscapes: where are we now? *Biodivers. Conserv.*, 13: 1-8.
- Herrera, C. 1984. Tipos morfológicos y funcionales en plantas del matorral mediterráneo del sur de España. *Stud. Oecol.*, 5: 7-34.
- Herrero-Borgoñón, J.J. 2003. Dos *Cotoneaster* (Rosaceae) de uso ornamental naturalizados en Valencia. *Flora Montib.*, 24: 3-5.
- Jalas, J. i Suominen, J. (eds.). 1991. *Atlas Florae Europaeae*, vol. 9. Paeoniaceae to Capparaceae. The Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo. Helsinki University Printer House. Helsinki.
- Knoche, H. 1922. *Flora Balearica. Etude Phytogéographique sur les îles Baléares*. Vol. 2. Imp. Roumègous et Dêhem. Montpellier.
- Knoche, H. 1923. *Flora Balearica. Etude Phytogéographique sur les îles Baléares*. Vol. 3. Imp. Roumègous et Dêhem. Montpellier.
- Kuhbier, H. 1978. Beiträge zur Flora der Pityusen. *Veroff. Überseemus. Bremen, Reihe A, Naturwiss.*, 5: 1-23.
- Laguna, E., López, S. i Fabregat, C. 1998. Flora vascular rara no endémica. In: Laguna, E., Crespo, M.B., Mateo, G., López, S., Fabregat, C., Serra, Ll., Herrero-Borgoñón, J.J., Carretero, J.L., Aguilera, A. i Figuerola, R. *Flora endémica, rara o amenazada de la*

- Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Gràfiques Vimar.
- Lawson, D.M., Lamar, C.K. i Schwartz, M.W. 2008. Quantifying plant population persistence in human-dominated landscapes. *Conserv. Biol.* 22: 922-928.
- Llorens, Ll., Gil, Ll. i Tébar, F.C. 2007. *La vegetació de l'illa de Mallorca. Bases per a la interpretació i gestió d'hàbitats*. Associació Jardí Botànic de Palma. Palma de Mallorca.
- López González, G. 1993. *Helianthemum* Mill. In Castroviejo, S., Aedo, C., Cirujano, S., Laínz, M., Montserrat, P., Morales, R., Muñoz Garmendia, F., Navarro, C., Pavía, J. i Soriano, C., (eds.). *Flora Iberica*, vol. 3. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- López González, G. 2006. *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares: Especies silvestres y las principales cultivadas*. 2ª ed. corr. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mai, D.H. 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. *Plant Syst. Evol.*, 162: 79-91.
- Marès, P. i Vigineix, G. 1880. *Catalogue raisonné des plantes vasculaires des îles Baléares*. Lib. G. Masson. Paris.
- Mateo, G. 2002. La Laguna de la Dehesa (Soneja, Castellón), una localitat botànica a destacar. *Flora Montib.*, 21: 1-5.
- Mayoral, O. i Gómez-Serrano, M.Á. 2007. Aportaciones a la flora de la provincia de Cuenca, III. *Flora Montib.*, 35: 43-49.
- Molins, A., Rosselló, J.A. i Conesa, M.À. 2007. Caracterització i adequació per a la consulta de l'herbari personal de Llorenç Garcias i Font, dipositat a la Societat d'Història Natural de les Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 87-113.
- Moragues, E. i Rita, J. 2005. *Els vegetals introduïts a les Illes Balears*. Documents tècnics de conservació. IIª època, núm. 11. Govern de les Illes Balears.
- Mus, M. 1993. *Plans de conservació dels vegetals amenaçats de Balears I. Mallorca*. SEFOBASA. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern Balear.
- Nybohm, H. i Bartish, I.V. 2007. DNA markers and morphometry reveal multiclonal and poorly defined taxa in an apomictic *Cotoneaster* species complex. *Taxon*, 56: 119-128.
- Ortiz, P.L. i Arista, M. (en revisió). *Nerium* L. In: Muñoz Garmendia, F. i Navarro, C. (eds). *Flora Iberica*, vol. 11. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid. (Consulta en xarxa a: http://www.floraiberica.org/floraiberica/texto/borradores/vol_XI/11_131_01_Nerium.pdf).
- Ouborg, N.J., Vergeer, P. i Mix, C. 2006. The rough edges of the conservation genetics paradigm for plants. *J. Ecol.*, 94: 1233-1248.
- Pau, C. 1900. Relación de plantas ibiceñas. *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*. ser. 2, 9: 62-69.
- Pignatti, S. 1982. *Flora d'Italia*. Volume II. Edagricole. Bologna.
- Pla, V., Sastre, B. i Llorens, Ll. 1992. *Aproximació al catàleg de la flora vascular de les Illes Balears*. Universitat de les Illes Balears - Jardí Botànic de Sóller (MBCN). Palma de Mallorca.
- Puech, S. 1986. Production des diaspores et potentialités de germination chez quelques espèces à fruits charnus, ornithochores, dans le sud-est de la France. *Ecol. Medit.*, 12: 143-158.
- Quézel, P. i Santa, S. 1963. *Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.
- Rivas-Martínez, S., Costa, M., Soriano, P., Pérez, R., Llorens, Ll., i Rosselló, J.A. 1992. Datos sobre el paisaje vegetal de Mallorca e Ibiza (Islas Baleares, España). *Itinera Geobot.*, 6: 5-98.
- Rodríguez-Sánchez, F. i Arroyo, J. 2008. Reconstructing the demise of Tethyan plants: climate-driven range dynamics of *Laurus* since the Pliocene. *Global Ecol. Biogeogr.*, 17: 685-695.
- Sáez, Ll. 2008. *Cotoneaster tomentosus* (Aiton) Lindley (1821). In: Mayol, J. (director). *Bioatles*. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears.
- Sáez, Ll. i Rosselló, J.A. 2001. *Llibre Vermell de la Flora Vascular de les Illes Balears*. Govern de les Illes Balears.
- Sáez, Ll., Alomar, G. i Guàrdia, L. 2003.

- Cartografia de les espècies vegetals endèmiques i amenaçades de la península de Llevant (Mallorca, Illes Balears)*. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Palma de Mallorca. Inèdit.
- Sáez, Ll., Forteza, V. i Bosch, G. 2006. Estudi bàsic per a la conservació de *Cotoneaster tomentosus* (Rosaceae) a les Illes Balears. *Congreso técnico y de conservación de fauna y flora silvestres*. Palma de Mallorca. p. 49.
- Sánchez de Lorenzo Cáceres, J.M. 2000. *Guía de las Plantas Ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Sanz, M., Dana, E.D. i Sobrino, E. (eds.). 2004. *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid.
- Tébar, F.J. 1992. *Biología reproductiva del matorral de la montaña Mallorquina*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears. Inèdit.
- Tébar, F.J. i Llorens, Ll. 1995. Aportación al conocimiento de la vegetación xeroacántica de Mallorca y Menorca (Islas Baleares, España). *Lazaroa*, 15: 183-192.
- Thompson, J.D. 1999. Population differentiation in Mediterranean plants: insights into colonization history and the evolution and conservation of endemic species. *Heredity*, 82: 229-236.
- Thompson, J.D. 2001. How do visitation patterns vary among pollinators in relation to floral display and floral design in a generalist pollination system? *Oecologia*, 126: 386-394.
- Thompson, J.D. 2005. *Plant Evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press. New York.
- Thompson, J.D. i Dommée, B. 1993. Sequential variation in the components of reproductive success in the distylous *Jasminum fruticans* (Oleaceae). *Oecologia*, 94: 480-487.
- Thompson, J.D. i Dommée, B. 2000. Morph-specific patterns of variation in stigma height in natural populations of distylous *Jasminum fruticans*. *New Phytol.*, 148: 303-314.
- Vericad, M., Stafforini, M. i Torres, N. 2003. Notes florístiques de les Illes Balears (XVII). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 46: 145-151.
- Villar, L. 1986. *Laurus* L. In: Castroviejo, S., Laínz, M., López González, G., Montserrat, P., Muñoz Garmendia, F., Pavía, J. i Villar, L. (eds.) *Flora Iberica*, vol. I. Real Jardín Botánico de Madrid, C.S.I.C. Madrid.
- Willkomm, H.M. 1876. Index plantarum vascularium quas in itinere vere 1873 suscepto in insulis Balearibus, legit et observavit Mauritius Willkomm. *Limnaea*, 40: 1-134.
- Young, A., Boyle, T. i Brown, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends Ecol. Evol.*, 11: 413-418.

First record of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), for the Balearic Islands (Spain)

Domingo TRUJILLO, David GARCÍA & Javier JUSTE

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Trujillo, D., García, D. & Juste, J. 2008. First record of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), for the Balearic Islands (Spain). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 169-176. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

During a bat diversity survey in the s'Albufera des Grau Natural Park, nordest Minorca (Balearic Islands) and carried out in summer 2008, a total of 11 different species were identified in the area. In this survey, we captured for the first time Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*), being this the first record of this species not only for Minorca Island but also for the Balearic Archipelago. In fact, a total of 15 individuals (11 males and 4 females) of *M. daubentonii* were either mist-netted or hand-netted during the survey indicating the presence of a permanent population of this species on the island, and being Daubenton's bat together with *M. emarginatus* the only two bats found only in Minorca Island. This finding raises interesting questions about the colonization route followed by the species and indicates the importance of carrying out this type of surveys in order to achieve accurate estimates of the Balearic biodiversity and in order to establish appropriate conservation policies.

Keywords: bats, Chiroptera, Minorca, Balearic Islands, *Myotis daubentonii*.

PRIMERA CITA DE *Myotis daubentonii* (KUHLE, 1817), PER A LES ILLES BALEARS. Durant l'inventari de les ratapinyades del parc natural de s'Albufera des Grau, al nord-est de Menorca (Illes Balears), i portat a terme a agost i setembre de 2008, s'han reconegut 11 espècies de ratapinyades. Durant l'esmentat inventari s'ha capturat, per primera vegada per a l'arxipèlag balear, la ratapinyada d'aigua (*Myotis daubentonii*). De fet, la captura d'11 mascles i 4 femelles d'aquesta espècie indiquen la presència d'una població estable de *M. daubentonii* a l'illa de Menorca, sent aquesta ratapinyada, junt a *Myotis emarginatus*, les dues úniques espècies exclusives d'aquesta illa. Aquesta troballa obri interessants qüestions sobre les rutes de colonització i origen d'aquesta població i recolza la realització d'aquest tipus d'inventaris per determinar la biodiversitat real de les Illes Balears i poder, així, establir polítiques de conservació adients.

Paraules clau: ratapinyades, Quiròpters, Menorca, Balears, *Myotis daubentonii*.

Domingo TRUJILLO, José Betancor Cabrera, nº 20. 38410 Los Realejos. Tenerife, Canary Islands, Spain. E-mail: domtrujillo@terra.es ; David GARCÍA, Son Borrás, nº 14. 07340 Alaró. Majorca, Balearic Islands, Spain. E-mail: baldritja@yahoo.es ; Javier JUSTE, Estación Biológica de Doñana (CSIC), Avda. M^a Luisa s/n, Aptdo. 41080 Seville, Spain. E-mail: juste@ebd.csic.es.

Recepció del manuscrit: 18-nov-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introduction

The Balearic archipelago located in the Western Mediterranean is made up by four

main islands: Majorca, Minorca, Ibiza and Formentera in addition to several islets nearby. Minorca (40°00'N-04°05'E) is the second largest island (694 km²) and is only

36 km apart from Majorca and 199 km from the closest mainland point of the Spanish coast.

The bat fauna of this archipelago is quite diverse and a total of 19 species have been cited for any of these islands so far. Somehow surprisingly, the check-list of the Balearics is still open since collecting efforts have been traditionally focused basically on cave-dweller bats and there are still several habitats that have not been sampled properly; particularly stand out for their importance the evergreen oak and pine forests and/or the shore marshes which have been traditionally neglected. In fact, a new species was added to the bat community of the Balearics with the discovery of *Pipistrellus nathusii* in one of these marshes areas in Majorca only last year (Trujillo & García, in press). No endemisms have been found so far in bats and all species seem to be evolutionary close to the mainland, although to reconstruct and full understand the past history of these mammals a molecular revision of the Balearic bats is hardly needed. Only 14 bat species have been reported so far in Minorca Island: *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, *Myotis emarginatus*, *M. escaleraei*, *M. capaccinii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. pygmaeus*, *P. kuhlii*, *Hypsugo savii*, *Nyctalus leisleri*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus austriacus*, *Miniopterus schreibersii* and *Tadarida teniotis* (Alcover & Muntaner, 1986; Quetglas, 1997; Serra-Cobo *et al.*, 2006). Consequently, there are five missing species in Minorca in relation to other Balearics islands: *Rhinolophus mehelyi*, *Barbastella barbastellus*, *Myotis myotis*, *Pipistrellus nathusii* and *Nyctalus lasiopterus* (Alcover & Muntaner, 1986; Quetglas, 1997; Serra-Cobo *et al.*, 2006; Trujillo & García, 2008), accepting as valid the presence of *Nyctalus lasiopterus* in

Majorca which citation is based only on some echolocation calls listened in Majorca and which were attributed to this species (Serra-Cobo *et al.*, 2006). Nevertheless, the species has never been seen or caught. In this note we report the capture of *Myotis daubentonii*, a new species for this Mediterranean archipelago, found so far only on Minorca Island.

Material and methods

In August and September 2008, a total of 11 different bat species were either captured or detected in the 'S'Albufera des Grau Natural Park' (northeast Minorca) by the first two authors and in the frame of an inventory of its vertebrates fauna (Fig. 1). This protected area consists mainly in a region of brackish waters surrounded by Mediterranean maquia dominated by mastic trees (*Pistacia lentiscus*), evergreen oaks (*Quercus ilex*), and overall, by wild olive trees (*Olea europaea*) with associated Mauritania grass (*Ampelodesmos mauritanica*).

For our bats' survey we applied different complementary methods as recommended by different authors (Ahiartza, 2004; Flaquer *et al.*, 2007). Namely, we used mist-nets of different length (3-18 m), a harp-trap set in the open across water surfaces and inside forested areas and finally hand-nets that were used to capture bats in natural cavities and buildings as they were resting at night. Apart from these, three bat-detectors (*Pettersson Elektronik AB*, D230, D240 and D240x models) were used to monitor bat activity in the trapping localities. Captured bats were all measured with calliper (accuracy 0.01 mm), weighed (accuracy 0.1 g) and some phenological characters recorded (e.g. reproduction, dentition, moult, etc) in the field before

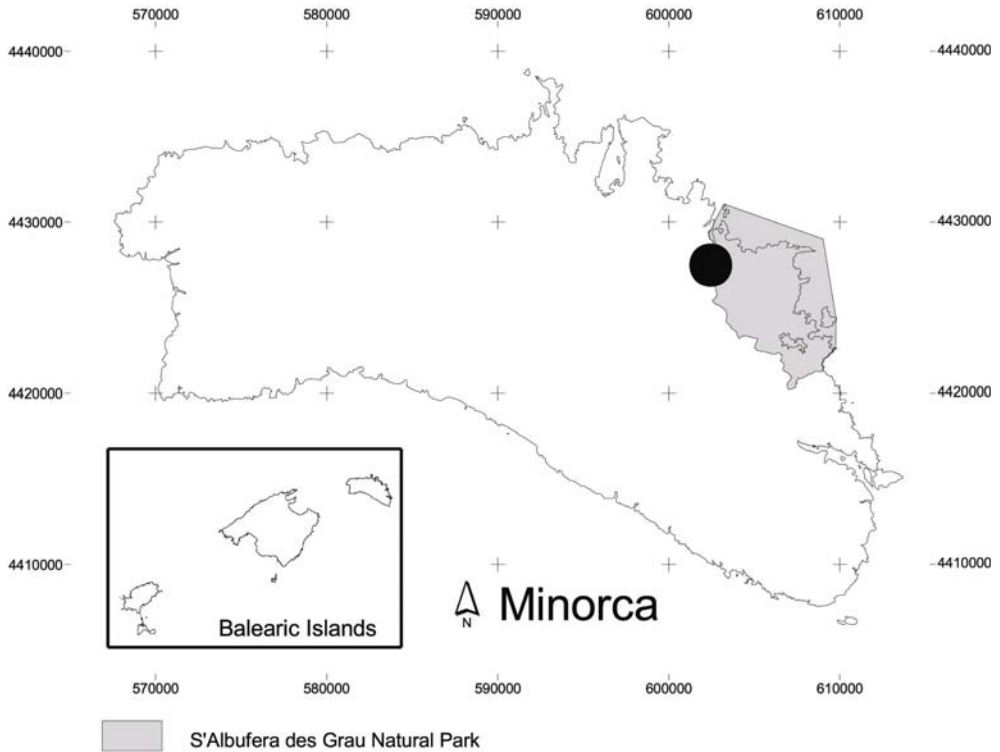


Fig. 1. Capture locality in Minorca of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*). First locality for the Balearic archipelago.

Fig. 1. Localitat de captura en Menorca de la ratapinyada d'aigua (*Myotis daubentonii*). Primera localitat per a l'arxipèlag balear.

being released in the. Wing-punches were also taken from several individuals for future molecular studies.

Results and discussion

Several small *Myotis* bats were caught during our field work in mid August and September. The first being a small sub-adult male hand-netted while he was resting pending from the ceiling of an abandoned small house. The next day, a group of similar bats consisting in six males and at

least one female was spot inside two cracks in the roof of a natural cavity. All bats by one were mist-netted inside the cavity and three additional ones (one male and two females) were netted as they were trying to get in from outside. Finally, another bat was caught with a hand-net inside the cavity. In September 21 seven additional specimens were captured in the same cavity (three of them consisted in recaptures of bats netted in the previous visit). All these small mouse-eared bats were dorsally dark greyish with contrasting whitish bellies (Fig. 2) and were clearly distinct from



Fig. 2. Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) captured in s'Albufera des Grau Natural Park (Minorca Island) in August 14, 2008 (Photo by D. Trujillo).

Fig. 2. *Ratapinyada d'aigua (Myotis daubentonii) capturada al Parc Natural de s'Albufera des Grau (illa de Menorca) el 14 d'agost de 2008 (foto de D. Trujillo).*

any of the three small *Myotis* known in Minorca Island. In fact, they lacked the hairy fringe in the uropatagium typical of *M. escaleari*; the clear notch in the outer edge of the ears typically found in *M. emarginatus*. Finally, they were differentiated from the close *M. capaccinii* because of their general smaller size, naked upper caudal membrane (hairy in *M. capaccinii*) and their very different colour both in dorsal and ventral fur (dorsally greyish in *M. capaccinii*). Forearm measurements averaged 36.7 mm (N = 11, range = 35.63 – 38.05) for males and 37.03 mm (N = 4, range = 35.47-38.21) for females respectively (Table 1). Similarly, average weights were 7.0 g (N = 9, range = 5.4-8.85) for males and 7.77 g (N = 4, range

= 7.0- 8.55) for females respectively (Table 1). External characters and measurements fit with the species *Myotis daubentonii* (Schober & Grimmberger, 1996; Dietz *et al.*, 2007), confirming the presence of a stable population of this species in Minorca Island.

The cavity where the *M. daubentonii* were captured was also used probably as nocturnal roost by *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis capaccinii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Eptesicus serotinus* and *Plecotus austriacus*. Besides, the same building where the single male was captured was also used as nocturnal resting spot by several individuals of *Rhinolophus ferrumequinum* and to roost by a colony of *P. pipistrellus*. Both localities were only 6.5

Males		Females	
Forearm	Weight	Forearm	Weight
37.61	6.8	37.37	7.15
36.58	6.25	35.47	7.0
35.84	6.9	38.21	8.55
35.80	6.4	37.07	8.35
37.38	6.5	–	–
38.05	–	–	–
35.63	–	–	–
37.63	8.85	–	–
37.03	7.85	–	–
36.70	8.1	–	–
35.85	5.4	–	–

Table 1. Forearm measurements and weights (in mm and g respectively) of the 15 specimens of *Myotis daubentonii* captured in s'Albufera des Grau Natural Park in Minorca Island.

Taula 1. Les mesures de l'avantbraç i els pesos (en mil·límetres i grams, respectivament) dels 15 exemplars de *Myotis daubentonii* capturats al Parc Natural de s'Albufera des Grau, a l'illa de Menorca.

km apart in straight line and were not far from the most important swampy areas and marshes of the island (Addaida and s'Albufera des Grau salty flats) which are most probably used as foraging areas by the species.

The Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*, is a Palearctic species widely distributed across most of Europe, and extending from Central Scandinavia to the south of the Iberian Peninsula, including some of the largest islands in the Mediterranean Sea such as Corsica or Sardinia (Mitchell-Jones *et al.*, 1999; Dietz *et al.*, 2007). In the Iberian Peninsula is found across all regions although always in their specific habitats, being more abundant in the Northern half (Ibáñez, 1998). *Myotis*

daubentonii is in fact, consistently associated to water surfaces (streams, ponds, lakes, etc.) and it shelters in a variety of roosts from bridges or buildings to crevices in rocks (Warren *et al.*, 2000).

The Daubenton's bat seems to show a remarkable uniformity across its distribution and already Corbet (1978) synonymized under the nominal form all previously described subspecies. Nevertheless, Tupinier (1977) described a new form as *M. nathalinae* from Central Spain (Ciudad Real) distinguished by morphological characters (smaller size and darker pelage). This form seems to represent a proper evolutionary lineage according to a recent study based on mitochondrial DNA (Simões *et al.* 2007).

To which lineage the Daubenton's bat of Minorca belongs to is still an open pending of a molecular checking.

The presence of *M. daubentonii* in the island of Minorca may have stayed overlooked to other researchers due to the fact that most of previous works were focused on cave-dweller bats (Alcover & Muntaner, 1986; Quetglas, 1997; Serra-Cobo *et al.*, 2006) and the swampy areas used by this species were probably not surveyed properly since are not particularly rich in this type of refuges.

On the other hand, the finding of Daubenton's bats in Minorca brings out interesting questions about the origin of this island population and opens the possibility of this bat being also present in other islands of the archipelago, like Majorca, larger and closer to the mainland than Minorca. In Majorca only the similar *M. capaccini* has been found so far. Nevertheless, in the area of s'Albufera de Alcúdia several short and sharp echolocation calls with a maximum energy frequency between 41-55 kHz were recorded by the first two authors over a water surface that could belong to *M. daubentonii*. Nevertheless, both bats show similar echolocation calls, overlapping most of their sound variables (Boonman *et al.*, 2008). In fact, only the study at hand of captured bats can demonstrate without doubts their presence on any place and particularly on the islands of the Balearic archipelago. This point is particularly critical in the case of species like *M. daubentonii* or *Nyctalus lasiopterus* that have similar echolocating calls than other bats from which they are difficult to tell apart using only this character.

Finally, the finding of two new mammals for the Balearic Archipelago only in the last two years, stresses the importance and necessity of carrying out this type of

surveys over all different habitats (particularly protected areas) on all the islands that make up this unique archipelago in order to achieve a comprehensive assessment and valuation of its biodiversity.

Acknowledgments

Our thanks to D. Martí Escudero, director of s'Albufera des Grau Natural Park for his interest and enthusiasm in this project. To Oscar García, naturalist in this park for his help and advices. To Patricia Arbona and Carlos Ibáñez for thier careful review of this note.

References

- Aihartza, J. R. 2004. *Quiròpteros de Araba, Bizkaia y Gipuzkoa: Distribución, Ecología y Conservación*. Serie tesis doctorales. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. 346 pp.
- Alcover, J. A. & Muntaner, J. 1986. Els quiròpters de les Balears i Pitiüses: una revisió. *Endins*, 12: 51-63.
- Boonman, A., Dietz, C., Koselj, K., Runkel, V., Russo, D. & Siemers, B. 2008. *Identification of European bat species by their echolocation calls*. - electronic publication: <http://www.batecho.eu>
- Corbet, G. B. 1978. *The mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review*. British Museum (NH), London, 314 pp.
- Dietz, C., Helversen, O. & Nill, D. 2007. *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung*. Kosmos naturführer. Stuttgart. 399 pp.
- Flaquer, C., Torre, I. & Arrizabalaga, T. 2007. Comparision of sampling methods for inventory of bats communities. *Journal of Mammalogy*, 88 (2):526-533.
- Ibáñez, C. 1998. Los Quiròpteros. 114-218. *In:*

- Blanco, J.C. (ed.): *Mamíferos de España I*. Ed. Planeta, Barcelona. 457 pp.
- Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Krystufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralik, V. & Zima, J. 1999. *The Atlas of European Mammals*. The Academic Press, London. 496 pp.
- Quetglas, J. 1997. New records of bats (Chiroptera) for Minorca, Balearic Islands, Western Mediterranean Sea. *Mammalia*, 61: 611-614.
- Schober, W. & Grimmberger, E. 1996. *Los murciélagos de España y de Europa*. Ediciones Omega. Barcelona. 237 pp.
- Serra-Cobo, J., Amengual, B., López-Roig, M., Márquez, J., Torres, M., Ripoll, A., Sánchez, A. & Oliver, J. A. 2006. Catorze anys d'estudis quiropterològics a les Illes Balears (1993-2006). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 89-107.
- Simões, B. F., Rebelo, H., Lopes, R. J., Alves, P. C. & Harris, D. J. 2007. Patterns of genetic diversity within and between *Myotis daubentonii* and *M. d. nathalinae* derived from cytochrome b mtDNA sequence data. *Acta Chiropterologica*, 9 (1): 379-389.
- Trujillo, D. & García, D. 2008. Catálogo quiropterològic del parc natural de S'Albufera de Mallorca. *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears (2008)*. *Soc. Hist. Nat. Balears*. 132-133.
- Trujillo, D. & García, D. in press. Primera cita del murciélago de Nathusius *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) en las islas Baleares. *Galemys*.
- Tupinier, Y. 1977. Description d'une chauve-souris nouvelle: *Myotis nathalinae* sp. nov. *Mammalia*, 41: 327-340.
- Warren, R. D., Waters, D. A., Altringham, J. D. & Bullock, D. J. 2000. The distribution of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) (Vespertilionidae) in relation to small-scale variation in riverine habitat. *Biological Conservation*, 92: 85-91.

Espècies invasores a les Illes Balears: aplicacions de biomarcadors d'estrés oxidatiu en organismes marins en situacions d'invasió

Antonio BOX, Antoni SUREDA i Salud DEUDERO

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Box, A., Sureda, A. i Deudero, S. 2008. Espècies invasores a les Illes Balears: aplicacions de biomarcadors d'estrés oxidatiu en organismes marins en situacions d'invasió. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 177-186. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

L'aplicació de biomarcadors d'estrés oxidatiu ha demostrat el seu potencial com a eina per interpretar com afecten les espècies de macroalgues invasores del gènere *Caulerpa* i *Lophocladia lallemandii* a diferents espècies marines. Les espècies invasores de macroalgues poden recobrir àmplies zones de fons marins canviant totalment la seva estructura. A més de canviar l'estructura de l'ecosistema poden recobrir els organismes sèssils reduint en el cas dels organismes filtradors la seva capacitat de filtració i en algues i fanerògames marines la superfície fotosintètica. A més d'aquestes alteracions estructurals, posseeixen substàncies amb capacitats citotòxiques que les defensen tant dels herbívors com de possibles epífits. En un recull de treballs científics s'ha demostrat la utilitat dels enzims antioxidants i d'altres marcadors d'estrés oxidatiu com a eina per interpretar els efectes fisiològics d'aquestes espècies invasores en espècies mediterrànies.

Paraules clau: *enzims antioxidants, Caulerpa, Lophocladia lallemandii, marcadors d'estrés oxidatiu, peroxidació lipídica, Posidonia oceanica.*

INVASIVE SPECIES IN BALEARIC ISLANDS: USE OF ANTIOXIDANT BIOMARKERS IN MARINE ORGANISMS IN INVASIVE EVENTS. The use of antioxidant defences biomarkers have demonstrated its potential as useful tool to understand the effects of invasive species belonging to genus *Caulerpa* and *Lophocladia lallemandii* over some local marine species. Nowadays, invasive macroalgae are colonising all kind of substrates covering important areas changing habitats structure. Another effect of invasive species is its capacity of cover completely filters feeders reducing its filtering capacity or to cover another macroalgae or seagrass decreasing its photosynthetic capacity. The studied invasive macroalgae also contains secondary metabolites with cytotoxic properties to reduce the herbivores pressure and the presence of epiphytes over its structures. The present work presents a review of some scientific paper which analysed the physiological effects of invasive species over Mediterranean species applying biomarkers.

Keywords: *antioxidant enzymes, Caulerpa, Lophocladia lallemandii, antioxidant stress biomarkers, lipid peroxidation, Posidonia oceanica.*

Antonio BOX i Salud DEUDERO, Laboratori de Biologia Marina. Edifici Guillem Colom. Universidad Islas Baleares. Ctra Valldemossa Km 7.5 E-07122- Palma de Mallorca. Illes Balears, Spain. E-mail: toni.box@uib.es E-mail: salud.deudero@uib.es; Antoni SUREDA: Laboratori de Ciències de l'Activitat Física, Departament de Biologia Fonamental i Ciències de la Salut, Universitat de les Illes Balears, Crtra. Valldemossa Km 7.5.E-07122-Palma de Mallorca, Illes Balears, Spain. E-Mail: tosugo@hotmail.com

Recepció del manuscrit: 18-nov-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Espècies d'algues invasores a les Balears

L'augment del transport marítim, l'aqüicultura i el comerç d'espècies d'aquarioflora són algunes causes responsables de la introducció d'espècies en els ecosistemes marins la qual cosa pot tenir efectes molt negatius damunt la biodiversitat, alterant l'estructura i funcionament dels ecosistemes envaïts (Boudouresque i Verlaque, 2002).

Algunes de les espècies invasores que podem trobar a les Illes Balears són les algues caulerpals *Caulerpa taxifolia* (Vahl) i *Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Agardh, *Lophocladia lallemandii* (Montagne), *Acrothamnion preissi* (Sonder), *Asparagopsis taxiformis* (Delile) i *Womerleyella setacea* (Holleberg), entre d'altres.

En el present treball s'analitza l'efecte de les algues invasores *Caulerpa taxifolia*, *C. racemosa* i *Lophocladia lallemandii* sobre la fauna bentònica. *C. taxifolia* va ser introduïda al mar mediterrani des de l'aquari de Mònaco l'any 1984 durant el procés de manteniment i neteja d'aquests (Meinesz i Hesse, 1991; Meinesz i Boudouresque, 1996). A l'illa de Mallorca va ser detectada per primera vegada l'any 1992 a Cala d'Or (Pou *et al.*, 1993), on continua present, però sense ocupar grans extensions. Al contrari que *C. taxifolia*, *C. racemosa*, detectada per primera vegada a la Badia de Palma l'any 1997 (Ballesteros *et al.*, 1999), està present per tot el litoral Balear colonitzant grans superfícies.

Lophocladia lallemandii va ser observada per primera vegada a l'illa d'Eivissa (Patzner, 1998), i ràpidament s'ha estès per les costes Balears colonitzant tot tipus de substrat. Aquesta alga actua com un epífit creixent damunt altres algues (Box *et al.*,

2008c), fanerògames marines (Sureda *et al.*, 2008b) i bivalves (Box *et al.*, 2008a).

Defenses químiques de les algues

En molts de casos aquestes algues invasores presenten metabòlits secundaris amb funció defensiva que tenen com objectiu protegir a l'alga tant de l'herbivoria com de l'epifitisme d'altres algues. En el cas de les caulerpals, un d'aquest compostos és la caulerpenina, principal metabòlit secundari de defensa. Aquest compost ha demostrat tenir propietats citotòxiques sobre els eriçons i cultius cel·lulars (Pedrotti *et al.*, 1996; Pesando *et al.*, 1996; 1998). *Lophocladia lallemandii* també posseeix substàncies químiques defensives com són les lophocladines que també posseeixen propietats citotòxiques (Gross *et al.*, 2006).

Espècies reactives d'oxigen i peroxidació lipídica

El metabolisme cel·lular en condicions normals és una font contínua d'espècies reactives d'oxigen que se produeixen per processos cel·lulars com és la pròpia respiració. Aquestes espècies reactives si no són eliminades poden afectar a components cel·lulars com són els lípids, proteïnes i ADN. Per això les cèl·lules posseeixen un complex sistema de defenses antioxidants que eliminen, prevenen la formació d'espècies reactives d'oxigen. Aquestes defenses antioxidants també poden reparar i eliminar les molècules afectades per les espècies reactives d'oxigen (Elias *et al.*, 1999). Les defenses antioxidants inclouen enzims com la superòxid dismutasa (SOD), glutatíon reductasa (GR), glutatíon peroxidasa (GPx) i catalasa (CAT). Tots aquests enzims antioxidants actuen eliminant les espècies reactives d'oxigen, però hi ha casos en que el sistema antioxidant es veu superat per la

presència de substàncies prooxidants, en d'estrès oxidatiu. A més a més de les espècies reactives d'oxigen, les substàncies tòxiques com poden ser els metabòlits secundaris d'algues, poden ser causa de la generació d'espècies reactives (Livingstone, 2001; Uchimura *et al.*, 1999). A part dels enzims antioxidants que eliminen espècies reactives d'oxigen, hi ha enzimes detoxificadoras, com són els enzims glutathion-s-transferasa (GST) i eritrosulfin (EROD), que augmenten en els organismes quan s'ingereixen compostos tòxics o estan presents a l'ambient.

Quan el sistema antioxidant ha estat superat per les espècies reactives, apareixen processos de dany cel·lular que poden ser mesurats per marcadors de peroxidació lipídica amb els marcadors malondialdehid (MDA) i 4-Hidroxi-nenol (4-HNE). En els casos de peroxidació lipídica més greus, ens podem trobar fins i tot amb la mort cel·lular, per tant és molt important per a l'organisme evitar i contrarestar les molècules prooxidants.

Introducció a l'aplicació dels enzims antioxidant en situacions d'invasió per macroalgues

El nombre d'espècies invasores detectades a les Illes Balears augmenta any darrera any i en molts casos, aquestes espècies constitueixen un canvi en l'hàbitat (Box, 2008). Els metabòlits secundaris de les algues invasores acostumen a tenir una elevada toxicitat i aquesta toxicitat suposa un increment de les espècies reactives en aquells organismes que es troben en hàbitat envaïts o s'alimenten de aquestes espècies. L'estudi dels efectes de les espècies invasores damunt la fauna es pot avaluar amb metodologies clàssiques com són els treballs de llistats faunístics i diversitat

aquest cas en trobem en una situació d'espècies o es pot abordar amb noves metodologies com és l'ús dels biomarcadors d'estrès oxidatiu. En el present treball es presenta un recull d'estudis per demostrar l'aplicabilitat d'aquestes tècniques per a l'estudi de les iteracions de les espècies invasores i la fauna marina dels fons litorals de les Balears.

Efectes de *Caulerpa taxifolia* sobre el gasteròpode *Bittium reticulatum* i el peix *Coris julis*

El gasteròpode *Bittium reticulatum* és un habitant de tot tipus d'hàbitats de la zona infralitoral. Es tracta d'un organisme herbívor-detritívor que presenta elevades abundàncies a les àrees envaïdes per *Caulerpa* spp. (Box, 2008). Experimentalment s'ha demostrat que és capaç d'alimentar-se de *Caulerpa taxifolia* (Sureda *et al.*, 2008a).

Per altra banda, *Coris julis* està també adaptat a viure en zones envaïdes per *Caulerpa* on desenvolupa coloracions més verdoses com adaptació a l'hàbitat (Francour, 1997). Malgrat aquesta espècie no s'alimenta directament de *Caulerpa* viu dins la praderia, per tant, es veu directament afectada per la caulerpenina que hi ha a la zona afectada (Amade *et al.*, 1994).

Ambdues espècies al viure dins àrees envaïdes per *Caulerpa* es veuen directament exposades a la caulerpenina, ja sigui per la seva ingesta directa, per la ingesta d'organismes que s'alimenten de *Caulerpa* i/o per la caulerpenina ambiental. Tant el gasteròpode com el peix desenvolupen una resposta similar, incrementen els mecanismes detoxificadors, com són els enzims antioxidants, en un grau suficient per evitar el dany oxidatiu a



Fig. 1. Imatge de fronde de *Caulerpa taxifolia* epifitats per *Lophocladia lallemandii*.

Fig. 1. *Caulerpa taxifolia* fronds epiphytized by *Lophocladia lallemandii*.

biomolècules (Sureda et al., 2008a; Sureda et al., 2006). En tot dos organismes es dona un increment dels enzims que fan servir el glutatió per eliminar les espècies reactives (enzims GPx, GR i GST) el que significa una eliminació efectiva d'aquestes espècies reactives evitant la formació d'hidròxids lipídics.

En el cas de la doncella, *Coris julis*, la seva adaptació en la coloració a zones envaïdes amb *Caulerpa* i el fet que incrementi suficientment les seves defenses antioxidants sense sofrir peroxidació lipídica fa pensar en el fet que aquesta espècie pot viure en zones envaïdes sense veure's afectada negativament.

Bittium reticulatum és una espècie generalista que no veu reduïdes les seves abundàncies en hàbitats envaïts o colonitzats per *Caulerpa* (Box, 2008; Box et al., 2008b). La resposta antioxidant observada té com significat que fisiològicament aquest gasteròpode incrementa eficaçment les seves defenses antioxidants en ingerir i/o viure dins àrees amb *Caulerpa* sense sofrir peroxidació lipídica.

Tot dos resultats confirmen que aquesta espècie generalista pot alimentar-se de *Caulerpa* (Sureda et al., 2008a) i per tant per aquest gasteròpode pot viure dins zones envaïdes.



Fig. 2. Imatge de fulles de *Posidonia oceanica* epifitades per *Lophocladia lallemandii*.
Fig. 2. *Posidonia oceanica* leaves epiphytized by invasive *Lophocladia lallemandii*.

Iteracions entre macroalgues i/o fanerògames

Les àrees amb presència de *Caulerpa taxifolia* han estat recentment envaïdes per *Lophocladia lallemandii*. Aquesta segona macroalga és capaç de créixer sobre els frondes de *Caulerpa taxifolia* (Fig. 1). En aquest cas, els frondes són més curts i petits, amb una aparença molt diferent als que no estan epifitats. Aquesta segona invasora, *L. lallemandii*, també mostra un caràcter molt agressiu creixent damunt les fulles de *Posidonia oceanica* (Fig. 2). En tots dos casos *L. lallemandii* redueix tant la llum que arriba a les cèl·lules

fotosintètiques, com redueix el flux d'aigua, d'oxigen i nutrients al voltant de l'alga o planta. En tots dos casos l'aplicació dels biomarcadors d'estrés oxidatiu han demostrat la seva utilitat com a mecanisme per entendre aquesta iteració (Box et al., 2008c; Sureda et al., 2008b).

Al créixer *Lophocladia lallemandii* com epífit, genera una resposta antioxidant tant a *Caulerpa taxifolia* (incrementa enzims SOD i CAT) (Box et al., 2008c) com a *Posidonia oceanica* (incrementa CAT, GPx i SOD) (Sureda et al., 2008b). Aquesta resposta pot tenir varies causes, com l'alteració de la massa d'aigua que envolta els frondes o fulles, com la resposta



Fig. 3. *Pinna nobilis* completament epifitada per *Lophocladia lallemandii* i *Caulerpa racemosa*.
Fig. 3. *Pinna nobilis* fan-mussel completely covered by invasive *Lophocladia lallemandii* and *Caulerpa racemosa*.

a l'increment de H_2O_2 que pot tenir l'alga/planta com defensa contra els epífits (Choo *et al.*, 2004) i/o l'efecte de les lophocladines com substància tòxica. En tots dos casos l'increment de defenses tots dos casos l'increment de defenses anti-oxidants no és suficient per contrarestar la presència de molècules prooxidants i tant *Caulerpa taxifolia* com *Posidonia oceanica* pateixen processos de peroxidació lipídica (Box *et al.*, 2008c; Sureda *et al.*, 2008b).

En el cas de l'epifitisme de *Lophocladia lallemandii* sobre *Posidonia oceanica* hi ha un treball previ que conclou que aquest epifitisme té un efecte perjudicial sobre la fanerògama que redueix

la seva densitat de feixos a les zones epifitades (Ballesteros *et al.*, 2007).

Epifitisme de *Lophocladia lallemandii* sobre la nacra (*Pinna nobilis*)

Lophocladia lallemandii és un epifit molt agressiu capaç de créixer damunt gran varietat de substrats. Els substrats on creix poden ser altres macroalgues o altres organismes vius com és l'espècie protegida *Pinna nobilis* (Fig. 3). Durant el període de màximes biomasses, *Lophocladia lallemandii* és capaç de créixer damunt les valves de la nacra de tal manera que



Fig. 4. Contingut estomacal de *Spondyliosoma cantharus* amb *Caulerpa racemosa*.

Fig. 4. Stomach content of *Spondyliosoma cantharus* containing *Caulerpa racemosa*.

l'obertura entre les valves queda obstruïda per la biomassa algal. Tot això fa que la capacitat filtradora de la nacra i la circulació d'aigua al seu voltant quedi reduïda. Hi ha treballs previs que demostren que gran part de la dieta de la nacra està composta per algues epífites de posidònia (Kennedy *et al.*, 2001). Aquest fet es tradueix, en la situació d'invasió de *Lophocladia lallemandii*, en una ingesta accidental de fragments d'aquesta macroalga filamentosa i molt fràgil, que suposa un consum per part de la nacra de toxines com la lophocladina.

Els biomarcadors mesurats en aquesta situació d'invasió mostren com els individus epifitats mostren un increment dels enzims antioxidants (CAT i GST) que tenen com objectiu reduir la presència

d'espècies reactives (Box *et al.*, 2008a). Malgrat aquesta activació enzimàtica, hi ha peroxidació lipídica, fet que vol dir que les nacres quan estan recobertes per *Lophocladia lallemandii* estan sotmeses a una situació d'estrès ambiental (Box *et al.*, 2008a).

Ingesta de Caulerpa racemosa pel peix Spondyliosoma cantharus

La càntara, *Spondyliosoma cantharus*, és un spàrid molt comú en les aigües litorals de Mediterrani i de les Illes Balears. Aquest peix és omnívor i a àrees envaïdes per *Caulerpa racemosa*, s'ha evidenciat que la inclou dins la seva dieta (Fig. 4)(Box *et al.*, 2008e). Aquesta ingesta de *Caulerpa racemosa* es tradueix en increment de les

defenses antioxidants, més concretament del enzim CAT, SOD i GST. Aquest increment és suficient per evitar el dany oxidatiu (Box *et al.*, 2008d) i per tant la càntara es capaç d'alimentar-se i viure a zones envaïdes per *Caulerpa racemosa*.

Potencialitat de l'ús dels biomarcadors

La presència de algues invasores en el litoral Balear és pot estudiar amb metodologies clàssiques, com són les abundàncies, diversitat d'espècies, etc o mitjançant metodologies noves com són els enzims antioxidants i marcadors de peroxidació lipídica. Aquestes tècniques estan àmpliament validades dintre del camp de la fisiologia humana (Sureda *et al.*, 2005), animal (George i Chaturvedi, 2008; Souza *et al.*, 2008) i en medi marí per estudiar els efectes dels contaminants en organismes marins (Box *et al.*, 2007; Tsangaris *et al.*, 2007; Vlahogianni *et al.*, 2007).

En el present manuscrit es fa un recull de les publicacions que mostren la aplicabilitat dels biomarcadors en situacions d'invasió per macroalgues invasores en organismes tant diferents com són un peix, un gasteròpode, una alga, una planta superior i un bivalve. En tots els casos que s'han aplicat els biomarcadors d'estres, s'ha observat un increment de la seva presència en els casos que està present l'alga invasora i en alguns casos hi ha un increment dels valors de peroxidació lipídica. Aquesta activació enzimàtica és deguda a la presència de substàncies tòxiques que generen hidròxids lipídics que són eliminats pels enzims que fan servir glutatión (oxidat o reduït) (GST, GR i GPx), una possible major producció de H₂O₂ en el cas de plantes i algues per

defensar-se contra l'epifitisme (Choo *et al.*, 2004) (incrementa els enzims CAT i GR) i/o una alteració del metabolisme i disponibilitat d'oxigen (increment dels enzims CAT, SOD, GR i GPx).

Agraïments

Els present treball ha estat subvencionat pels projectes “*Macroalgas marinas invasoras en las islas Baleares: Evaluación de riesgos y efectos en comunidades bentónicas*” CTM2005-01434/MAR i CAULEXPAN (REN2002-00701).

Referències

- Amade, P., Valls, R., Bouaiacha, R., Lemee, R. i Artaud, J. 1994. Methodes de dosage de la caulerpenyne produite par *Caulerpa taxifolia*, First International Workshop on *Caulerpa taxifolia*, Nice.
- Ballesteros, E., Grau, A.M. i Riera, F. 1999. *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) in Mallorca (Western Mediterranean). *Boll. Soc.Hist. Nat. Bal.* 42: 63-69.
- 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.
- Box, A. 2008. Ecología de caulerpales: fauna y biomarcadores, Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados. Tesis Doctoral. Universidad de las Islas Baleares, Palma.
- Box, A., Sureda, A. i Deudero, S. 2008a. Antioxidant response of the bivalve *Pinna nobilis* colonised by invasive red macroalgae *Lophocladia lallemandii*. *Comp. Biochem. Physiol. C* doi 10.1016.cbpc.2008.10.107.
- Box, A., Deudero, S. i Pons, G.X. 2008b. Canvis en la composició d'espècies, diversitat i abundàncies de la fauna de mol·luscs associada a *Posidonia oceanica* després de la substitució per *Caulerpa racemosa*. In: Pons, G.X. (Ed.),

- V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Soc. Hist. Nat. Bal. Palma de Mallorca, 268-269.
- Box, A., Deudero, S., Alós, J., Grau, A. M^a., Sureda, A., Terrados, J., Tejada, S., Blanco, A., Cabanellas-Reboredo, M. i Mateu-Vicens, G. 2008e. Inclusion en la dieta de *Spondyllosoma cantharus* (L.) Sparidae de *Caulerpa racemosa* var *cylindracea*. In: Pons, G.X. (Ed.), V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Soc. Hist. Nat. Bal. Palma de Mallorca, 237-239.
- 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.* 146 C, 531-539.
- Box, A., Sureda, A., Terrados, J., Pons, A. i Deudero, S. 2008c. Antioxidant response and caulerpenyne production of the alien *Caulerpa taxifolia* (Vahl) epiphytized by the invasive algae *Lophocladia lallemandii* (Montagne). *J. Exp. Marine Biol. Ecol.* 363: 24-28.
- Box, A., Sureda, A., Deudero, S., Terrados, J. i Marba, M. 2008d. Effects of invasive macroalgae over Mediterranean organisms: an antioxidant defenses system approach, World Conference on Marine Biodiversity, Valencia.
- Francour, P. 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Mar. Ecol.* 18: 157-173.
- George, S. i Chaturvedi, P. 2008. Protective role of *Ocimum canum* plant extract in alcohol-induced oxidative stress in albino rats. *Br. J. Biomed. Sci.* 65(2), 80-85.
- Gross, H., Goeger, D.E., Hills, P., Mooberry, S.L., Ballantine, D.L., Murray, T.F., Valeriote, F.A. i Gerwick, W.H. 2006. Lophocladines, bioactive alkaloids from the red alga *Lophocladia* sp. *J. Nat. Prod.* 69: 640-644.
- Kennedy, H., Richardson, C.A., Duarte, C.M. i Kennedy, D.P. 2001. Diet and association of *Pontonia pinnophylax* occurring in *Pinna nobilis*: insights from stable isotope analysis. *J. Mar. Biol. Assoc. U K.* 81: 177-178.
- Livingstone, D.R. 2001. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms. *Mar. Pollut. Bull.* 42: 656-666.
- Meinesz, A. i Hesse, B. 1991. Introduction of the Tropical Alga *Caulerpa taxifolia* and its Invasion of the Northwestern Mediterranean. *Oceanol. Acta* 14: 415-426.
- Meinesz, A. i Boudouresque, C.F. 1996. On the origin of *Caulerpa taxifolia* in the Mediterranean Sea. *Comptes Rendus De L Academie Des Sciences Serie Iii-Sciences De La Vie-Life Sciences* 319: 603-613.
- 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.
- Pedrotti, M.L., Marchi, B. i Lemee, R. 1996. Effects of *Caulerpa taxifolia* secondary metabolites on the embryogenesis, larval development and metamorphosis of the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Oceanol. Acta* 19: 255-262.
- Pesando, D., Lemee, R., Ferrua, C., Amade, P. i Girard, J.P. 1996. Effects of caulerpenyne, the major toxin from *Caulerpa taxifolia* on mechanisms related to sea urchin egg cleavage. *Aquat. Toxicol.* 35: 139-155.
- Pesando, D., Huitorel, P., Dolcini, V., Amade, P. i Girard, J.P. 1998. Caulerpenyne interferes with microtubule-dependent events during the first mitotic cycle of sea urchin eggs. *Eur. J. Cell Biol.* 77: 19-26.
- Pou, S., Ballesteros, E., Delgado, O., Grau, A.M., Riera, F. i Weitzmann, B. 1993. Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36: 83-90.
- Souza, M.A., Oliveira, M.S., Furian, A.F., Rambo, L.M., Ribeiro, L.R., Lima, F.D., Corte, L.C., Silva, L.F., Retamoso, L.T., Corte, C.L., Puntel, G.O., de Avila, D.S., Soares, F.A., Figuera, M.R., de Mello, C.F. i Royes, L.F. 2008. Swimming training prevents pentylene tetrazol-induced inhibition of Na, K-ATPase activity, seizures, and oxidative stress. *Epilepsia*.
- Sureda, A., Box, A., Deudero, S. i Pons, A. 2008a. Reciprocal effects of caulerpenyne and

- intense herbivorism on the antioxidant response of *Bittium reticulatum* and *Caulerpa taxifolia*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* doi :10.1016/j.ecoenv.2007.1012.1007.
- Sureda, A., Box, A., Terrados, J., Deudero, S. i Pons, A. 2008b. Antioxidant response of the seagrass *Posidonia oceanica* when epiphytized by the invasive macroalgae *Lophocladia lallemandii*. *Mar. Environ. Res.* 66: 359-363.
- Sureda, A., Box, A., Ensenat, M., Alou, E., Tauler, P., Deudero, S. i Pons, A. 2006. Enzymatic antioxidant response of a labrid fish (*Coris julis*) liver to environmental caulerpenyne. *Comp. Biochem. Physiol* 144 C: 191-196.
- Sureda, A., Tauler, P., Aguilo, A., Cases, N., Fuentespina, E., Cordova, A., Tur, J.A. i Pons, A. 2005. Relation between oxidative stress markers and antioxidant endogenous defences during exhaustive exercise. *Free Rad. Res.* 39: 1317-1324.
- Tsangaris, C., Papathanasiou, E. i Cotou, E. 2007. Assessment of the impact of heavy metal pollution from a ferro-nickel smelting plant using biomarkers. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 66: 232-243.
- Uchimura, M., Sandeaux, R. i Larroque, C. 1999. The enzymatic detoxifying system of a native Mediterranean Scorpio fish is affected by *Caulerpa taxifolia* in its environment. *Environ. Sci. Tech.* 33: 1671-1674.
- Vlahogianni, T., Dassenakis, M., Scoullou, M.J. i Valavanidis, A. 2007. Integrated use of biomarkers (superoxide dismutase, catalase and lipid peroxidation) in mussels *Mytilus galloprovincialis* for assessing heavy metals' pollution in coastal areas from the Saronikos Gulf of Greece. *Mar. Pollut. Bull.* 54: 1361-1371.

La migración como factor que determina la duración de los cuidados parentales durante el periodo de dependencia en rapaces: el caso del alimoche (*Neophron percnopterus*) en las Islas Baleares

Félix de PABLO

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

De Pablo, F. 2008. La migración como factor que determina la duración de los cuidados parentales durante el periodo de dependencia en rapaces: el caso del alimoche (*Neophron percnopterus*) en las Islas Baleares. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 187-202. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Se ha estudiado el periodo de dependencia en una rapaz carroñera sedentaria, el alimoche (*Neophron percnopterus*) en las Islas Baleares, comparando con los datos obtenidos en una población migrante del noroeste de la Península Ibérica. La fecha de primer vuelo, la edad de independencia y la duración del periodo de dependencia no han variado entre estas dos poblaciones. Diversos autores han manifestado que la duración del periodo de dependencia puede venir determinado por la necesidad de que especies migrantes deban iniciar su migración, por lo que estas poblaciones deberían mostrar periodos de dependencia más cortos. Nuestros datos no apuntan en esa dirección mostrando que una población sedentaria tiene periodos de dependencia iguales a los que ocurren en otra población migrante.

Palabras claves: Alimoche, *Neophron percnopterus*, periodo de dependencia, migración, Islas Baleares.

EFFECT OF MIGRATION IN RAPTORS POST-FLEDGING DEPENDENCE PERIOD: THE EGYPTIAN VULTURE IN BALEARIC ISLANDS (SPAIN). Sedentary Egyptian vulture population was studied during their post-fledging dependence period in Balearic Islands (Spain) compared with a migratory population in northern Iberian Peninsula. Fledging age, independence age and length of post-fledging dependence period are similar in these two populations. Some studies are indicated that length of post-fledging dependence period are determinate by the necessity of migrant species begin his migration, and this migrant species would show length post-fledging dependence period more shorts. Our results show that sedentary populations have similar post-fledging dependence period that migration population.

Keywords: Egyptian vulture, *Neophron percnopterus*, post-fledging dependence period, migration, Balearic Islands.

Félix de PABLO, Urb. Binixica n° 18. 07712 Mahón (Menorca)

Recepció del manuscrit: 17-des-08; revisió acceptada: 30-des-08

Introducción

Una vez que los jóvenes de las aves abandonan el nido y comienzan a

desarrollar las habilidades del vuelo, empieza un periodo corto pero muy intenso durante el que deben aprender a valerse por sí mismos. Este periodo, denominado

periodo de dependencia, es el tiempo que transcurre desde que el pollo comienza a volar hasta que se vuelve independiente. Es un periodo muy importante durante el cual los pollos dependen todavía de los padres, tanto en el aspecto trófico como de su defensa.

Sin embargo, durante este periodo se dan dos intereses opuestos, por una parte los padres deben optimizar el gasto que han realizado en su prole y conseguir una reproducción exitosa, lo que implica invertir el máximo tiempo posible en su descendencia sin que un gasto excesivo puede repercutir sobre su propia supervivencia. Por otra parte, los pollos desean que sus padres sigan invirtiendo esfuerzos en ellos aun a costa de

perjudicarse. Estos conflictos han sido puestos de manifiesto en muchas especies de paseriformes, en los cuales se ha encontrado que los padres promueven progresivamente la independencia de sus hijos reduciendo sus atenciones. Los pollos tratan de prolongar el periodo de atenciones paternas mientras que los padres deben de detener sus atenciones una vez que el coste sobrepasa los beneficios que obtienen en relación al éxito reproductivo.

Algunos estudios han tratado de identificar cuáles son los factores que inciden sobre la duración del periodo de dependencia, pero pocos han sido llevados a cabo sobre rapaces. En algunas especies se ha propuesto que son los adultos los que promueven el final de dicho periodo por

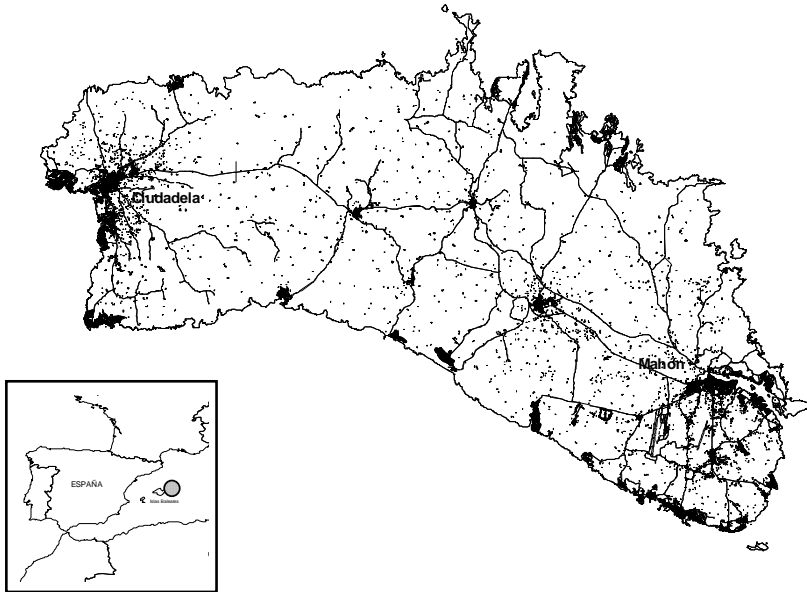


Fig. 1. La Isla de Menorca, perteneciente el Archipiélago Balear, se encuentra situada en el centro del Mediterráneo occidental, y es la segunda en tamaño.

Fig. 1. Menorca Island, in Balearic Islands, are in occidental Mediterranean, and are the second in size.

medio de una reducción en el aporte de alimento que proporcionan a los pollos (Kussman, 1976; Real y Mañosa, 1987), por medio de un incremento en las agresiones hacia ellos (Newton, 1979; Alonso *et al.*, 1987; Gargett, 1972), mientras que en otras especies se ha indicado que los juveniles inician la independencia por una pérdida gradual de interés hacia los adultos a medida que ellos aprenden a alimentarse por si mismos (Brown, 1966; Walter, 1987).

Estudios previos llevados a cabo sobre una población migrante de alimoche en el noreste de la Península Ibérica (Donazar y Ceballos, 1990) han mostrado que existe un conflicto entre los padres y su descendencia y que este se rompe por la migración de los jóvenes. Igualmente, en varios estudios se ha indicado que la migración pudiera ser un factor clave a la hora de determinar la duración de este periodo, de tal forma que las especies migrantes comiencen su independencia condicionados por la fecha de migración (Newton, 1979; Sherrod, 1983).

Varios aspectos de la ecología del alimoche han sido estudiados en los últimos años en las Islas Baleares (de Pablo 2006, 2007; Kretzmann *et al.*, 2003). Dada la situación de aislamiento en el Mediterráneo y su pequeño tamaño, la población de alimoches de las Islas Baleares se encuentra en una situación de riesgo, por lo que incrementar el conocimiento que se tiene sobre ella es una prioridad desde el punto de vista de su conservación.

El objetivo del presente estudio es determinar el papel que juega la migración en el periodo de dependencia de las rapaces y en concreto en una especie carroñera con un corto periodo de aprendizaje, como es el alimoche (*Neophron percnopterus*). Para ello se dispone de un estudio previo en el

que se determinan los factores que inciden sobre el periodo de dependencia del alimoche llevado a cabo en una población migrante de la Península Ibérica y que servirá como referente para determinar los cambios que ocurren en una población sedentaria.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se ha llevado a cabo en la Isla de Menorca (Baleares, España). Menorca, con una superficie de 700 km, es la segunda isla en tamaño del Archipiélago Balear (Fig. 1) y posee un paisaje muy variado y dividido en una región norte con suaves ondulaciones debido a la presencia de pequeñas colinas y una región sur caracterizada por una plataforma tabular calcárea surcada por grandes barrancos. El clima es templado, con una temperatura media anual entre 16.5 y 17.5 °C que no varía mucho a lo largo del año, y con precipitaciones entre 450 y 650 mm, con máximos en otoño (Jansà, 1979).

El alimoche, *Neophron percnopterus*

El alimoche es una de las cuatro especies de buitres que existen en España, siendo las otras tres el buitre leonado, *Gyps fulvus*, el buitre negro, *Aegypius monachus*, y el quebrantahuesos, *Gypaetus barbatus*. Las cuatro especies sufrieron, en la primera mitad de este siglo y hasta los años setenta, una acusada regresión que los llevó a desaparecer de amplias regiones, y a reducir sus poblaciones a niveles muy bajos (BirdLife International 2004). A partir de los años setenta, parecía que la regresión se había detenido, aunque la población no parecía aumentar. Sin embargo, desde principios de los años 90 el incremento en

el uso de cebos envenenados para el control de predadores ha provocado una gran mortalidad de alimoche (Del Moral *et al.*, 2002).

En las islas Baleares se encuentra en Mallorca y en Menorca, pero el grueso de su población se sitúa en la isla de Menorca, con un 98% de la población reproductora (de Pablo, 2002a; 2002b). Su estatus es “en peligro” no tanto por la tendencia de la población, que actualmente es positiva, sino por tratarse de una población pequeña, aislada y sin aporte de ejemplares extra insulares, lo que la sitúa en situación de riesgo permanente.

La población de Menorca se encuentra en buen estado de conservación, habiendo sido considerada como la más densa de la Península con 1 pareja/6.7 km², y estando formada por 50 parejas reproductoras en el año 2008 (de Pablo, 2002b y datos propios no publicados). Además al tratarse de la única población que permanece en sus territorios durante todo el año, sin migrar, cuando las demás se van a sus cuarteles de invernada en África, le ha conferido una calificación especial y singular (Kretzmann *et al.*, 2003). A pesar de este aparente buen estado, sobre ella se ciernen varios problemas: el efecto de las pequeñas poblaciones y el resurgimiento del veneno.

Los estudios llevados a cabo hasta la fecha sobre la población se han centrado en múltiples aspectos, tales como biología reproductora, alimentación, genética, mortalidad, uso del territorio y hábitat, tóxicos y demografía, lo que ha permitido disponer de los conocimientos necesarios para gestionar adecuadamente la especie (de Pablo, 2007).

Toma de datos

Para poder llevar a cabo el control de los pollos estos fueron marcados con anillas

plásticas de lectura a distancia y con emisores tipo mochila que fueron ajustados al cuerpo del animal con un arnés de teflón (Kochert *et al.*, 1983), y que permitieron controlar a cada ejemplar a través de un receptor y una antena direccional. Se eligieron territorios situados en lugares abiertos que pudieran facilitar el control de los pollos una vez comenzaran a volar. Inicialmente las parejas territoriales elegidas fueron controladas a distancia con el fin de observar el desarrollo de la reproducción y se accedió al nido cuando los pollos tenían alrededor de 55 días de edad, que se considera que es la edad idónea para colocarles los emisores de arnés.

Cuando se accedió al nido se aprovechó para anillar a los pollos con anillas metálicas, anillas plásticas de color amarillo con dígitos negros para su lectura a distancia, instalarles un emisor, tomar medidas morfométricas (longitud de la tercera primaria en milímetros y peso de animal en gramos) y para obtener una muestra de sangre de la vena radial para sexar al pollo. La edad de los pollos se determinó en base a la longitud de la tercera primaria que fue medida con una regla con tope cuando se accedió al nido para marcar a los pollos.

A partir de la fecha de marcaje los territorios siguieron controlándose esporádicamente hasta que se iniciaron controles más exhaustivos en julio, antes que los juveniles comenzaran a volar y terminaron en septiembre, una vez los juveniles se vuelven independientes. Los periodos de observación fueron días enteros, desde el amanecer hasta el anochecer, controlándose el mismo nido cada 4 días. Las observaciones se realizaron a distancia, entre 200-400 m, con ayuda de prismáticos y de telescopio.

Ejemplar	Primer vuelo		Independencia		Periodo Dep.
	Fechas	Edad	Fecha	Edad	
1A1	2-agosto	71	26-agosto	95	24
1A0	4-agosto	76	1-septiembre	104	28
1UL	10-agosto	74	3-septiembre	98	24
1UX	12-agosto	79	24-agosto	91	12
1AT					
1AX					
MEDIA		75		97	22

Tabla 1. Fechas y edad (en días desde que nacieron) de primer vuelo y de independencia de juveniles de alimoche. Se indica también la duración del periodo de dependencia (en días).

Table 1. Date and age (in days) of first flight and independence of juveniles Egyptian vultures. The length of post-fledging period is also indicated (in days).

Durante los años 2003 y 2004 se controlaron seis ejemplares pertenecientes a parejas territoriales diferentes. Sin embargo, en dos parejas territoriales ha habido problemas importantes que imposibilitaron la toma de datos de forma continua, por lo que fueron extraídos de la mayoría de los análisis. Se llevaron a cabo un total de 44 días de control que correspondieron a 29.554 minutos (493 horas), con un rango de 8-10 días de control por pollo.

Durante los días de control todas las observaciones se grabaron en una grabadora de bolsillo que posteriormente fue transcrita y pasada a papel con cuyos datos se diseñó una ficha diaria por ejemplar en donde constaba esta información.

Cuando los pollos comenzaron a volar a cierta distancia del nido se utilizó un segundo equipo de control que efectuaba seguimientos de los ejemplares fuera del territorio. Los controles continuaron después de finalizar el periodo de dependencia para comprobar que los jóvenes ya no recibían ninguna atención por parte de los padres.

Las variables utilizadas para describir las relaciones durante el periodo de dependencia fueron las siguientes:

- 1) Fecha de primer vuelo: edad, en días, a la que los pollos realizan el primer vuelo.
- 2) Fecha de independencia: edad, en días, a la que los pollos se vuelven independientes, esto es, cuando no reciben ninguna atención parental (alimentación, vigilancia o defensa ante predadores).
- 3) Periodo de dependencia: periodo comprendido entre la edad de primer vuelo y la edad de independencia.
- 4) Número de cebas: número de cebas efectuadas diariamente por alguno de los adultos, tanto en el nido como en sus inmediaciones.
- 5) Tiempo de defensa: tiempo total diario, en minutos, dedicado por alguno de los adultos a la defensa del territorio ante posibles amenazas.
- 6) Tiempo medio de cada defensa: tiempo medio, en minutos, dedicado por alguno de los adultos a cada defensa del territorio ante posibles amenazas.
- 7) Tiempo de adultos en territorio: tiempo total diario, en minutos, en que alguno de los dos adultos está en el territorio.
- 8) Número de vuelos: número de vuelos diarios iniciados por cada uno de los pollos.

- 9) Tiempo dedicado al vuelo: tiempo total diario, en minutos, que el pollo se pasa volando.
- 10) Tiempo medio de vuelo: duración media diaria, en minutos, de cada vuelo que efectúa un pollo.
- 11) Conflictos: existencia de conflictos (agresiones, picadas,...) entre hermanos o entre padres-pollos.

Las fechas de vuelo y de independencia fueron estimadas para cada juvenil como la fecha media entre dos días de observación en los que hubiera ocurrido el primer vuelo o la independencia.

Mediante el presente trabajo se va a determinar la fecha del primer vuelo, la cual marca el inicio del periodo de dependencia, y la edad a la que empiezan la independencia. También se controlará la dedicación de los padres a lo largo de todo el periodo (cebas, defensa del territorio y tiempo pasado en el territorio), el desarrollo de las habilidades del vuelo en los juveniles, el desarrollo del comportamiento de caza y las posibles agresiones juveniles-adultos o juvenil-juvenil en polladas dobles.

Resultados

Fenología y longitud del periodo de dependencia

Las fechas de primer vuelo de los pollos tuvieron lugar entre el 2 de agosto y el 12 de agosto (Tabla 1) cuando tenían entre 71-79 días de edad. Las fechas en las que los pollos se volvieron independientes estuvieron comprendidas entre el 24 de agosto y el 3 de septiembre (Tabla 1) cuando tenían entre 91-104 días de edad. Así, la longitud del periodo de dependencia varió entre 12-28 días.

Se han comparado las edades de primer vuelo, independencia y longitud del periodo de dependencia para una población migrante (Donazar y Ceballos, 1990) con una población sedentaria (población menorquina) (Tabla 2). En relación con la edad de primer vuelo no encontramos diferencias significativas entre las dos poblaciones (Test U de Mann-Whitney, $U=7.0$, $P<0.05$).

En la edad a la que los pollos se vuelven independencia se obtiene que, aunque

Variable	Pobl. Migrante (n)	Pobl. Sedentaria (n)	Diferencias
Primer vuelo	75 (7)	75 (4)	n.s.
Independencia	103 (6)	97 (4)	n.s.
Periodo dependencia	28 (6)	22 (4)	n.s.

Tabla 2.- Valores de edad de primer vuelo (en días), edad de independencia (en días) y longitud del periodo de independencia (en días) obtenidos para pollos de alimoche en dos poblaciones diferentes: una población migrante (noreste de la Península Ibérica) y una población sedentaria (Islas Baleares). Entre paréntesis (n) aparece el tamaño de la muestra. Para cada variables se presentan el valor medio y se han calculado sus diferencias mediante pruebas no paramétricas (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$, n.s.= no significativa).

Table 2. *Fledging age, independence age and length of the post-fledging dependence period (in days) in juveniles of Egyptian vultures in two different populations: migration population (NE Iberian Peninsula) and sedentary population (Balearic Islands).*

existe una diferencia media de cinco días entre las dos poblaciones, los análisis estadísticos no muestran una diferencia significativa (Test U de Mann-Whitney, $U=6.5$, $P<0.05$).

Por último, al comparar la duración del periodo de dependencia obtenemos que tampoco existen diferencias significativas entre las dos poblaciones (Test U de Mann-Whitney, $U=12.5$, $P<0.05$).

Desarrollo de la capacidad de vuelo

Considerando todos los pollos estudiados como una única muestra se observa un incremento en el número de vuelos efectuados en relación con la edad, aumentando este valor a medida que los pollos van creciendo, aunque no se obtiene una relación significativa (Coeficiente de correlación de Spearman, $P<0.05$) (Fig. 2). Por otra parte, las relaciones entre la duración media de cada vuelo, el tiempo total diario pasado volando y la edad tampoco tienen una relación significativa (Coeficiente de correlación de Spearman, $P<0.05$; figuras 3 y 4).

Desarrollo de la capacidad de alimentación

Durante todo el periodo de dependencia los pollos dependen exclusivamente de sus padres para alimentarse y en ningún caso se ha observado ningún pollo que consiga alimento por sí mismo, aunque a medida que los pollos realizan vuelos y desplazamientos más largos es posible que hayan podido alimentarse independientemente sin que nosotros lo hayamos observado, pero en todo caso habrán sido situaciones esporádicas.

Todos los aportes de alimentos por parte de los adultos fueron restos traídos con el pico y todos se efectuaron en el nido, incluso cuando el pollo se encontraba fuera del nido en sus alrededores ($n=50$) los adultos entraban al nido dejando en él los

alimentos que traían y en ningún caso observamos que se acercaran a cebar al pollo fuera del nido.

También se ha observado la aparición de acciones de piratería, de forma que algunos pollos visitan frecuentemente nidos cercanos de otros alimochos para obtener restos de alimento que se encontraran en ellos. Este comportamiento fue observado en dos de los pollos controlados y es favorecido por el hecho que los adultos siempre dejen el alimento en el nido, independientemente que el pollo se encuentre en él o esté por fuera.

En relación con el horario en que los adultos aportan alimento al nido (Fig. 6) se observa que no existe un patrón definido y que el alimento es aportado a lo largo de una amplia franja horaria, desde las 8:00 hasta las 16:00, distribuyéndose uniformemente en ese horario, y que tampoco existen diferencias entre parejas.

Gasto parental

Para determinar si el esfuerzo que los padres invierten en los pollos varia a lo largo del periodo de dependencia, lo que hemos denominado el gasto parental, y pudiera ser uno de los factores que provoca la ruptura familiar, hemos controlado tres variables, el número de cebas diarias, el tiempo pasado por los adultos en el territorio y el número de defensas territoriales diarias hacia intrusos.

Las variables que definen el gasto parental varían de forma diferente en relación con la edad de los pollos, aunque no hemos encontrado una correlación significativa en ninguna de las tres variables consideradas en relación con la edad de los pollos (Coeficiente de correlación de Spearman, $P<0.05$). Así, la frecuencia de cebas diarias tiende a mantenerse con la edad, no observándose diferencias a medida que los pollos crecen

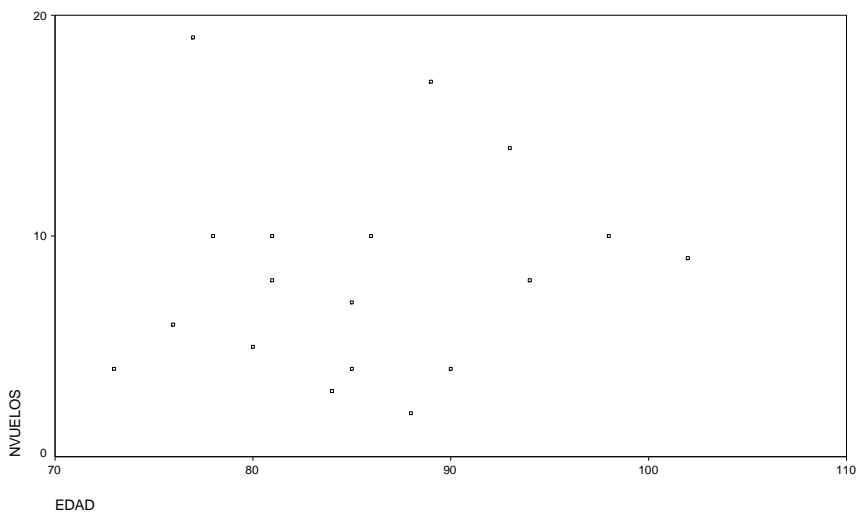


Fig. 2. Relación entre el número de vuelos diarios de pollos de alimoche y su edad (en días).
Fig. 2. Relationship between number of daily flights and fledging age in juvenile Egyptian vultures.

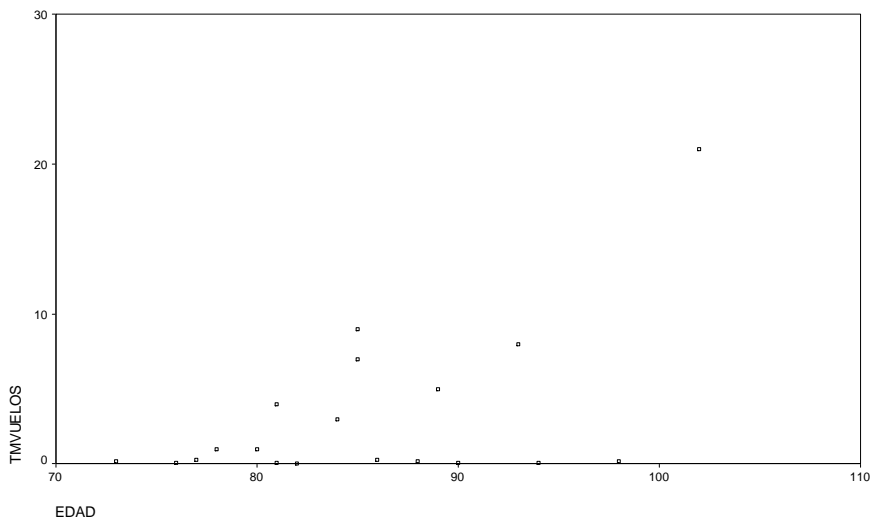


Fig. 3. Relación entre el tiempo medio de cada vuelo (en minutos) de pollos de alimoche y su edad (en días).
Fig. 3. Relationship between average daily duration in each flight (in minutes) and fledging age in juvenile Egyptian vultures (in days).

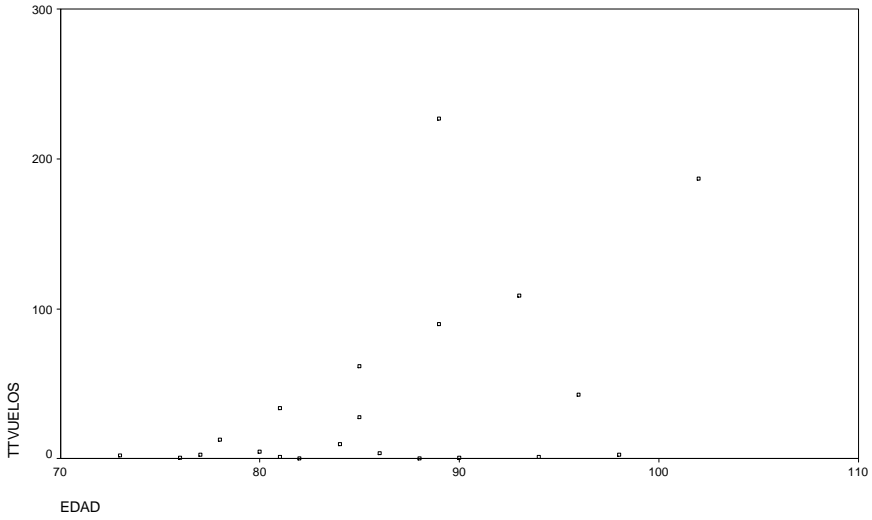


Fig. 4. Relación entre el tiempo total diario pasado volando por pollos de alimoche y su edad (días).
Fig. 4. Relationship between daily times (in minutes) spent in flight and fledging age in juvenile Egyptian vultures (in days).

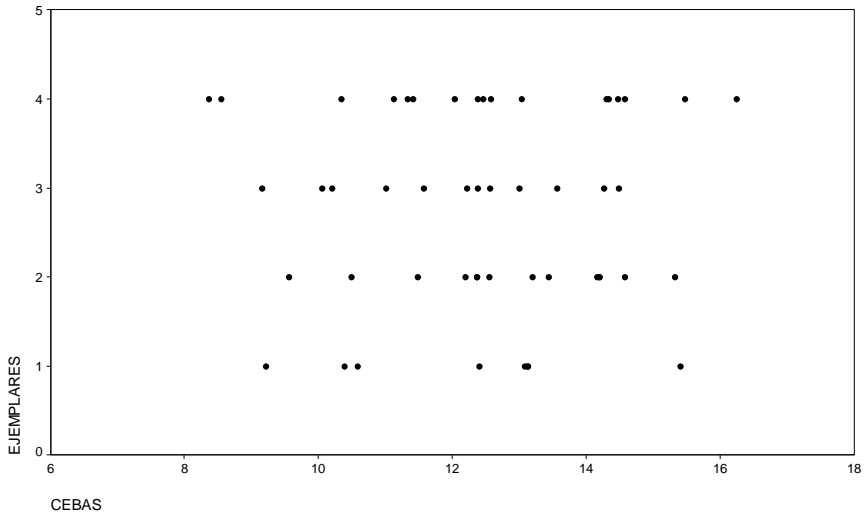


Fig. 5. Distribución de los horarios de las cebas que los adultos realizaban al nido a lo largo del día.
Fig. 5. Distributions of adult daily feeding horary in juvenile Egyptian vultures in the nest.

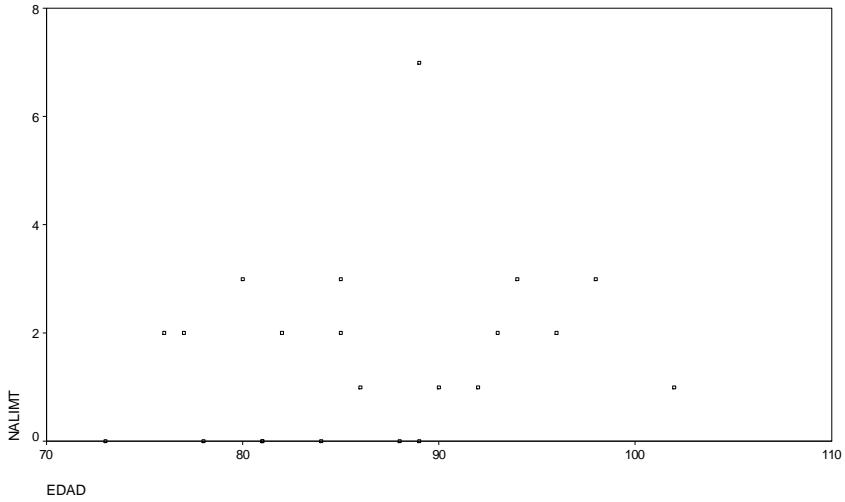


Fig. 6. Número de cebas diarias efectuadas por alguno de los adultos de alimoches durante el periodo de dependencia (en días).

Fig. 6. Relationship between number of adult daily feeds and fledging age in juvenile Egyptian vultures (in days).

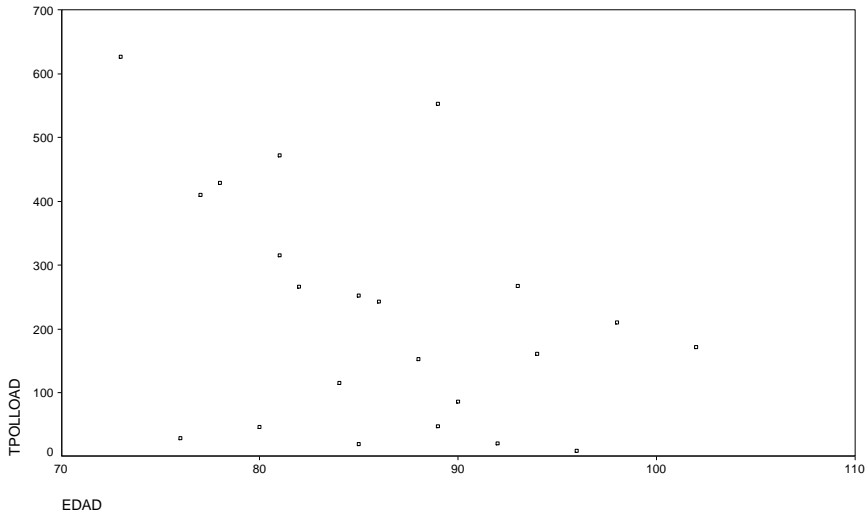


Fig. 7. Tiempo pasado por jornada, en minutos, por al menos un adulto en el territorio y sus variaciones con la edad de los pollos (en días).

Fig. 7. Relationship between time spent by adults in the area near the nest (in minutes) and fledging age in juvenile Egyptian vultures (in days).

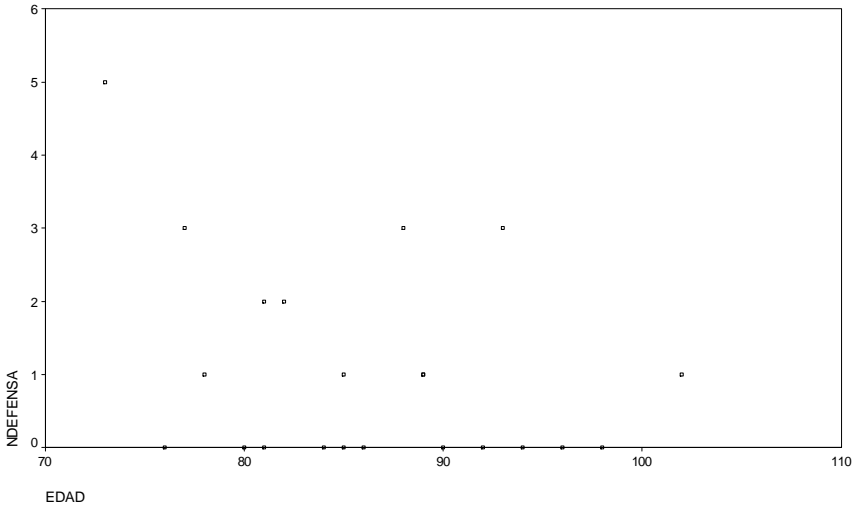


Fig. 8. Número de defensas diarias efectuadas por alguno de los adultos contra posibles amenazas en los alrededores del nido (en días).

Fig. 8. Relationship between number of adults chasing intruder and fledging age in juvenile Egyptian vultures (in days).

(Fig. 6). Los adultos aportan casi dos cebas diarias durante todo el periodo de dependencia sin apreciarse variación alguna hasta el momento en que dejan de aportar. Por otra parte, el tiempo pasado diariamente por al menos uno de los adultos en el territorio parece disminuir con la edad del pollo (Fig. 7) y el número de defensas diarias efectuadas por alguno de los adultos para defender el territorio contra intrusos no parece mostrar variaciones a lo largo del periodo de dependencia (Fig. 8).

Las especies que eran atacadas por los adultos cuando se adentraban en el territorio fueron alimoches adultos e inmaduros, cernícalos (*Falco tinnunculus*), aguilillas calzadas (*Hieraetus pennatus*) y halcón peregrino (*Falco peregrinus*), aunque las más atacadas fueron alimoches, tanto adultos como inmaduros. La razón por la que en algunas ocasiones eran atacadas estas especies y en otras no lo eran no parece clara, pues en determinadas

ocasiones ejemplares de alimoches se posaron muy cerca del nido y no sufrieron ningún ataque por los adultos, mientras que en otras ocasiones en que había algún ejemplar más alejado provocaba el ataque por parte de uno de los adultos.

En muy pocas ocasiones (n=2) se han observado agresiones de los pollos hacia sus padres y normalmente al final del periodo de dependencia. Por otra parte únicamente en dos ocasiones se han visto agresiones de los padres a los pollos y siempre después de continuas insistencias de los pollos para que los adultos les alimentaran.

Discusión

Los resultados muestran una edad media de vuelo de 75 días y una duración media del periodo de dependencia de 22 días. Este corto periodo de dependencia es sorpren-

dente, pues para aves del tamaño corporal del alimoche se espera que tengan un periodo de dependencia mucho más largo que lo observado (Newton, 1979), tanto por la necesidad de más cuidados parentales, como debido a la escasez e impredecibilidad de los recursos alimenticios que caracteriza el tipo de alimentación carroñera (Newton, 1979). Sin embargo, resultados similares fueron obtenidos para otra población de alimoches estudiada en el noroeste de la Península Ibérica (Donazar y Ceballos, 1990) en que se encontró que los pollos volaban a los 75 días de edad y tenían un periodo de dependencia de 28 días (n=6).

Como en otras rapaces, los alimoches comienzan a volar cuando sus alas todavía no están completamente desarrolladas y la longitud de sus primarias es alrededor del 84% de la longitud total (Donazar y Ceballos, 1989). Las plumas continúan su crecimiento hasta después del primer vuelo como en otras rapaces, por lo que necesitan un tiempo para poder incrementar sus capacidades de vuelo. Aunque no hemos encontrado una correlación en ninguna de las variables relacionadas con la capacidad de vuelo, número de vuelos, duración media de cada vuelo y tiempo total diario volando, los datos muestran cierta tendencia a incrementarse con la edad, hecho que vendría relacionado con una mayor capacidad de vuelo asociado a un mayor desarrollo del plumaje.

La aparición temprana de la capacidad para alimentarse directamente el pollo parece ser rara en aves de presa con técnicas elaboradas de caza (Brown, 1966; Sherrod, 1983), pero es relativamente frecuente en pollos que pueden alimentarse de carroña (Wallace y Temple, 1983; Walter, 1987; 1988) y que por tanto no necesitan un aprendizaje complejo en las técnicas de caza. Aunque no pudimos

comprobar esta posibilidad, en algún caso los pollos pasaron cierto tiempo alejados del territorio y podrían haberse alimentado de restos de carroña encontrados en el campo sin que pudiéramos haberlo comprobado. Por otra parte, el cleptoparasitismo de pollos de rapaces es conocido en varias especies (Cade, 1953; Brown, 1976; González *et al.*, 1985) y se desarrolla más frecuentemente en aquellas especies que crían en territorios cercanos, por lo que en el caso de Menorca con altas densidades y territorios muy cercanos es muy posible que sea una práctica habitual.

Nuestros datos sugieren que no hay un cambio importante en el gasto parental precediendo al final del periodo de dependencia, pues el número de cebas diarias, la intensidad de defensa del territorio por parte de los adultos ni el tiempo que los adultos permanecen en el territorio ha variado a lo largo de todo el periodo, aunque en algún caso también parece intuirse un descenso en su valor. Seguramente el pequeño tamaño de la muestra dificulta la obtención de significación. Los datos obtenidos parecen mostrar que la ruptura entre padres y pollos es una decisión en la intervienen las dos partes, pues aunque los adultos no inician un descenso de las cebas hacia los pollos, progresivamente van pasando menos tiempo en el territorio junto con los pollos, lo que determina además un descenso en la defensa del territorio, y provoca que los pollos a medida que van desarrollando sus habilidades de vuelo, deban comenzar a buscar alimento por sí mismos. Así, en un momento determinado dejan de aportar alimento al nido, provocando el final de la época de dependencia. En algunas aves de presa se han comprobado agresiones físicas de adultos hacia sus pollos (Newton, 1979; Robertson, 1985; Alonso *et al.*, 1987), agresiones que no han sido observadas en

nuestro caso. Las observaciones no parecen revelar un conflicto padres-descendencia en el caso del alimoche.

El hecho que en algún caso los adultos siguieran aportando alimento al nido incluso cuando el pollo ya no estaba en el territorio sugiere que los pollos también toman parte activa en la decisión de romper la unidad familiar, seguramente cuando ya no obtienen un beneficio tan importante como en fechas anteriores.

Efecto sobre la migración

En algunos estudios sobre rapaces se ha indicado la posibilidad de relacionar un corto periodo de dependencia con la necesidad de migrar rápidamente después del primer vuelo (Newton, 1979; Mader, 1981; Sherrod, 1983), incluso en estudios sobre el alimoche llevados a cabo en la Península Ibérica (Donazar y Ceballos, 1990) se ha sugerido esta explicación para explicar el corto periodo de dependencia.

Según Brown (1986) las rapaces que se alimentan de alimentos altamente predecibles muestran una mayor urgencia a la migración que las especies que dependen de fuentes menos variables. Ello puede hacer que la migración llegue a influir en la ruptura familiar de una especie. La necesidad de migrar en una fecha temprana puede ser la fuerza evolutiva que se haya priorizado sobre la tendencia natural de los jóvenes a tratar de extender la inversión parental (Trivers, 1974; Davies, 1978). Así, la ruptura de la unidad familiar puede producirse por iniciativa de los adultos o de los juveniles dependiendo de la intensidad de su necesidad de migrar.

En el caso de que esta situación se haya desarrollado, es lógico pensar que en aquellas especies que tengan poblaciones migrantes y sedentarias, en el caso de las poblaciones migrantes con la obligación de comenzar el periodo migratorio en una

fecha adecuada para llegar a sus cuarteles de invierno, tanto la fecha de vuelo como la fecha de independencia debería adelantarse en relación con las poblaciones sedentarias, que no tienen la necesidad de comenzar la migración, provocando que tengan periodos de dependencia más cortos que en el caso de poblaciones sedentarias.

Este no es el resultado observado en nuestro caso, pues los datos muestran que la edad media de vuelo no ha variado en relación con una población de alimoches migrante, y la duración media del periodo de dependencia fue de 22 días, menor que la observada en una población migrante ($x=28$ días), aunque no se han obtenido diferencias significativas. También obtenemos una duración similar del periodo de dependencia.

En el caso de que la necesidad de migrar fuera un factor importante en la ruptura de la unidad familiar esperaríamos que en nuestra población, al no existir esta necesidad migratoria, el periodo de dependencia se alargara más que lo observado en una población migrante. Por ello podemos pensar que, al menos en nuestro caso, existen otros factores importantes en la duración del periodo de dependencia y que la necesidad de migrar no parece ser un desencadenante para la ruptura familiar.

Es posible que la existencia de suficiente alimento en el medio pudiera ser una variable que incida en el corto periodo de dependencia obtenido, de tal forma que a medida que los jóvenes de alimoche van desarrollando sus habilidades de vuelo y comienzan a incrementar sus áreas de campeo, una alta probabilidad de encontrar carroña en el medio les compense comenzar a alimentarse por si mismos que seguir dependiendo tróficamente de los adultos.

La existencia de poblaciones migrantes viene determinada por la falta de

disponibilidad trófica en sus áreas de reproducción, lo que provoca que en el momento en que sus presas habituales un aporte alimenticio constante y abundante en Menorca seguramente ha sido el factor que ha provocado que la población de alimoche de Menorca sea sedentaria a diferencia de las demás poblaciones de la misma especie, factor que también puede haber incidido en periodos de dependencia cortos y en escasos conflictos adultos-pollos.

Agradecimientos

Para la realización de este estudio se ha contado con la ayuda del *Institut Menorquí d'Estudis*, así como de la *Direcció General de Medi Forestal i Protecció d'Espècies del Govern Balear* que ha venido subvencionado en los estudios sobre el alimoche desde hace años. Josep Capó, Albert Vila y Tana Pons han colaborado en muchos de los trabajos de campo y la familia Squella ha permitido el acceso a sus fincas para poder llevar a cabo parte del trabajo.

Bibliografía

Alonso, J.C., Gonzalez, B., Heredia, B., y Gonzalez, J.L. 1987. Parental care and transition to Independence in the Spanish Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) in Doñana National Park, southwest Spain. *Ibis*, 129: 212-224.

BirdLife International 2004: Birds in Europe. *Population estimates, trends and conservation status*. BirdLife International. BirdLife Conservation Serie Nº 12. Cambridge, UK.

Brown, L.H. 1966. Observations on Kenya eagles. *Ibis* 108: 561-572.

Brown, L.H. 1976. *Eagles of the World*. David & Charles. London.

comiencen a escasear, deban iniciar sus movimientos migratorios. La existencia de

Cade, T.J. 1953. Behaviour of a young Gyrfalcon. *Wilson Bull.*, 65: 26-31.

Davies, N.B. 1978. Parental meanness and offspring independence: an experiment with hand-reared Great Tits *Parus major*. *Ibis*, 120: 509-514.

Del Moral, J.C. y Martí, R. (Eds) 2002. *El alimoche Común en España y Portugal (I Censo Coordinado)*. Año 2000. Monografía nº 8. SEO/BirdLife. Madrid.

De Pablo F. 2002a. La situación del alimoche, *Neophron percnopterus* en las Islas Baleares. *Anuari Ornitològic de les Balears*, 17: 53-57.

De Pablo, F. 2002b. El alimoche en las Islas Baleares. 78-79 In: Del Moral, J.C. y Martí, R. (Eds). *El alimoche común en España y Portugal (I Censo coordinado)*. Año 2000. Monografías nº 8. SEO/BirdLife.Madrid.

De Pablo, F. 2006. *Dinámica poblacional del alimoche, Neophron percnopterus, en Menorca*. Informe inédito. Societat Ornitològica de Menorca. Conselleria de Medi Ambient-Consell Insular de Menorca.

De Pablo, F. 2007. *Estudio previo para la elaboración de un Plan de Recuperación de la población de alimoche, Neophron percnopterus, en las Islas Baleares*. Informe inédito. Societat Ornitològica de Menorca.Conselleria de Medi Ambient-Govern Balear.

Donazar, J.A. y Ceballos, O. 1989. Growth rates of nestling Egyptian Vultures (*Neophron percnopterus*) in relation to brood size, hatching order and environmental factors. *Ardea*, 77: 217-226.

Donazar, J.A. y Ceballos, O. 1990. Post-fledging dependence period and development of flight and foraging behaviour in the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus*. *Ardea*, 78 (3): 387-394.

Gargett, V. 1972. Observations at a Black Eagle nest in the Matopos, Rhodesia. *Ostrich*, 43: 77-108.

González, L.M., Alonso, J.C., González, J.L. y Heredia, B. 1985. Éxito reproductor, mortalidad, periodo de dependencia y

- dispersión juvenil del Águila Imperial Ibérica (*Aquila adalberti*) en el Parque Nacional de Doñana (1984). *Monografías ICONA* 36: 4-44.
- Jansà, A. 1979. Climatología de Menorca. In: *Enciclopèdia de Menorca*. Primer Tom: Geografía Física. Obra Cultural de Menorca.
- Kretzmann, M., Capote, N., Gautschi, B. Godoy, J.A., Donazar, J.A. y Negro, J.J. 2003. Genetically distinct island populations of the Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*). *Conservation Genetics*, 4: 697-706.
- Kochert, M.N., Steenhof, K. y Moritsch, M.Q. 1983. Evaluation of patagial markers for raptors and ravens. *Wildl. Soc. Bull.*, 11: 271-281.
- Kussman, J.V. 1976. Post-fledging behavior of the northern Bald Eagle (*Haliaeetus leucocephalus alascanus*) in the Chippewa National Forest, Minnesota. M. sc. Thesis. University of St. Paul, Minnesota.
- Mader, W.J. 1981. Notes on nesting raptors in the Llanos of Venezuela. *Condor*, 83: 48-51.
- Newton, I. 1979. *Population ecology of raptors*. T. & D. Poyser. Calton.
- Real, J. y Mañosa, S. 1987. Estudi del procés d'emancipació dels joves d'àliga perdiguera. *Hieraaetus fasciatus*. Universitat de Barcelona. Barcelona
- Robertson, A.S. 1985. Observations on the post-fledging dependence period of Cape Vulture. *Ostrich*, 56: 58-66.
- Sherrod, S.K. 1983. *Behavior of fledgling Peregrines*. The peregrine Fund. Inc. Ithaca, New York.
- Trivers, B.L. 1974. Parent-offspring conflict. *Am. Zool.*, 14: 249-264.
- Walker, D.G. 1987. Observations on the post-fledging period of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in England in 1986. *Ibis*, 129: 92-96.
- Walker, D.G. 1988. The behavior and movements of a juvenile Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in England in 1986. *Ibis*, 130: 654-665.
- Wallace, M.P. y Temple, S.A. 1983. An Evaluation of Techniques for Releasing Hand-Reared Vulture to Wild. In: Wilbur, S.R. y Jackson, J.A. (eds). *Vulture Biology and Management*. UCP, Los Angeles.

Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) del Parc Natural de l'illa de sa Dragonera (Illes Balears, Mediterrània occidental)

Lluc GARCIA

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Garcia, L. 2008. Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) del Parc Natural de l'illa de sa Dragonera (Illes Balears, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 203-224 ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'han recol·lectat 17 espècies d'isòpodes terrestres (Crustacea: Oniscidea) al Parc natural de l'illa de sa Dragonera, situada al sud-oest de l'illa de Mallorca (Espanya, Illes Balears, Mediterrània occidental). En el decurs de diverses expedicions realitzades a l'illa en els anys 1989, 1999, 2000, 2005 i 2006 s'han capturat aproximadament 400 exemplars, directament a mà o mitjançant trampes de caiguda. Fins aleshores únicament s'havia citat a sa Dragonera una espècie d'Oniscidea: *Armadillidium cruzi*, endèmica de Mallorca que també habita en aquesta illa. Altres 16 espècies de someretes: *Ligia italica*, *Stenoniscus pleonalis*, *Armadilloniscus ellipticus*, *Platyarthus schoeblii*, *Stenophiloscia glarearum*, *Halophiloscia couchii*, *Halophiloscia* sp., *Leptotrichus panzerii*, *Agabiformius lentus*, *Porcellionides sexfasciatus*, *Porcellionides fuscomarmoratus*, *Porcellionides pruinosus*, *Porcellio incanus*, *Armadillidium granulatum*, *Armadillidium vulgare* i *Armadillo officinalis*, es citen per primera vegada en aquesta illa.

Paraules clau: *Isopoda, Oniscidea, Illes Balears, sa Dragonera, fauna insular.*

THE TERRESTRIAL ISOPODS (CRUSTACEA: ISOPODA: ONISCIDEA) FROM THE NATURAL PARK OF THE SA DRAGONERA ISLAND (BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). Seventeen species of terrestrial isopods has been collected in the island of sa Dragonera, a natural park located in the SW of Majorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). About 400 specimens has been gathered by hand or by means of pit-fall traps in various expeditions carried out to the island in the years 1989, 1999, 2000, 2005 and 2006. So far only one species of Oniscidea have been recorded in sa Dragonera.: *Armadillidium cruzi*, a endemic species of Majorca that also inhabits in this island. Other 16 species of woodlice: *Ligia italica*, *Stenoniscus pleonalis*, *Armadilloniscus ellipticus*, *Platyarthus schoeblii*, *Stenophiloscia glarearum*, *Halophiloscia couchii*, *Halophiloscia* sp., *Leptotrichus panzerii*, *Agabiformius lentus*, *Porcellionides sexfasciatus*, *Porcellionides fuscomarmoratus*, *Porcellionides pruinosus*, *Porcellio incanus*, *Armadillidium granulatum*, *Armadillidium vulgare* and *Armadillo officinalis*, are also recorded for the first time on the island.

Keywords: *Isopoda, Oniscidea, Balearic Islands, sa Dragonera, insular fauna.*

Lluc GARCIA, Museu Balear de Ciències Naturals. Carretera Palma-Port de Sóller, Km. 30. Apartat de correus nº 55. 07100 – Sóller (Mallorca), Illes Balears. E-mail: llucgarcia@telefonica.net

Recepció del manuscrit: 18-des-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Els isòpodes terrestres de les illes Balears han estat fins fa pocs anys els crustacis menys estudiats. Pocs naturalistes dels que han passat per les Balears havien prestat atenció a l'estudi d'aquest grup d'artròpodes terrestres tot i els seu elevat interès biogeogràfic (Garcia i Cruz, 1996). En aquest context iniciarem l'any 1987 l'estudi detallat dels isòpodes terrestres insulars, en gran part facilitat per les recol·leccions sistemàtiques de fauna terrestre dutes a terme per investigadors i col·laboradors, especialment Guillem X. Pons i Miquel Palmer, i les col·lectes de material bioespeleològic realitzades per Jaume Damians. L'any 1992 amb motiu de la redacció del llibre "Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera" (Alcover *et al.*, 1993), es va poder fer una primera aproximació a la fauna d'isòpodes terrestres d'aquest subarxipèlag, actualment Parc Nacional Marítim Terrestre, i se'n va poder elaborar un catàleg preliminar (Garcia i Cruz, 1993). Un segon contacte amb la fauna microinsular de la Mediterrània espanyola va ser possible gràcies al projecte d'estudi de la fauna invertebrada terrestre de les illes Chafarinas (o Djafarân), situades al nord d'Àfrica, projecte finançat per l'*Organismo Autónomo de Parques Nacionales del Ministerio de Medi Ambient* (Pons *et al.*, 1999). Finalment, dues ajudes del Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca durant els anys 1999 i 2005 van possibilitar l'autor a fer un seguit de sortides de recol·lecció a sa Dragonera i una primera aproximació a la seva fauna d'isòpodes terrestres.

Antecedents

sa Dragonera és una petita illa situada a

l'extrem SW de l'illa de Mallorca de la que està separada per un braç de mar d'uns 800 metres (Fig. 1). L'illa té 4 km de longitud i una amplària màxima d'únicament 1 km, amb una superfície total de 288 hectàrees, assolint una alçada de 353 metres en el seu punt més elevat. El clima, mediterrani semi-àrid, és veu caracteritzat d'una banda per la forta influència marina, característica dels illots que envolten Mallorca, i de l'altra per una pluviometria variable que en alguns anys pot arribar o fins i tot superar el 500 mm tot i que la mitja anual es situa al voltant dels 350 mm. Es tracta d'un dels punts més càlids de Mallorca ja que a l'hivern la temperatura no davalla dels 11°C, amb una mitjana al voltant del 17°C (Grimalt, 1996). Estructuralment, l'illa representa la prolongació cap el SW de la Serra de Tramuntana de Mallorca i els materials geològics que hi afloren són bàsicament calcàries, bretxes i dolomies mesozoiques pertanyents al Juràssic. (Fornós *et al.*, 1996). La vegetació és típicament mediterrània, adaptada a un clima sotmès a una diàpauza acusada i a la influència marina. S'hi han identificat 9 comunitats vegetals, més fragmentades que a la veïna illa de Mallorca però amb alguns elements singulars. A la zona litoral hi ha comunitats herbàcies halòfiles, bosquets nitrohalòfils de ribera i vegetació halòfila d'estanys costaners i, a la banda de ponent, vegetació de peus de penyals, balmes i vegetació fissurícola. Escampada per tota l'illa trobam màquia escleròfila d'ullastre i olivella (*Oleo-Ceratonion*) i també garriga de *Rosmarinus officinalis* i *Erica multiflora* (*Rosmarino-Ericion*). Taques més o menys extenses de pinar de *Pinus halepensis* s'hi troben arreu així com també, en diverses zones, vegetació ruderal (Alomar, 1996).

La fauna vertebrada està ben estudiada però els invertebrats terrestres de sa Dragonera són, en general, poc coneguts.

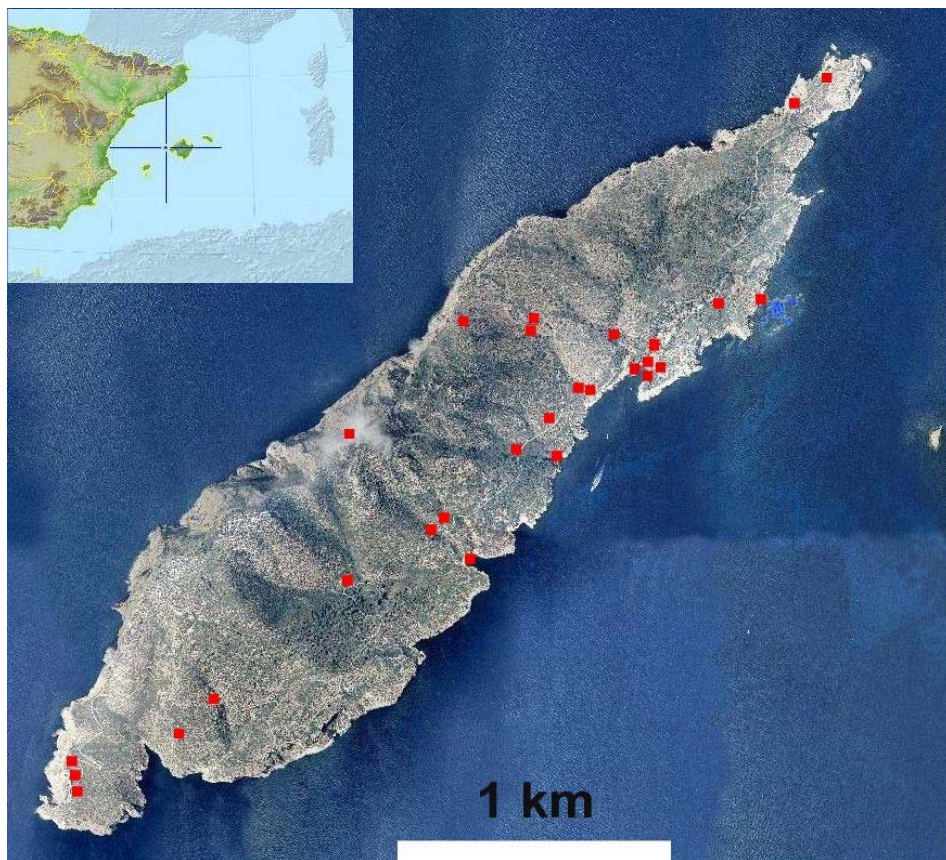


Fig. 1. Situació i localitats prospectades de l'illa de sa Dragonera.
Fig. 1. Location and collection sites of sa Dragonera island.

Els treballs realitzats fins ara es limiten als grups faunístics més conspicus com són els coleòpters, especialment tenebrionids i crisomèlids (Gómez-Zurita *et al.*, 1996), els mol·luscs terrestres o els aranèids. Un dels primers estudis generals sobre la fauna terrestre de l'illa va ser presentat per Alcover *et al.* (1990). Fins el moment, les prospeccions faunístiques per determinar la presència a l'illa d'endemismes animals balearics o gimnèsics, s'han saldat amb un llistat d'aproximadament 25 tàxons (Alomar *et al.*, 1996; Pons i Palmer, 1996).

Entre aquests s'hi troben quatre crustacis aquàtics, només un d'ells, *Typhlocirolana moraguesi*, pertanyent al grup dels isòpodes. La "primera cita" d'un isòpode terrestre a sa Dragonera (Govern Balear, 1998) és errònia ja que el tàxon esmentat en aquest llistat com a suposat oniscideu és *Glomeris marginata*, denominació que correspon a un miriàpode del grup dels diplòpodes o milpeus que, a més, no viu a les Balears. Curiosament, Compte (inèdit) també cita *Glomeris* sp. d'aquesta illa. Un avanç dels primers resultats de la campanya



Fig. 2. *Armadillidium cruzi* Garcia, 2003. Exemplars de sa Dragonera.

Fig. 2. Armadillidium cruzi Garcia, 2003. Specimens from sa Dragonera.-

realitzada a sa Dragonera l'any 2002 amb un llistat preliminar d'isòpodes terrestres va ser presentat per Garcia (2001). Finalment, Garcia (2003) ressenya material de sa Dragonera entre els exemplars tipus d'un Armadillidiidae endèmic de Mallorca i d'aquesta illa, *Armadillidium cruzi* (Garcia, 2003) (Fig. 2).

Material i mètodes

La primera visita a l'illa es va realitzar el mes d'octubre de 1999 durant la qual es prospectaren directament alguns ambients i es recolliren els primers exemplars. Posteriorment, es dugueren a terme cinc curtes campanyes de recol·lecció. L'any 2000 es va visitar l'illa en dues ocasions, en

els mesos de febrer i desembre, durant les quals també es realitzaren recol·leccions directes al llarg d'un transsecte NE-SW seguint els dos camins que permeten recórrer l'illa de punta a punta travessant diversos ambients representatius. L'extrema sequera que va patir l'illa durant aquest any va fer desistir de realitzar jornades de recol·lecció a la primavera i a l'estiu. L'any 2006 també es va visitar l'illa en tres ocasions, una en el mes de maig durant la qual es recol·lectà a diverses zones litorals i dues en el mes de juny. En aquest darrer cas, a més de la recol·lecció directa es van col·locar trampes de caiguda durant una setmana amb resultats no satisfactoris ja que les trampes varen ser desenterrades per conills (*Oryctolagus cuniculus*) o, més probablement, per rates (*Rattus rattus*),

Estació	Nom	Descripció	UTM (ED-50/31)
ST1	Es Lladó	Platja de còdols amb restes de <i>Posidonia oceanica</i> .	X: 442440 Y: 4382446
ST2	Es Lladó	Matoll halòfil amb <i>Tamarix africana</i> .	X: 442499 Y: 4382441
ST3	Camí del far de Tramuntana	Vora inici de Sa Paret. Zona alterada.	X: 442833 Y: 4382835
ST4	Camí del far de Tramuntana	Pinar (<i>Pinus halepensis</i>) amb sòl recobert de pinassa.	X: 442579 Y: 4382627
ST5	Camí del far de Tramuntana	Lapiaz	X: 443033 Y: 4383394
ST6	Far de Tramuntana	Roquissar. ass. <i>Launeetum cervicornis</i> .	X: 443257 Y: 4383538
ST7	Camí del Far de Llebeig	Pinar (<i>Pinus halepensis</i>) estassat.	X: 442088 Y: 4382180
ST8	Torrent dels Garrots	Pinar (<i>Pinus halepensis</i>), zona ombrívola amb fullaraca humida	X: 442379 Y: 4382646
ST9	Entre el Forn de Calç i s'Abeurador	Pinar (<i>Pinus halepensis</i>), zona ombrívola.	X: 441719 Y: 4381841
ST10	Entre el Forn de Calç i s'Abeurador	Pinar (<i>Pinus halepensis</i>), zona asolellada.	X: 441701 Y: 4381810
ST11	Comellar des Coll Roig	Lapiaz.	X: 442189 Y: 4382449
ST12	Camí del far de Llebeig	Entre el torrent de ses Fontanelles i el canal de Cala Llebeig.	X: 440735 Y: 4381124
ST13	Cap de Llebeig	Lapiaz.	X: 440378 Y: 4381012
ST14	Cap de Llebeig	Lapiaz.	X: 440377 Y: 4380865
ST15	Far de Llebeig (Far)	Zona alterada.	X: 440369 Y: 4380884
ST16	Torrent de ses Fontanelles		X: 44098 Y: 4381226
ST17	Es Forn de Calç		X: 441434 Y: 4381652
ST18	Far de na Pòpia		X: 441561 Y: 4382148
ST19	Camí del Far de Tramuntana		
ST20	Camí del far de Llebeig		X: 442018 Y: 4382107
ST21	Es Coll Roig		X: 441871 Y: 4382690
ST22	Camí de Llebeig, abans del Coll Roig	Pinar amb sòl recobert de molta pinassa.	X: 442208 Y: 4382397
ST23	Es Tancat	Conreu abandonat. Zona asolellada.	X: 442064 Y: 4382590
ST24	Es Tancat	Conreu abandonat. Sector d'obaga densament coberta d' <i>Arisarum vulgare</i> .	X: 442060 Y: 4382562
ST25	Es Lladó	Zona adlitoral amb <i>Limonium sp.</i>	X: 442456 Y: 4382490
ST26	Proximitats d'Es Lladó	Zona de conreu amb <i>Olea europaea</i>	X: 442520 Y: 4382452
ST27	Cala En Cucó	Platja de còdols. Zona humida.	X: 441824 Y: 4381718
ST28	Devora la punta des Calafats	Zona amb vegetació nitro-halòfila amb excrements de gavines i catifa de <i>Mesembryanthemum sp.</i>	X: 442815 Y: 4382743
ST29	Cala de s'Art	Balma litoral humida.	X: 442167 Y: 4382093
ST30	Camí de Llebeig	Pinar.	
ST31	Camí de Llebeig	Garriga amb <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Cneorum tricoccon</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> .	
ST32	Es Lladó	Zona de pinar litoral.	X: 442486 Y: 4382460

Taula 1. Relació i descripció de les estacions prospectades.
Table 1. List and description of collection sites.

suposadament atrets pel líquid anti-congelant comercial (solució d'etilenglicol) que es va fer servir com a medi de conservació. Aquest darrer mamífer és molt abundant a sa Dragonera on hi s'ha detectat una de les densitats més altes de les illes mediterrànies (Alcover *et al.*, 1990; Palmer i Pons, 1996) tot i que actualment la població ha minvat gràcies als controls duts a terme per l'administració del parc natural (Alomar *et al.*, 1996). Després d'una setmana, les trampes foren retirades ja que es constata que també eren perilloses per a les sargantanes (*Podarcis lilfordi giglioli*), subespècie endèmica de l'illa, ja que alguns exemplars hi foren capturats i es trobaren morts. Només una de les 15 trampes col·locades va funcionar correctament mentre que totes les altres es trobaren seques o desenterrades amb evidents senyals d'haver estat rosegades. Tot i això en algunes d'elles es pogueren recuperar exemplars complets i restes identificables d'isòpodes terrestres que a més resultaren ser espècies no capturades mitjançant tècniques directes. Les estacions de mostreig (Taula 1), en la mesura del possible són representatives dels ambients existents a l'illa. Les coordenades UTM de les estacions s'han situat mitjançant la utilització de visor SigPac 5.1 del Ministeri de Medi Ambient Rural i Marí. A part d'aquestes campanyes també es van poder examinar algunes mostres recollides a l'illa per Guillem X. Pons i Miquel Palmer l'hivern de l'any 1989 en el decurs d'una campanya d'estudi de la fauna invertebrada terrestre dels illots de les Balears i Pitiüses. Tot el material s'ha conservat en alcohol de 70° i està dipositat a la col·lecció de l'autor.

Resultats

Com a resultat de les esmentades

jornades de recol·lecció realitzades a sa Dragonera i del material procedent de recol·leccions prèvies, s'han inventariat a l'illa un total de 17 espècies d'isòpodes terrestres pertanyents a 8 famílies. El nombre total d'exemplars recol·lectats és relativament baix, uns 400 espècimens, ja que per raons de conservació es va recollir únicament el material suficient per disposar d'una mostra representativa. De les 17 espècies recol·lectades, 16 són noves cites per a la fauna de sa Dragonera.

Família Ligiidae Brandt i Ratzeburg, 1831

Ligia italica Fabricius, 1798

Material examinat: 29-V-2005, ST27, Cala en Cucó, zona supralitoral, 1♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/autoecologia: espècie estrictament halòfila pròpia de les costes rocalloses que no s'allunya mai de les immediacions de la mar essent característica de l'estatge supralitoral (Vandel, 1960).

Distribució general: costes de la mar Negra, tota la Mediterrània, costes atlàntiques d'Àfrica fins l'altura de les Cap Vert. Illes macaronèsiques (Schmalzfuss, 2003).

Iberobalear: totes les costes peninsulars Mediterrànies i de Balears. A l'Atlàntic, des de Gibraltar al cap Sao Vicente (Portugal). (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: segurament habita totes les costes rocalloses de les Balears però no existeix un registre continu. Citada d'unes 30 localitats de Mallorca, Menorca, Eivissa i Formentera (Garcia i Cruz, 1996).

Notes: segurament escampada per molts punts de la costa de sa Dragonera tot i que durant les èpoques en que s'ha visitat l'illa no s'ha observat més que en una o dues localitats prop des Lladó. Molt difícil de capturar manualment, únicament s'ha recollit un exemplar.

Família Stenoniscidae Budde-Lund, 1904

Stenoniscus pleonalis Aubert i Dollfus, 1890 (Fig. 3.1)

Material examinat: 3-X-1999, ST-1, Es Lladó, davall pedres enterrades dins l'acumulació de *Posidonia oceanica*, 2 ♀♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: es tracta d'una espècie que presenta una forta asimetria de proporció de sexes. La majoria dels autors que han tractat aquest tàxon han pogut observar pocs exemplars mascles (Vandel, 1962). *Stenoniscus pleonalis* és una espècie halòfila i a la vegada endogea, essent el seu hàbitat típic davall les pedres ben enterrades a la vorera o en les proximitats de la mar, especialment si aquestes pedres es troben enfonsades, com és el cas del nostre material, dins acumulacions de *Posidonia*.

Distribució general: costes del nord de la Mediterrània a l'est de l'Egeu. Bulgària, Madeira, Bermuda, Yucatán (Schmalfuss, 2003). Segons Vandel (1962) *Stenoniscus pleonalis* és una espècie exclusiva de les costes d'Europa, especialment de les de la Mediterrània occidental d'on pareix ser originari.

Iberobalear: la seva distribució iberobalear coneguda es limita a hores d'ara a les costes de Catalunya i Balears (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: costes de Menorca i les de Cabrera Gran, tot i que això segurament només reflecteix un escàs esforç de recerca (Garcia i Cruz, 1996). Menorca: Cap d'Artrutx (Garcia, obs. pers.).

Notes: l'ornamentació tergal d'*Stenoniscus pleonalis* és força variable i això ha donat peu a la definició de subespècies no acceptades per tots els autors. El cèfalons dels exemplars examinats porta dos tubercles sobre el vèrtex i cinc sobre la part posterior del cap (segment maxil·lipedal), i les costelles del perèion segueixen la disposició habitual. En el material de sa

Dragonera les costelles i tubercles són molt poc aparents, similars a les dels exemplars de Còrsega il·lustrats per Vandel (1962).

Família Platyarthridae Verhoeff, 1949

Platyarthrus schoeblii Budde-Lund, 1885 (Fig. 3.2)

Material examinat: 3-X-1999, ST-2, Es Lladó, zona de *Tamarix africana*, dins formiguers (formigues no determinades), 41 exemplars, femelles ovígeres amb 5-6 embrions. ST-7, Camí del far de Tramuntana, pinar, 3 exemplars. Ll. Garcia leg. 7-II-2000, ST-9, Pinar humit entre Es Forn de Calç i s'Abeurador, dins fullaraca, 1 exemplar. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: *P. schoeblii*, com quasi totes les altres espècies del seu gènere és un isòpode mirmecòfil. El gènere *Platyarthrus* és comensal de les formigues i no pareix que existeixi cap tipus de selectivitat envers l'espècie hoste ja que les espècies i subespècies de *Platyarthrus* que es coneixen a les Balears s'han recol·lectat indistintament a l'interior de formiguers de formigues autòctones, com d'espècies introduïdes com pot ser la formiga argentina (*Linepithema humile*) (obs. pers.). Els exemplars de sa Dragonera s'han recol·lectat en dues estacions. A n'Es Lladó s'han recol·lectat nombrosos exemplars dins un formiguer d'una formiga indeterminada, a la zona de *Tamarix africana*.

També s'han recol·lectat varis exemplars de mida molt petita però que atribuïm a la mateixa espècie dins fullaraca relativament humida i dins pinar, en aquests casos sense presència de formigues.

Distribució general: Mediterrània occidental, Algèria, sud de França, Còrsega, Itàlia, Dalmàcia (Vandel, 1962). Macaronèsia, Regió mediterrània i costes de la Mar Negra (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: meitat oriental de la

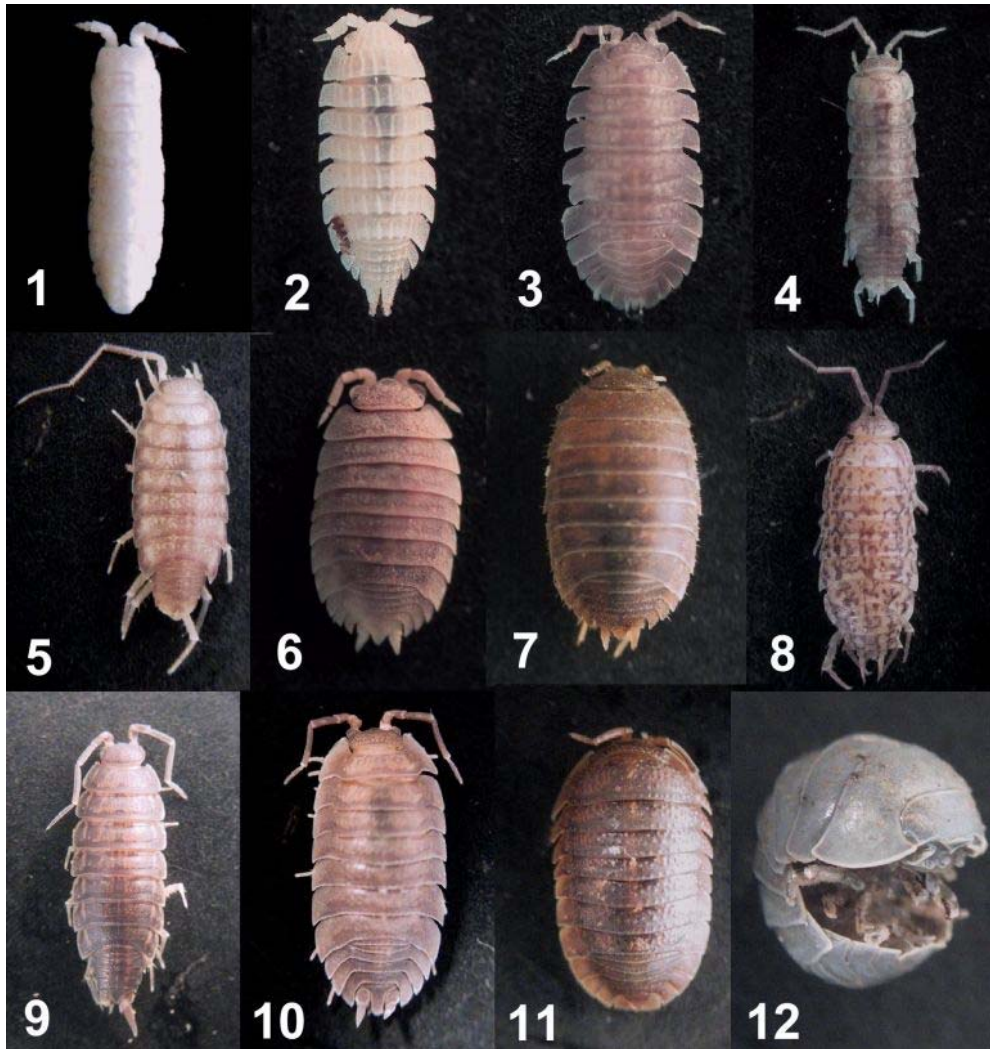


Fig. 3. Espècies recol·lecades a sa Dragonera. Exemplars conservats.

Fig. 3. Species collected in sa Dragonera. Preserved specimens.

1) *Stenoniscus pleonalis*. 2) *Platyarthrus shoeblii*. 3) *Armadilloniscus ellipticus*. 4) *Stenophiloscia glarearum*. 5) *Halophiloscia couchii*. 6) *Agabiformius lentus*. 7) *Leptotrichus panzerii*. 8) *Porcellionides fuscomarmoratus*. 9) *Porcellionides sexfasciatus*. 10) *Porcellio incanus*. 11) *Armadillidium granulatum*. 12) *Armadillidium vulgare*.

Península Ibèrica i Gimnèsies (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca, Menorca i Cabrera

(Garcia i Cruz, 1996). Mallorca: Camí de S'Illeta (Sóller); Torrent de Pareis (Escorca) (Garcia, obs. pers.).

Notes: alguns dels exemplars de sa Dragonera, presenten una petita escotadura a la part anterior del cèfalon. Aquesta característica és pròpia de *Platyarthus codinai*.

Família Detonidae Budde-Lund, 1906

Armadilloniscus ellipticus (Harger, 1878)
(Fig. 3.3)

Material examinat: 7-II-2000, ST-1, Platja d'Es Lladó, davall fustes dins acúmul de *Posidonia oceanica*, 1♀. Ll. Garcia leg. 29-V-2005, ST29, Cala en Cucó, davall pedres dins restes de *Posidonia oceanica*, 5♀♀ (una amb embrions), 1 juvenil. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: es tracta d'una espècie estrictament halòfila que està adaptada a aferrar-se fortament a les roques, especialment si aquestes estan recobertes de posidònia morta. Tot i això s'ha de dir que la majoria de les vegades aquesta espècie es troba aferrada a la cara inferior de fustes i llenyes que la mar a tirat damunt les platges.

Distribució general: costes Mediterrànies de França, Itàlia, Ístria, Croàcia, Dalmàcia i Grècia. També a Madeira i Açores (Vandel, 1962). Costes atlàntiques d'Amèrica del Nord, Madagascar, Malàisia, Hong Kong, Corea i illes Hawai (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: únicament citada a Balears (Garcia i Cruz, 1996) i a Chafarinas (Palmer *et al.*, 1999).

Balears: Mallorca i Eivissa (Garcia i Cruz, 1996). Mallorca: Port de Sóller; Eivissa: es Canar (Garcia, obs. pers).

Família Halophilosciidae Verhoeff, 1908

Stenophiloscia glarearum Verhoeff, 1908
(Fig. 3.4)

Material examinat: 29-V-2005, ST27, Cala en Cucó, davall pedres dins restes de

Posidonia oceanica, 1♂, 2♀♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: espècie halòfila que viu davall les pedres enfonsades a la vorera de la mar o davall restes de posidònia morta (Vandel, 1962). A la Mediterrània es troba en varietat d'hàbitats del supralitoral (Oliver i Meechan, 1993).

Distribució general: sud d'Anglaterra, Illes Canàries, Est de la península Ibèrica, Illes Balears, SE de França, Itàlia, Malta, Croàcia, costes jòniques de Grècia (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: citada únicament de Catalunya i Balears (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: no citada de Menorca. A Mallorca s'ha trobat a Port de Sóller, Cala Tuent, Cala Pi de Pollença i el Molinar. A les Pitiüses, a Sa Caleta d'Eivissa i a l'estany d'es Peix de Formentera (Cruz, 1990, Garcia i Cruz, 1996).

Halophiloscia couchii (Kinahan, 1858)
(Fig. 3.5)

Material examinat: 3-X-1999, ST1, Platja d'Es Lladó, davall pedres enterrades dins l'acumulació de *Posidonia oceanica*, 2 exemplars. Ll. Garcia leg. 29-V-2005, ST27, Cala en Cucó, davall pedres humides amb escasses restes de *Posidonia oceanica*, 1♂, 4♀♀ (una amb embrions). Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: es tracta d'una espècie halòfila típica que viu exclusivament, davall pedres, còdols i restes vegetals (de *Posidonia* o d'altres restes) molt prop de la mar. El seu hàbitat, doncs, es gairebé idèntic al de les altres espècies d'*Halophiloscia*, tret del de *H. hirsuta*, espècie que es decanta més de la mar vivint a la zona adlitoral caracteritzada per la presència de *Chritmum maritimum*.

Distribució general: totes les costes de la Mediterrània i de la Mar Negra, tant a les seves parts septentrionals com a les meridionals i s'estén a l'Atlàntic des de les illes Cap Verd, Madeira i Canàries fins a Escòcia (Vandel, 1962). Costes atlàntiques des de Senegal fins les illes Britàniques, illes atlàntiques, Mediterrània i Mar Negra. Introduïda a Amèrica del nord i del sud i a Austràlia (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: localitats de les costes sud-occidentals i del nord de la península ibèrica. Litoral de Catalunya i Balears (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca. no ha estat citada encara a les Pitiüses ni a Cabrera. A Mallorca no és l'espècie d'*Halophiloscia* més abundant, essent més freqüent *Halophiloscia hirsuta* (Garcia i Cruz, 1996).

***Halophiloscia* sp.**

Material examinat: 29-V-2005, ST27, Cala en Cucó, davall pedres dins restes de *Posidonia oceanica*, 2♀♀ (una ovigera), Ll. Garcia leg.

Notes: els dos exemplars examinats no han pogut ser atribuïts a cap de les espècies d'*Halophiloscia* presents a les Balears i per la coloració que presenten no pertanyen tampoc a l'espècie anterior. Només es disposa de femelles i es cita, únicament, a nivell genèric fins poder disposar de més material.

Família Porcellionidae Brandt & Ratzeburg, 1831

Agabiformius lentus (Budde-Lund, 1885) (Fig. 3.6)

Material examinat: 6-XII-1989, Dragonera (sense dades ecològiques) 5♂♂, 5♀♀, G. X. Pons leg.; 9-XII-1989, ST-20, Camí del far de Llebeig (sense dades ecològiques), 1 ♀. G.X. Pons leg.

Biologia/Autoecologia: espècie adaptada als llocs extremadament secs i fins i tot desèrtics.

Distribució general: regió balcànica, illes de l'Egeu, Àsia Menor i Mediterrània occidental. Introduïda a les illes macaronèsiques, a Senegal, a l'Oceà Índic, a la Xina, a la regió caribenya i a Anglaterra (Vandel, 1962; Oliver i Meechan, 1993). Introduïda a moltes parts del món degut a l'activitat humana (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: sud i sud-est de la península Ibèrica, localitats aïllades del centre de la península (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa (Garcia i Cruz, 1996). Mallorca: Sóller, Torrent Major; Jardí botànic (Garcia, obs. pers.).

Notes: els exemplars mascles de sa Dragonera presenten l'exopodit del primer pleopodi sense la característica espina apical. Tot i això s'ha de dir que el tàxon *Agabiformius lentus* segurament inclou un complex de formes ja que s'han descrit nombroses subespècies i espècies en base a una variabilitat mol acusada que afecta tant els aspectes somàtics i tegumentaris com, en els mascles, el primer pleopodi (Vandel, 1962; Cruz, 1990).

Leptotrichus panzerii (Audouin, 1826) (Fig. 3.7)

Material examinat: 13/20-VI-2006, ST-28, devora Punta des Calafats, zona amb vegetació nitro-halòfila i presència d'excrements de gavines, 1♂, trampa de caiguda. Ll. Garcia leg. ST-32, Es Lladó, pinar litoral, 1♀, Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: segons Vandel (1962) aquesta espècie es característic de llocs càlids i, sobretot, de zones arenoses (espècie psammòfila). També l'associa a vegades a formiguers.

Distribució general: països que envolten la Mediterrània excepte la part asiàtica. Açores, Madeira, Canàries, Cap Verd. Bermudes. Introduïda a l'illa de Santa Helena (Schmalfuss, 2003).

Iberoblear: regions meridionals i occidentals de la península Ibèrica. Balears (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera (Garcia i Cruz, 1993; 1996). Mallorca: Ses Fontanelles, Palma; Cap Enderrocat; Son Espanyol (Garcia, obs. pers.).

Porcellionides fuscomarmoratus (Budde-Lund, 1855) (Fig. 3.8)

Material examinat: 8-XII-1989, ST-18, Far de na Pòpia (sense dades ecològiques), 1 ♂. 7-XII-1989, ST-19, Camí del far de Tramuntana (sense dades ecològiques), 2 ♂♂, 3 ♀♀. 28-IX-1991, ST-21, Es Coll Roig (sense dades ecològiques), 1 ♀ ovígera. 13-X-1999, ST-4, pinaret pujant al camí del far de Tramuntana, davall pedres dins fullaraca de *Pinus halepensis*, 3 ♀♀ ovígeres (amb embrions). Ll. Garcia leg. 7-II-2000, ST-9, Pinar humit entre Es Forn de Calç i s'Abeurador, 4 exemplars; ST-11, Comellar des Coll Roig (prop del camí de Llebeig), davall pedres, 3 exemplars; ST-16, camí de Llebeig, vora el torrent de Ses Fontanelles, 5 exemplars. Ll. Garcia leg.; 11-XII-2000, ST-22, Camí de Llebeig (just abans d'agafar el camí del Coll Roig), pinar amb pinassa i pedres, substrat molt sec, davall pedres, 2 ♀♀., Ll. Garcia leg.; ST-24, Es Tancat, zona ombrívola amb molta humitat, recoberta de rapa i moltes pedres, 1 ♂. 29-V-2005, ST31, Camí de Llebeig, garriga amb *Rosmarinus officinalis*, *Cneorum triccocon* i *Pistacia lentiscus*. 1 ♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: *Porcellionides fuscomarmoratus* és una espècie de

montanya. Al llarg de la seva àrea de distribució es troba preferentment en zones muntanyenques i a Mallorca és l'isòpode terrestre que recol·lectam a major altura (1.400 metres, al Puig Major). Tot i això s'ha de dir que també l'hem trobat prop de la mar (a Cabrera viu a un dels illots). El seu hàbitat és el medi lapidícola, preferint les pedres que es troben en contacte directe amb el substrat humit (Garcia, obs. pers.). A la península Ibèrica ha estat recol·lectat des del nivell de la mar fins als 2.800 metres, a Sierra Nevada (Vandel, 1953).

Distribució general: *Porcellionides fuscomarmoratus* és una espècie bético-rifenya que habita el sud-est de la península ibèrica, Algèria, Marroc i Balears (Vandel, 1953; Schmölzer; Cruz, 1990).

Balears: característica de la Serra de Tramuntana. tot i que també s'ha recol·lectat en alguns illots de Cabrera. Citada a Eivissa, però no a Menorca ni a Formentera (Garcia i Cruz, 1993; 1996).

Notes: espècie inconfusible per les seves singularitats morfològiques úniques dins el complex gènere *Porcellionides*. Segons Vandel (1953) és una espècie difícil de classificar dins aquest grup ja que és l'única del gènere que no té ni camps glandulars ni porus aïllats. Al cèfalon tampoc no té la característica línia supra-antenal en forma de V dels altres *Porcellionides*. Presenta un acusat dimorfisme sexual ja que les femelles tenen un aspecte marbrat sobre fons clar mentre que els mascles són molt més obscurs.

Porcellionides sexfasciatus (Budde-Lund, 1885) (Fig. 3.9)

Material examinat: 11-XII-2000, ST-23, Es Tancat (zona assolellada molt seca), 1 ♂, Ll. Garcia leg.; ST-24, Es Tancat, zona ombrívola molt humida amb recobriment d'*Arisarum vulgare* i moltes pedres, 4 ♂♂,

6 ♀♀, 2 iuvs., Ll. Garcia leg.; 29-V-2005, ST31, Camí de Llebeig, garriga amb *Rosmarinus officinalis*, *Cneorum triccocon* i *Pistacia lentiscus*. 1 ♀ ovigera. Ll. Garcia leg.; 13/20-VI-2006, ST-26, Zona de conreu prop d'Es Lladó amb *Olea aeuropaea*, trampa de caiguda, 1 ♂.

Distribució general: Mediterrània occidental i arxipèlags atlàntics (Vandel, 1962). Introduïda a moltes parts del món (Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: Sud i meitat oriental de la Península Ibèrica. Illes Balears (Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera (Garcia i Cruz, 1992; 1996).

Notes: als exemplars de sa Dragonera les granulacions que formen fileres a les vores posteriors dels pereionits i dels pleonits són molt petites, quasi inapreciables al binocular.

***Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833)**

Material examinat: 13/20-VI-2006, ST-26, Zona de conreu prop d'Es Lladó amb *Olea aeuropaea*, trampa de caiguda, 1 ♂.

Biologia/Autoecologia: espècie sinàntropa, normalment associada a llocs degradats i alterats per l'home. També en jardins i dins cases encara que únicament es troba en plena natura en la regió Mediterrània ja que sembla que les baixes temperatures i l'excessiva humitat són els únics factors limitants a la seva expansió (Vandel, 1962).

Distribució general: cosmopolita. Sembla només absent a les regions polars (Vandel, 1962).

Iberobalear: sud, centre i meitat oriental de la Península Ibèrica. Balears.

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa i Cabrera. No citada a Formentera (Garcia i Cruz, 1996).

Notes: a sa Dragonera únicament s'han

pogut examinar restes d'un exemplar mascle que s'ha identificat en base a la forma general (faltava el cèfalon), existència d'una impressió transversal sobre cada un dels pereionits, morfologia tegumentària microscòpica (molt característica) i forma de l'exopodit del primer pleopodi. Espècie aparentment rara a l'illa.

***Porcellio incanus* Budde-Lund, 1885 (Fig. 3.10)**

Material examinat: 9-XII-1989, ST-20, Camí del Far de Llebeig (sense dades ecològiques), 2 ♂♂, 1 ♀. 7-II-2000, ST-11, Comellar des Coll Roig (prop del camí de Llebeig), 1 ♂, 1 ♀. Ll. Garcia leg. ST30, Camí de Llebeig, balma càrstica humida dins pinar devora el camí, 4 ♀♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: a Mallorca és especialment freqüent a la serra de Tramuntana, sobretot als alzinars i zones arbrades.

També es troba a l'entrada de les cavitats càrstiques per la qual cosa es pot considerar una espècie troglòfila.

Distribució general: espècie d'origen atlàntic que ocupa tota la Península Ibèrica i el sud de França (Vandel, 1962; Schmalfuss, 2003).

Iberobalear: tota la península ibèrica i les illes Balears (Cruz, 1990).

Balears: no citada a Cabrera ni a Formentera. A Mallorca viu a la Serra de Tramuntana i a les serres de Llevant (Garcia i Cruz, 1996).

Notes: els exemplars de sa Dragonera són idèntics als de la serra de Tramuntana. Igual que aquests darrers pareixen ser molt més granuloses que els *Porcellio incanus* típics, caràcter que els acosta a la ssp. *baeticensis* de Vandel (1953) (= *Porcellio baeticensis* de Vandel, 1953). Però no es poden incloure dins aquest darrer tàxon perquè els *incanus* de Balears (i també els de sa Dragonera)

tenen porus glandulars (que falten totalment en *baeticensis*) i la vora esternal de l'isquiopodit del pereïopodi VIIIè del mascle és recte mentre que en *P. baeticensis* és còncau.

Família Armadillidiidae Brandt, 1833

Armadillidium granulatum Brandt, 1833 (Fig. 3.11)

Material examinat: 3-X-1999, ST-3, proximitats des Lladó (vora inici de Sa Paret), 1♂, 2♀♀, Ll. Garcia leg.; 13/20-VI-2006, ST-26, Zona de conreu prop d'Es Lladó amb *Olea aeuropaea*, trampa de caiguda, 2♀♀; ST-32, Es Lladó, pinar litoral, trampa de caiguda, 2♀♀.

Biologia/Autoecologia: *Armadillidium granulatum* és una forma expansiva litoral, però no halòfila. A Mallorca es troba estesa pràcticament per tota l'illa essent especialment abundant i característica de zones amb enderroc originats per activitat antròpica.

Distribució general: Habita tota la regió Mediterrània, Marroc, Portugal, Açores, Madeira i les costes de Bretanya (Vandel, 1962). Costes atlàniques de Bretanya i Portugal. Mediterrània des de l'est de Líbia fins l'oest de Turquia. Costa sud de la Mar Negra (Schmalfuss, 2003).

Iberoblear: A la península ibèrica habita totes les seves costes menys les del nord i nord-oest. Totes les Balears i Pitiüses (Cruz, 1990; Garcia i Cruz, 1996).

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera (Garcia i Cruz, 1996).

Notes: els exemplars observats a sa Dragonera mesuren fins a 16 mil·límetres de llarg. El patró de coloració dels exemplars de l'illa és també el típic però amb les zones de línies blanquinoses (no arribant al color groc viu d'alguns exemplars observats al litoral de Mallorca).

Armadillidium cruzi Garcia, 2003 (Fig. 2)

Material examinat: 07-XII-1989, ST-19, Camí del far de Tramuntana (sense dades ecològiques), 1 exemplar, G.X. Pons leg. 08-XII-1989, ST-18, Far de Na Pòpia (sense dades ecològiques), 3 exemplars. 09-XII-1989, ST-20, Camí del Far de Llebeig (sense dades ecològiques), 2 exemplars. 28-IX-1991, ST-21, Es Coll Roig (sense dades ecològiques), 1♀. 3-X-1999, ST-4, pinaret pujant al camí del far de Tramuntana, davall pedres dins fullaraca pura de *Pinus halepensis*, 1 exemplar; ST-5, davall pedres a la vora del camí, pinar sobre lapiaz., 22 exemplars, Ll. Garcia leg. 7-II-2000, ST-8, Pinar humit vora el torrent dels garrots, 1 exemplar; ST-14, Cap de Llebeig (prop del far), 1 juvenil; ST-16, Camí de Llebeig, vora el torrent de ses Fontanelles, 5 exemplars. Ll. Garcia leg.; 11-XII-2000, ST-22, Camí de Llebeig (just abans del camí del Coll Roig, davall pedres sobre pinassa molt seca, 2 exx.; ST-25, Zona adlitoral prop des Lladó amb *Limonium* sp.; 2 exx. 29-V-2005, ST29, Cala de S'Art, davall pedres en una balma litoral molt humida, 2♂. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: aquesta espècie va ser identificada per primera vegada l'any 1996 a la Vall de Sóller. Es tracta d'un endemisme de la Serra de Tramuntana i sa Dragonera característica de zones càrstiques. A la Serra és especialment abundant a les zones de muntanya baixa (Garcia, 2003). Una de les característiques més singulars d'aquesta espècie és la forma de la vora posterolateral de la primera pleurèpímera que podria tenir una funció adaptativa: aquesta espècie viu exclusivament al medi lapidícola de les zones calcàries amb elevada insolació estival; aquesta disposició del primer terguit permet a *Armadillidium cruzi* una perfecta adaptació a la cara inferior de les pedres o dels crivells la qual cosa deu permetre una

millor retenció de la humitat en els períodes d'elevada insolació i temperatura. En temps molt humit, l'espècie deixa d'aferrar-se fortament a la pedra per mantenir-se amb el cos elevat sobre els pereopòdids (Garcia, obs. pers.). D'aquesta espècie no s'ha observat mai cap femella ovígera la qual cosa suggereix que la reproducció i incubació deu tenir lloc a les enclotxes més profundes del sòl càrstic.

Distribució general: Serra de Tramuntana de Mallorca (Garcia, 2003).

Notes: els exemplars examinats són tots de mida més petita que els de la Serra de Tramuntana, assolint únicament els 8 mm de longitud total, tot i que la majoria d'exemplars són molt més petits. A la Serra de Tramuntana s'han recol·lectat exemplars de fins a 14 mm de longitud total. Pel que fa a la coloració, aquesta és idèntica a la dels exemplars de Mallorca.

Armadillidium vulgare (Latreille, 1804) (Fig. 3.12)

Material examinat: 13/20-VI-2006, ST-26, proximitats des Lladó, zona de conreu de secà amb *Olea aeuropaea*, 1♂, trampa de caiguda. ST-28, zona amb vegetació nitro-halòfila i presència d'excrements de gavines, 1 juvenil, trampa de caiguda. Ll. Garcia leg.

Biologia / autoecologia: *Armadillidium vulgare* és un dels isòpodes terrestres més adaptats a climes secs o sotmesos a llargs períodes de sequera que es coneixen. Segons Vandel (1962), tot i que actualment l'espècie és pràcticament ubíqua molt probablement el seu biòtop original són els turons secs i calcaris de la regió mediterrània. Espècie molt habitual en jardins i terrenys de conreu, a Balears se'l troba pràcticament en tots els hàbitats, tant en garrigues i pinars, com en torrents, alzinars, i fins i tot coves. També entra dins les cases ja que és una espècie esdevinguda

antropòfila i és una dels pocs oniscídeus considerat, en determinats indrets, una plaga per als conreus.

Distribució general: cosmopolita, a la regió mediterrània autòcton (Schmalfuss, 2003). Pràcticament cosmo-polita, encara que sembla faltar a les regions tropicals i polars i a àmplies regions d'Àfrica i d'Àsia (Vandel, 1962).

Iberobalear: tota la península Ibèrica i Balears.

Balears: Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera.

Notes: sembla una espècie molt rara a sa Dragonera ja que no s'ha trobat més que a dues zones alterades.

Família Armadillidae Brandt & Ratzeburg, 1831

Armadillium officinalis Duméril, 1816 (Fig. 4)

Material examinat: 7-XII-1989, ST-19, Camí del Far de Tramuntana (sense dades ecològiques), 1 exemplar. 3-X-1999, ST-3, proximitats d'Es Lladó zona de runes sense vegetació, 14 exemplars; ST-4, pinaret pujant al camí del far de Tramuntana, davall pedres dins fullaraca de *Pinus halepensis*, 2 exemplars. Ll. Garcia leg.; 11-XII-2000, ST-23, Es Tancat (zones més assolellades i amb poca vegetació), 4 ♂♂, 5 ♀♀, Ll. Garcia leg.; ST-24, Es Tancat (zones ombrívols humides), 3 ♂♂, 4 ♀♀. 29-V-2005, ST30, Camí de Llebeig, davall llenya en putrefacció acompanyant *Reticulitermes lucifugus*, 2♂, 1♀. Ll. Garcia leg.

Biologia/Autoecologia: *Armadillo officinalis* és un isòpode terrestre que manifesta una important activitat nocturna (Vandel, 1962). Donat que habita preferentment llocs molt secs i amb poca vegetació, la part animal de la seva dieta pot ser relativament important actuant com a necròfag d'altres artròpodes terrestres. El contingut gàstric



Fig. 4. *Armadillidium officinalis*. Exemplars de sa Dragonera.
Fig. 4. *Armadillidium officinalis*. Specimens from sa Dragonera.

d'alguns exemplars de mida gran de sa Dragonera, ha mostrat una composició que en un gran percentatge està formada per restes d'artròpodes, seguit de matèria vegetal i partícules minerals. A les Balears, *Armadillo officinalis*, és una de les espècies més abundants tant en lloc humanitzats com dins el medi natural, ocupant igualment les zones de pinar com d'alzinar alterat i garrigues. També s'ha localitzat a l'entrada de coves.

Distribució general: *Armadillo officinalis* és una espècie típicament mediterrània i la seva àrea de distribució és perllonga vers l'Àsia Menor i, vers l'oest, fins a les costes occidentals de la Península Ibèrica i les

costes atlàntiques del Marroc. Però segons Vandel (1962), hauria envaït la Mediterrània occidental en temps relativament recents ja que no viu a Còrsega ni a la zona central d'Itàlia. Sembla que aquesta espècie ha vist fortament incrementada la seva àrea de distribució degut a l'activitat humana.

Iberobalear: Tota la Península Ibèrica menys el seu quadrant nord-occidental. A Mallorca les citacions s'estenen des del Cap de Formentor fins la Colònia de Sant Jordi, amb nombroses localitzacions a totes les comarques de l'illa. També s'han recol·lectat a Cabrera, tant a l'illa gran com a la majoria dels illots, a Menorca i a

Eivissa tot i que, fins ara, no ha estat citada a Formentera (Garcia i Cruz, 1996).

Discussió

Arran d'aquest estudi es pot concloure que la fauna d'isòpodes terrestres de sa Dragonera és notablement variada tot i la seva petita superfície possiblement gràcies a que el relleu esquerp i, alhora, la proximitat i influència directa de la mar possibiliten una diversitat de biòtops susceptibles de ser colonitzats per aquests artròpodes que en general no es sol trobar en illots i petites illes més planeres. L'existència a sa Dragonera d'espècies endèmiques i/o característiques de la Serra de Tramuntana s'explica d'una banda per la seva proximitat a Mallorca però també perquè l'illa ha format part de la serralada en temps geològics recents. Probablement si s'intensifiquen els esforços de recerca faunística el nombre d'espècies presents a sa Dragonera s'incrementi encara més ja que alguns ambients, com coves i esquerdes càrstiques, medi subterrani superficial o humus no han estat prospectats sistemàticament. D'altra banda, diverses espècies halòfiles presents al litoral proper de la Serra de Tramuntana, molt probablement també han colonitzat l'illa tot i que encara no s'hi hagin recol·lectat. L'aparent raresa a sa Dragonera d'espècies molt freqüents a espais antropitzats de les Balears també reflecteix una notable bona conservació de l'ecosistema insular.

Ecologia

La fauna de sa Dragonera està formada principalment per elements litorals i halòfils tot i que, a diferència dels illots de Mallorca i dels de Cabrera (Cabrera Gran a part) conté també elements propis dels ambients característics, de tipus més continental,

propis de la Serra de Tramuntana. En aquest darrer cas es constata que la vegetació té poca incidència sobre la distribució de les espècies, distribució que en canvi està molt més determinada per la humitat del sòl i el tipus i orientació del substrat.

Les espècies halòfiles estrictes presents a sa Dragonera es distribueixen en els diferents microhàbitats disponibles: *Halophiloscia couchi*, davall restes vegetals, preferiblement posidònia; *Stenoniscus pleonialis*, es comporta com un endogeu típic podent ser únicament recol·lectat davall grans pedres ben enterrades dins l'arena a les zones més ombrívoles; finalment, *Armadilloniscus ellipticus* està adaptat a aferrar-se fortament davall objectes (preferiblement fustes i restes de llenya) que arriben a les platges amb les onades o a les roques del litoral superior, així com també a la cara inferior de còdols de platja.

Les espècies terrícoles xeròfiles de sa Dragonera prefereixen els indrets ben assolellats, pedregosos. *Armadillo officinalis* és característic d'aquest ambient i aquí és on es troben els exemplars adults de mida més gran. Tot i que pot ser recol·lectat sempre davall pedres, *Armadillo officinalis* no es troba mai aferrat a la seva cara inferior sinó en posició volvacional, durant el dia, formant grups d'uns quants individus i normalment associat amb altres espècies d'artròpodes els restes dels cadàvers dels quals pot consumir de forma habitual com a part important de la seva dieta detritívora. Igualment s'ha d'incloure dins aquesta categoria *Agabiformius lentus*, espècie xeròfila, pròpia de sòls sorrencs.

Entre els lapidícoles estrictes s'hi troben els isòpodes de sa Dragonera de més elevat interès faunístic i biogeogràfic. *Armadillidium cruzi* presenta un elevat grau d'adaptació a aquest medi. Ocupa les zones creviculars entre pedres, i mai es troba

Espècie	Distribució geogràfica	Dragonera	Cabrera	Medes	Chafarinas
<i>Agabiformius lentus</i>	Holomediterrània	+	-	-	+
<i>Armadillidium cruzi</i>	Endèmica	+	-	-	-
<i>Armadillidium granulatum</i>	Mediterrània-Atlàntica	+	+	-	-
<i>Armadillidium vulgare</i>	Cosmopolita (no tropical)	-	+	-	-
<i>Armadillo officinalis</i>	Mediterrània-Atlàntica	+	+	+	+
<i>Armadilloniscus ellipticus</i>	Mediterrània-Atlàntica	+	-	-	+
<i>Halophiloscia couchii</i>	Mediterrània-Atlàntica	+	-	-	+
<i>Leptotrichus panzerii</i>	Mediterrània-Macaronèsica	-	+	-	+
<i>Ligia italica</i>	Mediterrània-Atlàntica-Macaronèsica	-	-	+	+
<i>Platyarthrus schoeblii</i>	Holomediterrània	+	+	-	+
<i>Porcellio incanus</i>	Atlàntica (expansiva)	+	-	-	-
<i>Porcellionides fuscomarmoratus</i>	Bètico-Rifenyà	+	+	-	-
<i>Porcellionides pruinosus</i>	Cosmopolita	-	+	-	+
<i>Porcellionides sexfasciatus</i>	Mediterrània occidental-Atlàntica	+	+	+	+
<i>Stenoniscus pleonalis</i>	Mediterrània occidental-Atlàntica	+	+	-	-
<i>Stenophiloscia glarearum</i>	Mediterrània-Macaronèsica	+	-	-	-

Taula 2. Distribució geogràfica de les espècies d'isòpodes terrestres de sa Dragonera i la seva presència (+) a altres petites illes de la Mediterrània occidental (Segons Vandel, 1960; 1962 i Caruso i Lombardo, 1982).

Table 2. Geographic distribution of the sa Dragonera island terrestrial isopods and its occurrence (+) in other western mediterranean islets (after Vandel, 1960; 1962 and Caruso & Lombardo, 1982).

davall pedres que estan en contacte directe amb el substrat o, encara menys si es troben enterrades.

Porcellionides fuscomarmoratus, és una espècie també característica de la cara inferior de les pedres de llocs humits però que, en determinats períodes poden tenir una forta insolació. Al contrari que l'espècie anterior *Porcellionides fuscomarmoratus* prefereix les pedres situades sobre matèria vegetal.

Quant a les espècies higròfiles, s'ha de dir que aquestes són escasses a sa Dragonera. L'existència de zones de pinar, que en determinats indrets pot conservar un elevat grau d'humitat afavorit per la influència de la proximitat de la mar, possibilita l'existència d'algunes poblacions de *Porcellio incanus*, una espècie que a Europa és característica d'entrades de coves, però que a Mallorca és troba quasi sempre relacionada amb la matèria orgànica

del sòl en diferents tipus de vegetació, ja sigui alzinar, pinar o garriga.

Les espècies litorals no halòfiles, tenen a sa Dragonera una distribució irregular formant poblacions aïllades *Porcellionides sexfasciatus* i *Armadillidium granulatum*. La primera ha estat localitzada únicament a les zones més ombrívoles i humides d'Es Tancat, en un ambient característic on és l'espècie dominant. *Armadillidium granulatum* és a la Mediterrània europea una espècie característica de les zones litorals amb fonoll marí (*Chritum maritimum*). A Mallorca no s'ha trobat més que ocasionalment en aquest estatge essent en canvi característica de les zones degradades, especialment dels munts d'enderrocs tan freqüents a les voreres de carreteres, urbanitzacions costaneres, etc., especialment si aquests han estat envaïts per la vegetació ruderal. A sa Dragonera s'ha localitzat únicament a les proximitats d'es Lladó, també davall enderrocs.

Les espècies comensals estan íntimament lligades a les condicions ecològiques exigides per les espècies hostes. En el cas de *Platyarthus schoeblii*, únic comensal trobat al Parc Natural, sembla que prefereix els formiguers de les zones més properes a la mar, no essent gaire exigent quant a l'espècie de formiga hoste.

Amb les dades actualment disponibles, s'identifiquen a sa Dragonera els següents ambients colonitzats per isòpodes terrestres:

- Zona rocallosa supralitoral exposada a les onades i als esquitxos de la mar: *Ligia italica*.

- Zones litorals amb sòls halòfils recoberts de restes de vegetació, restes d'origen marí (vegetació, llenya, etc.), arena gravosa i còdols enterrats o semienterrats (*Halophiloscia couchii*, *Halophiloscia sp.*

Stenophiloscia glarearum *Armadilloniscus ellipticus*, *Stenoniscus pleonalis*).

-Zones litorals amb *Limonium* i, ocasionalment, amb *Chritum maritimum* (*Armadillidium cruzi*).

-Zones de pinar, amb sòl de pinassa o altra tipus de fullaraca i pedres semienterrades (*Porcellio incanus*, *Porcellionides fuscomarmoratus*, ocasionalment, *Armadillo officinalis*, ocasionalment, *Armadillidium cruzi*).

-Zones pedregoses i assolellades (*Armadillo officinalis*, *Agabiformius lentus*, ocasionalment, *Armadillidium cruzi*)

-Munts de pedres o d'enderrocs prop de la mar (*Armadillidium granulatum*, *Armadillo officinalis*)

-Lapiaz i roquissars, a qualsevol altura (*Armadillidium cruzi*), inclosa la zona adlitoral.

-Zones pedregoses en llocs humits: (*Porcellionides sexfasciatus*, ocasionalment, *Porcellionides fuscomarmoratus*).

-Formiguers: *Platyarthus schoeblii*.

Biogeografia

Des les 17 espècies d'isòpodes terrestres de sa Dragonera, únicament una, *Armadillidium cruzi*, és endèmica de la Serra de Tramuntana de Mallorca, de la qual l'illa representa una prolongació estructural cap el SW separada per un braç de mar d'uns 800 m (Ordinas i Reynés, 1996). La resta d'espècies presents són de més àmplia distribució. Algunes d'elles, especialment les halòfiles, també es troben a altres petites illes del mediterrani ibèric que han pogut ser estudiades. Un resum de

les categories biogeogràfiques i de la seva presència a altres petites illes mediterrànies es pot veure a la taula 2.

Comparació amb la fauna d'isòpodes terrestres a altres petites illes mediterrànies

El nombre d'espècies d'isòpodes terrestres recol·lectats a sa Dragonera (17) és proporcional al d'altres petites illes mediterrànies, tot i que les dades sobre petites illes i illots són escasses. En el cas de les illes de la Mediterrània occidental ibero-balear, es pot comparar la fauna de sa Dragonera amb la de Cabrera, Chafarinas i Medes, encara que de moment no s'ha realitzat cap anàlisi estadística. Cabrera Gran (1.154'75 ha) té una superfície molt superior a sa Dragonera (288 ha), però la seva fauna d'isòpodes terrestres és només de 15 espècies enfront a les 17 de sa Dragonera. Si la comparació és fa entre sa Dragonera i l'illa dels Conills (dels subarxipèlag de Cabrera) (137'26 ha), ens trobam que aquesta darrera illa, de superfície molt menor que sa Dragonera i d'orografia molt diferent, compta amb 6 espècies d'isòpodes terrestres, dues d'elles compartides amb sa Dragonera (Garcia, 1993).

En el cas de les illes Chafarinas (també de superfície molt inferior) el conjunt de l'arxipèlag compta amb 11 espècies, 6 menys que sa Dragonera. Però cada una de les tres illes d'aquest petit arxipèlag ens dona valors inferiors: Congreso (25'6 ha) té 6 espècies; Isabel II (15'1 ha), 6 espècies i Rey (13'9 ha) 3 espècies d'isòpodes terrestres (Pons *et al.*, 1999).

Les dades numèriques d'altres illes de la Mediterrània occidental són també escasses. Taiti i Ferrara (1996) han llistat la fauna d'isòpodes terrestres de 43 illots i petites illes que envolten Còrsega, però no proporcionen les seves superfícies. Segons

aquestes dades la petita illa que té una major diversitat d'isòpodes terrestres és l'Ile de la Giraglia, amb 9 espècies, tot i que aquesta illa és molt més petita que sa Dragonera.

La fauna de les illes circumsicilianes és també coneguda, però es fa difícil una comparació amb sa Dragonera. Un cas sorprenent és de la illa d'Ustica, 800 ha de superfície (aproximadament la meitat de Cabrera Gran) però que compta amb 20 isòpodes terrestres a la seva fauna. A més aquesta illa és totalment volcànica i mai no ha tengut cap comunicació terrestre amb Sicília (Caruso i Lombardo, 1976), però en canvi està abastament poblada.

Agraïments

Aquest treball ha estat finançat pel Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca mitjançant la concessió de dues beques d'investigació al Parc Natural de sa Dragonera en les convocatòries dels anys 1999 i 2006. Les campanyes a l'illa s'han vist facilitades en gran mesura per la bona disposició del personal del Parc Natural i pels agents de Medi Ambient de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear. Antoni Sacarés i Guillem X. Pons ens han acompanyat en algunes de les sortides i col·laborat activament en les recol·leccions.

Bibliografia

- Alcover, J.A., Arrondo, C. Jaume, D. McMinn, M., Palmer, M., Pons, G.X. i Sáez, E. 1990. sa Dragonera: estudi preliminar de la seva fauna. In: Martínez-Taberner, A. (coord.). *II Jornades del Medi Ambient de les Balears*. UIB- Soc. Hist. Nat. Balears. 95.
- Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (Eds.) 1993. *Història Natural de l'Arxipèlag de*

- Cabrera. CSIC-Edit. *Moll. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 1-777.
- Alomar, G. 1996. La flora i la vegetació terrestre. *In:* sa Dragonera. Parc Natural. Consell Insular de Mallorca. Fodesma, pp: 25-41.
- Alomar, G., Palmer, M. i Pons, G.X. 1996. Els invertebrats. *In:* sa Dragonera. Parc Natural. Consell Insular de Mallorca. Fodesma. 55-58.
- Caruso, D. i Lombardo, M.B. 1982. Isopodi terrestri delle isole maltesi. *Animalia*, 9 (1/3): 5-52.
- Caruso, D. 1976. Isopodi terrestri dell'isola di Pantelleria. *Animalia*, 3 (1/3): 105-124.
- Compte, A. inèdit. Comunidades animales de la isla Dragonera (islas Baleares).
- Cruz, A. 1990. *Isópodos terrestres de la Península Ibérica y de las Islas Baleares*. Tesi doctoral, Universitat de Barcelona. Inèdit.
- Cruz, A. 1992. Los Halophilosciidae Verhoeff, 1908 de la Península Ibérica e Islas Baleares (Isopoda:Oniscidea). *Boln. Asoc. esp. Ent.* 16: 113-121.
- Cruz, A. 1993. El género *Armadillidium* Brandt, 1833 en la Península Ibérica y Baleares (Isopoda, Oniscidea, Armadillidiidae). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 17(1), 155-181.
- Di Maio, M.C. 1996. Le specie del gen. *Porcellio* Latreille, 1804 di Sicilia ed isole circumsiciliane (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Naturalista sicil.*, S. IV, 20 (1-2): 47-69.
- Fornós, J.J., Gelabert, B. i Rodríguez-Perea, A. 1996. La geologia. *In:* sa Dragonera. Parc Natural. Consell Insular de Mallorca. Fodesma, pp: 17-21.
- Garcia, Ll. 1999. *Platyarthrus caudatus* (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) un nou isòpode mirmecòfil per a la fauna de Mallorca. *Aubaïna. Butll. Mus. Bal. Cienc. Nat.*, 2(2): 14-15.
- Garcia, Ll. 2001. Estudi dels isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) del Parc natural de sa Dragonera (Illes Balears, Mediterrània occidental). Resultats preliminars. *In:* Pons, G.X. (ed.). *III Jornades de Medi Ambient de les illes Balears*. Can Tàpera 14-16 de novembre de 2001. Ponències i resums, pp: 128-130.
- Garcia, Ll. 2003. *Armadillidium cruzi* sp.n. (Isopoda: Oniscidea: Armadillidiidae) un nuevo isópodo terrestre de la isla de Mallorca (Islas Baleares, Mediterráneo Occidental). *Boletín S.E.A.*, 33: 19-24.
- Garcia, Ll. i Cruz, A. 1993. Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea). *In:* Alcover, J.A., Ballesteros, E. i Fornós, J.J. (Eds.). *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Edit. *Moll. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 323-332.
- Garcia, Ll. i Cruz, A. 1996. Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de les illes Balears: catàleg d'espècies. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 77-99.
- Gómez-Zurita, J., Sacarés, A. i Petitpierre, E. 1996. Chrysomelidae (Coleoptera) de sa Dragonera. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 39: 129-134.
- Govern Balear, 1998. Materials per a l'inventari de biodiversitat del Parc de sa Dragonera: flora, vegetació i invertebrats. *Inventaris tècnics de Biodiversitat*, 2.
- Grimalt, M. 1996. La climatologia. *In:* sa Dragonera. Parc Natural. Consell Insular de Mallorca. Fodesma, pp: 15-16.
- Oliver, P.G. i Meechan, C.J. 1993. Woodlice. *Synopses of British Fauna* (New Series) 49: 1-134.
- Ordinas, A. i Reynés, A. (coord.). 1996. *sa Dragonera, Parc Natural*. Palma: Fodesma
- Pablos, F. 1964. Isópodos de las Islas Medas. *P. Inst. Biol. Apl.*, 36: 97-100.
- Palmer, M. i Pons, G.X. 1996. Diversity in Western Mediterranean islets: effect of rat presence on a beetle guild. *Acta Œcologica*, 17(4): 297-305.
- Pons, G.X. i Palmer, M. 1996. *Fauna endèmica de les illes Balears*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. IEB -Societat d'Història Natural de les Balears. Palma. 307 pàgs.
- Pons, G.X., Palmer, M. i Garcia, Ll. 1999. Isópodos terrestres (Isopoda, Oniscidea) de las Islas Chafarinas (N Africa, Mediterráneo Occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 42: 139-146.
- Schmalfuss, H. 2003. World catalog of terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A*, Nr. 654: 1-341.
- Taiti, S. i Ferrara, F. 1996. The terrestrial

- Isopoda of Corsica (Crustacea: Oniscidea).
Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, 4ème. Sér.,
18, sect. A, 3-4: 459-545.
- Vandel, A. 1953. Les isopodes terrestres des
provinces d'Almeria et de Granade. *Archivos
del Instituto de Aclimatación*, 1: 45-75.
- Vandel, A.1960. Isopodes Terrestres (première
partie). *Faune de France*, 64: 1-416. Ed. P.
Lechevalier, Paris.
- Vandel, A. 1962. Isopodes Terrestres (deuxième
partie). *Faune de France*, 66: 417-931. Ed. P.
Lechevalier, Paris.

Primeres observacions de la papallona monarca, *Danaus plexippus* (Linnaeus 1758), a les Illes Balears

Carolina ENCINAS i Pere VICENS

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Encinas, C. i Vicens, P. 2008. Primeres observacions de la papallona monarca, *Danaus plexippus* (Linnaeus 1758), a les Illes Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 51: 225-228. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Amb aquesta nota es documenten diverses observacions (i una recollida de mostres) de la papallona monarca *Danaus plexippus* (Linnaeus 1758) a l'illa de Mallorca. Una hipòtesi probable és que la presència d'aquesta papallona a l'illa sia per l'arribada d'exemplars en dispersió procedents del nucli reproductor d'Andalusia, així com també es valora la possibilitat de que la part nord de Mallorca pugui ser una àrea d'hàbitat favorable per a la reproducció d'aquesta espècie.

Paraules clau: primera cita, *Danaus plexippus*, papallona monarca, Mallorca.

FIRST RECORD OF MONARCH BUTTERFLY, *Danaus plexippus* (LINNAEUS, 1758), FROM THE BALEARIC ISLANDS. This note documents a number of sightings (and one specimen collected) of the monarch butterfly *Danaus plexippus* (Linnaeus 1758) on the island of Mallorca. A probable hypothesis is that the presence of this butterfly on the island is due to the arrival of individuals dispersing from the the breeding population established in Andalusia. It raises the possibility that the north of Mallorca could present a favourable breeding habitat for this species.

Keywords: first record, *Danaus plexippus*, monarch butterfly, Mallorca.

Carolina ENCINAS, Son Massanet, 17. 07410 Campanet, Mallorca.
cencinas@espaisnb.caib.es; Pere VICENS Carrer de Sant Miquel, 125 3er A. 07300
Inca, Mallorca. pvicenssiquier@gmail.com

Recepció del manuscrit: 15-des-08; revisió acceptada: 30-des-08.

Introducció

Les papallones diürnes (Ropalocera) ja sigui per la seva vistositat, estacionalitat i abundància són un dels pocs grups d'invertebrats dels quals es fa seguiment periòdic (BMS) (Stefanescu, 2008) amb quatre estacions a les Illes Balears. Recentment s'han activat a Mallorca tota una sèrie de noves estacions.

Respecte de la distribució actual de la papallona monarca es coneixen dues subespècies: la subespècie nord-americana *Danaus plexippus plexippus* (Linnaeus,

1758), distribuïda des de Mèxic fins al Canadà, i la subespècie sud-americana *Danaus plexippus erippus* (Cramer) que s'estén des del Perú fins a l'Argentina. La primera d'elles (*D. p. plexippus*) és objecte d'un intens seguiment per part de molts d'entomòlegs pel fet que efectua una espectacular migració des d'Amèrica del nord cap al centre de Mèxic (des de l'agost a l'octubre) i retorna cap a nord a la primavera. Cal afegir que exemplars d'aquesta subespècie arribaren a les illes Hawaii (1840), a Nova Zelanda i a Austràlia (1870). Possiblement l'origen

d'aquesta dispersió pel pacífic fou antròpic, suposadament transportades en vaixell.

La subespècie nord-americana *D. plexippus plexippus* també està present a l'illa de Madeira, a les Açores i a les Canàries (on s'hi reproduïx des de darreries del segle XIX) i a la península Ibèrica es detectaren els primers exemplars a Gibraltar al 1886 (Fernández, 2002). Actualment, hi ha establerta una petita població reproductora a la zona litoral de Màlaga i Granada des del 1980 (Tolman i Lewington, 1997) i es fan observacions de manera escassa, però constant, durant les migracions de tardor (mesos de setembre i octubre) a la resta de la costa d'Andalusia, de Portugal i de Galícia (De Viedma i Gómez-Bustillo, 1985). A Catalunya fou citada per Masó i Perez De-Gregorio (1983) i també hi ha observacions recents al Delta de l'Ebre els anys 2003 i 2004 (Perez De-Gregorio i Rondós, 2005).

També ha estat documentada la presència regular a la tardor a les illes britàniques, sobretot a Irlanda, amb moltes evidències de que la seva procedència és nord-americana amb vol directe travessant l'Atlàntic ajudades pels vents predominants a aquestes èpoques de l'any (Fernández, 2002).

Descripció de les observacions a Mallorca

El dia 11 de novembre de 2008, el naturalista del parc natural de s'Albufera de Mallorca (coautor de la present nota) va anotar l'observació d'un lepidòpter a la zona de Sa Roca, identificant-lo sense dubtes com a papallona monarca *Danaus plexippus* (Linnaeus 1758). Aquesta es va veure en vol durant un breu espai de temps fins que va acabar posant-se entre les fulles

de la part superior d'un poll *Populus alba*. Malauradament no es va poder compartir l'observació amb altres persones, ni capturar l'exemplar ni es varen poder fer fotografies.

La cita fou posada immediatament en coneixement d'altres biòlegs i naturalistes de les Illes mitjançant un fòrum al *web*. La informació va generar un petit debat sobre la possibilitat o probabilitat de la presència d'aquest ropalòcer a Mallorca, i es va apuntar que podria tractar-se de la primera cita (no confirmada, però) a les Balears (X. Canyelles com. pers.). Un mes més tard, el 6 de desembre, la coautora de la present nota, a la vall de Ternelles, al terme municipal de Pollença (paratge natural de la Serra Tramuntana), a uns 14 quilòmetres de distància de s'Albufera, va recollir d'un alzinar unes restes de papallona (un bocí d'una ala anterior i un altre de la posterior) que foren identificats immediatament com a papallona monarca (material dipositat provisionalment a la col·lecció de lepidòpters del parc natural de s'Albufera de Mallorca). El mateix dia de la trobada, a la mateixa zona i per part d'un dels integrants del grup que visitaven el lloc (Ricardo Navarro), es va observar un altre exemplar en vol en una àrea dominada per alzines *Quercus ilex*. Pocs dies més tard, l'entomòleg M. Honey confirmava, a partir de la fotografia dels fragments (Fig. 1), que es tractava de la primera cita documentada de l'espècie a les Illes Balears i que es tractava d'un exemplar mascle. Paral·lelament, a Menorca ens han comunicat la presència de la papallona monarca, volant a la zona de Bol d'en Feliu, al sud de Menorca (es Castell) el dia 19/10/2008 (UTM 611764; 4412948) a una zona molt propera a la mar, amb penya-segats baixos i a una bosquina de tamarells (G.X. Pons com. pers.).



Fig. 1. Muntatge amb els fragments d'ala de *Danaus plexippus* (mascle) trobats a Ternelles.

Fig. 1. Reconstruction with the fragments of the wing of *Danaus plexippus* (male) recorded in Ternelles.

Conclusions

Possiblement, les papallones observades a Ternelles i s'Albufera de Mallorca, així com l'observada a es Castell (SE Menoria), siguin exemplars en dispersió procedents d'Andalusia que alguns anys arriben fins a Catalunya acompanyant a l'altra espècie de Danaidae més habitual la papallona tigre *Danaus chrysipus* (Linnaeus 1758) (José Manuel Sesma, com. pers.).

La papallona monarca, a Andalusia, té com a plantes nutrícies *Asclepias*

curassavica i *Gomphocarpus fruticosus*. A Canàries s'ha documentat també sobre *Euphorbia mauretana* i *Gossypium herbaceum* (De Viedma i Gómez-Bustillo, 1985).

Amb aquestes dades, caldria posar especial esment a la zona muntanyenca d'Escorca i de Pollença, on el seder, *Gomphocarpus fruticosus*, pot arribar ser localment abundant (Ternelles, Mortitx...), per una possible colonització de la papallona monarca a la zona. A més, aquesta àrea és un dels llocs coneguts

(Pons, 2000) de presència habitual de la papallona tigre *Danaus chryssippus*, considerada esporàdica o rara a les Balears i de colonització ben recent (Alomar *et al.*, 1989-1990; Pons, 2000; Canyelles, 2003), i que és una espècie quasi sempre simpàtrica de la papallona monarca a la península Ibèrica.

Si es té en compte la capacitat de vol d'aquesta espècie, els nuclis poblacionals ja establerts i que cada vegada hi ha més indicis que apunten com a probable el vol transoceànic directe des de nord-amèrica a la península Ibèrica (Fernández, 2002) cal formular com a hipòtesi que aquesta espècie hagi arribat a altres àrees geogràfiques com les illes Pitiüses o costes nord-africanes malgrat encara estigui sense documentar la seva presència.

Agraïments

Volem agrair l'interès i els comentaris dels naturalistes Nick Riddiford i Jordi Clavell, i en especial, les indicacions de José Manuel Sesma (lepidopteròleg i director del Banc Taxonòmic d'Insectarium Virtual) i Martin Honey (entomòleg del *Natural History Museum* de Londres).

Bibliografia

- Alomar, G., Jurado, J. i Núñez, L. 1989-1990. Primeres observacions de la papallona tigre (*Danaus chryssippus* L.) a les Balears. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 275-278.
- Canyelles, X. 2003. *Insectes de les Illes Balears*. Manuals d'Introducció a la Naturalesa, 14. Ed. Moll. Palma.
- De Viedma, M.G. i Gómez-Bustillo, M.R. 1985. *Revisión del Libro Rojo de los Lepidópteros Ibéricos*. 73 pp., 3 láms. ICONA. Madrid.
- Fernández, E.H. 2002. La *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) en Galicia (España). Nuevos

- datos y noticias sobre la "Operación Monarca" (Lepidoptera: Danaidae). ARACNET 10 - *Bol. S.E.A.*, 31: 243-246.
- García-Barros, E., Munguira, M. L., Martín Cano, J., Romo Benito, H., García Pereira, P. i Maravalhas, E. S. 2004. *Atlas de las mariposas diurnas de la Península Ibérica e islas Baleares (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)*. Monografías S.E.A., nº 11: págs 55 y 149.
- Masó, A. i Pérez De-Gregorio, J.J. 1983. Migració de *Danaus chryssippus* a la costa catalana: espècie nova per a Catalunya. *Treb. Soc. Cat. Lep.*, 6: 55-63.
- Pérez De-Gregorio, J.J. i Rondós, M. 2005. La *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758) en el delta del Ebro, Cataluña (Península Ibèrica) (Lepidoptera, Danaidae). *Bol. S.E.A.*, 36: 308.
- Pons, G.X. 2000. *Les Papallones diürnes de les Balears*. Quaderns de Natura de les Balears. Ed. Documenta Balear, Palma.
- Stefanescu, C. 2008. Estat de la xarxa del *Butterfly Monitoring Scheme* a Catalunya, Andorra i Balears l'any 2008. *Cynthia*, 8: 3-6.
- Tolman, T. i Lewington, R. 1997. *Collins Field Guide Butterflies of Britain and Europe* (edición española, 2002), págs. 140-141. Lynx Ediciones, Barcelona.

El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació

Bernat MOREY

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Morey, B. 2008. 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: 229-260. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca pot ésser considerat com a un dels més importants de la Mediterrània i està format per uns 113 jaciments. En aquest període s'han definit fins a 11 paleofacies corresponents a 4 transgressions principals amb regressions marines intercalades relacionades amb refredaments climàtics. Distints autors han classificat prop de 300 espècies de, principalment, mol·luscs amb fauna significativa pels períodes més càlids. Amb aquest estudi s'intenta catalogar, caracteritzar i donar valor als jaciments amb l'objectiu d'establir estratègies particulars de gestió car a la seva conservació i un bon ús científic-social. S'han classificat els jaciments per les seves característiques intrínseques: estratigrafia i fauna, extensió, potència, densitat fòssilífera, estat del material; i pels seus valors respecte a ús i gestió: estat i vulnerabilitat del jaciment i del seu entorn, interès científic i didàctic i entorn rellevant. Els jaciments ens poden informar sobre l'estat i els canvis que ha sofert el litoral en aquests darrers 150.000 anys. Les majors acumulacions, i també les millors i més ben conservades, es situen a les principals badies de l'illa i són quasi inexistentes a les costes d'erosió o amb tectònica recent. La meitat dels jaciments estudiats (80%) han desaparegut degut a la urbanització del litoral (construccions, passeigs, formigonats, ports esportius, etc) i el 75% dels jaciments accessibles o situats en costes d'acumulació pateixen importants impactes antròpics. Molts es situen en entorns rellevants tant des del punt de vista natural geològic, com històric i d'altres mantenen un bon potencial didàctic. Els millors valorats i considerats de referència són els de Camp de Tir i Es Carnatge, Caló des Camps, Ses Covetes, S'Estalella, Cala Agulla i Son Real- Son Serra de Marina tots proposats BICs. Com a estratègies d'ús, gestió i conservació es proposen l'estudi dels jaciments inèdits, la recuperació de jaciments bruts o formigonats, la creació de centres de conservació i divulgació, la declaració de BICs o LICs dels jaciments significatius, la creació d'un cos de vigilància patrimonial i l'ús didàctic dels jaciments adequats per a tal fi.

Paraules clau: patrimoni paleontològic, Pleistocè superior marí, catalogació, caracterització, valoració, estratègies de gestió i conservació.

THE PALEONTOLOGICAL PATRIMONY OF UPPER MARINE PLEISTOCENE OF MALLORCA ISLAND. CATALOGUING, CHARACTERISING, VALUATION AND STRATEGIES FOR USE AND CONSERVATION. The paleontological patrimony of upper marine Pleistocene of Mallorca consist of 113 known paleontological sites. In this period they have manifested themselves until 11 paleofacies corresponding to 4 main transgressions with sea regression inserted related with climatic cooling. The different authors can be classified near 300 species of, mainly, molluscs with significant fauna for the warmest periods. With this study it is attempted to

catalog, to characterize and to give value to| the paleontological sites with the goal to establish particular strategies of management to their conservation and a good use scientific-social. The sites have classified according to their intrinsic characteristics: stratigraphy and fauna, extension, power, fossiliferous density, state of the material; and for its values with respect to use and formality|management: state and vulnerability of the site and their environment, scientific and didactic interest and relevant environment. The sites can brief us about the state and the changes that the coast has suffered in these last 150.000 years. The most important accumulations, and also the best and best preserved, they |place in the main bays of the island and are almost inexistent in the shores of erosion or with tectonics recent. Half of the sites studied (80%) have disappeared due to the housing development of the coast (constructions, concreted littoral walks, etc, pleasure harbors) and 75% of the sites accessible or placed in coasts of accumulation they suffer important human impacts. Many sites are located in relevant environments as much from the geological natural point of view, how historical and other sustain a good didactic potential. The best valued and considered of reference are those of Camp de Tir and Es Carnatge, Caló des Camps, Ses Covetes, S'Estalella, Cala Agulla and Son Real- Son Serra de Marina all proposed BICs. As strategies of use, management and conservation they propose themselves the study of the unknown sites, the recovery of dirty or concreted sites, the creation of centers of conservation and divulging, the declaration of BICs or LICs of the significant sites, the creation of a body of patrimonial surveillance and the didactic use of the sites suitable for such end.

Keywords: *Paleontological patrimony. Upper marine Pleistocene, cataloguing, characterising, valuation, strategies for use and conservation.*

Bernat MOREY. Fra Juníper Serra 19. Sta Eugènia. 07142. Mallorca. Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margarita Xirgu, 16 baixos. 07011. Palma de Mallorca.

Recepció del manuscrit: 7-ago-08; revisió acceptada: 30-des-08

Patrimoni paleontològic de Mallorca

La *Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español* considera el Patrimoni com un bé social i el defineix com a conjunt de bens mobles i immobles d'interès artístic, històric, paleontològic, arqueològic, etnogràfic, científic o tècnic, encara que no estigui inventariat o declarat BIC. El registre paleontològic conserva una important informació del passat i constitueix un recurs científic-cultural i educatiu de primer ordre (Villalobos, 2005; Camps, 2005). Per altra banda, també s'ha de considerar que el patrimoni pot ésser un element inestable i no renovable (Meléndez *et al.*, 2001).

Els estudis en Patrimoni paleontològic en

aquests darrers anys s'han centrat en la seva definició i divulgació, en la seva catalogació i conservació i en la caracterització i selecció del patrimoni més rellevant en vistes a la seva protecció, ús i gestió (Meléndez *et al.*, 2001; Mancheño, 2004; Romero, 2005; Castillo *et al.*, 2001; Rivas *et al.*, 2001; Barba *et al.*, 2006).

El registre estratigràfic i paleontològic de Mallorca comprèn els darrers 300 milions d'anys (Rodríguez Perea i Gelabert, 1998). El litoral de Mallorca, és particularment ric en afloraments fossilífers per mors la seva disposició estructural, l'erosió marina i el registre que mostra del continu canvis isoeustàtics plio-pleistocens (Morey i Cabanellas, 2008).

El Patrimoni paleontològic moble està

format per les col·leccions científiques elaborades per naturalistes i científics, juntament amb el fons bibliogràfic associat. Molts dels naturalistes i científics de les Balears han depositat les seves col·leccions per a la seva conservació en dos centres paleontològics de referència: la Societat d'Història Natural de les Balears (col·leccions Joan Cuerda, Andreu Muntaner, Joan Pons, Antoni Rosselló, Gabriel Escorcia, La Salle -Palma,...) i el Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (col·leccions Joan Bauzá, Guillem Colom, William Waldren entre d'altres).

Els jaciments del Pleistocè superior marí coneguts superen el centenar de localitats. El seu registre fòssilífer comprèn més de 300 taxa de mol·luscs marins, restes de Vertebrats, Crustacis, closques de, Equinoderms, Antozous, Briozous, pistes fòssils, icnites, perforacions, bioturbacions, rizoconcrecions, foraminífers i fauna terrestre associada (Cuerda, 1975; Vicens *et al.*, 2001).

Les principals col·leccions de mol·luscs quaternaris marins són: la col·lecció Joan Cuerda Barceló i la col·lecció Andreu Muntaner Darder, depositades a la Societat d'Història Natural de les Balears (Museu de la Naturalesa de les Illes Balears MNIB-SHNB), la primera, per exemple, amb prop de 12.000 exemplars catalogats i inventariats en una base de dades d'unes 150 localitats de totes les Balears (Pons *et al.*, 2008).

Marc geogràfic, geològic i cronològic

L'illa de Mallorca (2°-4° Long. Est i 39°-40 ° Lat. Nord. 3640 km. 626 km de costa) forma part del promontori Balear, prolongació aquest de les Serralades Bètiques (Fallot, 1922; Rodríguez-Perea i Gelabert, 1998). Estructuralment és una

combinació de *horsts* i *grabens* causada per grans falles lítriques amb desplaçaments quilomètrics a partir del Miocè superior (Gelabert, 1997). Els *grabens* formen les conques principals de l'illa reomplides de materials terciaris i quaternaris post tectònics. Els *horsts*, material encavalcats pel plegament alpi, formen les elevacions principals. La compressió es produeix en direcció NW durant 7 ma (des dels 21 ma BP a 14 ma BP. Gelabert, 1997) i afecta a materials del Carbonífer, Triàsics (fàcies germànica), Rethians, Juràsics, Cretàcics i Terciaris (Pomar *et al.*, 1983; Rodríguez Perea i Gelabert, 1998). Després del plegament alpi un joc de falles actua en els materials dipositats a les cubetes centrals de l'illa i sobre l'estructura arrecifal Tortoniana-Messiniana establerta vora els terrenys emergits (Alvaro *et al.*, 1984; Benedicto, 1994; Silva *et al.*, 2005). La mar pliocena cobreix les restes arrecifals i les cubetes establertes i es retira progressivament a finals del període i amb les primeres glaciacions (Butzer i Cuerda, 1962; Cuerda, 1975). Durant tot el Quaternari i en el Pleistocè superior (interglaciari Riss- Würm. 170ka-70ka. Rose *et al.*, 1999) s'han enregistrat diverses transgressions i regressions marines que possibiliten la divisió del període en diversos subestadis. Aquests s'han datat i establert a Mallorca en base a la fauna significativa en ells enregistrada (Cuerda, 1975, 1987; Vicens *et al.*, 2001); a partir de diversos mètodes de datació absoluta (Stean, 1985; Henning *et al.*, 1981; Hillarie Marcel *et al.*, 1996; Rose *et al.*, 1999) i en base a l'estudi dels espeleotemes litorals (Ginés *et al.*, 2001; 2007). Els estudis en els jaciments des Camp de Tir - Carnatge (Hillarie Marcel *et al.*, 1996) i de Caló des Camps (Rose *et al.*, 1999) mostren 4 subestadis transgressius en el darrer interglaciari (135ka, 117 ka, 100 ka, 80 ka)

separats per regressions intercalades (125 ka, 105 ka, 90 ka). El nivell de la mar no arriba a pujar més que dos o tres metres per damunt del nivell actual (Ginés, 2000; Silva *et al.*, 2005). En els regressius (equivalents als estadis isotòpics- OIS- 6 i 4, 5b, 5d) davalla més de 15m i es desenvolupen paleosòls i sistemes dunars a sobre o entre les sedimentacions de platja (Butzer i Cuerda, 1962; Cuerda, 1975; Rose *et al.*, 1999).

Antecedents històrics. L'estudi del Quaternari marí de Mallorca

L'existència de jaciments costaners amb fauna marina pleistocena característica ja fou contrastada per Haime (1855) i Hermite (1879) entre d'altres i fou prest correlacionada amb altres indrets de la Mediterrània (Collet, 1909; Gignoux, 1913; Denizot, 1930 in Cuerda, 1975).

Cuerda i Muntaner (1950) inicien una sèrie d'estudis faunístics i estratigràfics en el Pleistocè superior marí de la badia de Palma que els duran a definir diferents paleonivells en els afloraments en base a la fauna en ells trobada i a la seva disposició sedimentària. El descobriment i estudi d'aquests jaciments fou un dels principals motius de que s'organitzàs a Palma una excursió del V Congrés Internacional per a l'estudi del Quaternari (INQUA. 1957). Quaternaristes de tot el món conegueren els jaciments de la badia de Palma (Camp de Tir, Es Carnatge i d'altres) on Cuerda i Muntaner (1950) assenyalaven, ja aleshores, l'existència de fins a tres nivells transgressius marins enregistrats en el darrer interglaciari i amb fauna significativa associada.

A raó del congrés Solé-Sabarís i Butzer s'incorporen a l'estudi del quaternari mallorquí juntament amb Cuerda. Aquests i

d'altres investigadors posteriors com Sacarés, Galiana, Antich, Soler, Gracia i Vicens localitzen durant tres dècades més de 70 afloraments al llarg del litoral mallorquí. Es defineixen els principals nivells transgressius en base a la fauna d'interès estratigràfic present en els jaciments (Cuerda, 1975; 1987; Vicens *et al.*, 2001). Els estudis en aquests darrers anys (coincidint amb la creació del Departament de Ciències de la Terra de la UIB) daten el Pleistocè marí amb mètodes de datació absoluta i en base a altres registres quaternaris litorals (espeleotemes freàtics, sistemes dunars i ventalls al·luvials. Hillarie Marcel *et al.*, 1996; Rose *et al.*, 1999; Ginés *et al.*, 2001).

Àmbit legislatiu. Problemàtica en la conservació del Patrimoni

Els darrers 60 anys han conegut diverses normatives i convenis referents a la conservació patrimonial molts de caire internacional i que s'han adaptat a nivell estatal i al nostre territori. S'exposa molt breument la normativa referent al patrimoni vigent com la aplicada en aquests darrers anys.

Convenis internacionals

- Protocol per protecció de bens culturals en cas de conflicte armat (UNESCO, 1954. Carta d'Atenas.1931 i 1933). Subscrit per Espanya l'any 1960.

- Conveni per a la protecció del Patrimoni arqueològic (Londres, 1969; Revisat, Malta, 1992). Suggereix inventariar patrimoni, cartografiar jaciments i participació d'arqueòlegs en les polítiques d'ordenació territorial.

- Conveni de Berna (82) i Directives 92/36 i 92/43 CEE relatives a la conservació de la Vida Silvestre i del Medi

Natural. Promouen la designació de zones de protecció d'hàbitats naturals singulars i vulnerables fet que suposa implicar experts en la seva selecció.

- Conveni per a la salvaguarda del Patrimoni arquitectònic (Granada, 1985) compromet a portar un inventari dels bens patrimonials rellevants i adoptar mesures per a la seva protecció.

- International Union of Geological Sciences (IUGS, 1996). Proposta d'inventari del patrimoni geològic de la Terra a partir llocs d'interès Geològic útils a nivell científic i didàctics (Geòtops o LIGs-projecte Geosites). L'inventari el porta cada país (García Cortés *et al.*, 2000).

-Projecte Geoparks (UNESCO, 1999). Suggereix reserves de la Geosfera o Geoparks.

Legislació estatal

Les primeres normes de protecció del Patrimoni històric daten del segle XVIII (regnat de Carles III) i ja en segle XX (Real Orden del 15-6-1927 sobre *Sítios y Monumentos Naturales de Interés Nacional*. Barba *et al.*, 1996). Les lleis posteriors s'han inspirat en els convenis Internacionals o europeus. En aquests darrers deu anys s'ha començat a protegir Patrimoni paleontològic de manera específica (BICs i LICs. Meléndez *et al.*, 2001). Les principals lleis desenvolupades són:

La Constitució de 1978. L'article 46 fa responsable a l'Estat de la conservació del Patrimoni cultural i permet a les Comunitats Autònomes assumir-ne competències.

Ley de Patrimonio histórico Español (16/1985). Defineix els BIC (Bens d'Interès Cultural) com a figura fonamental de protecció subjecte a un règim de visites regulades. La declaració BIC és inadequada per a jaciments paleontològics perquè no

suposa cap garantia per a la seva conservació (Romero, 2005).

Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (4/1989). Inspirada en el Conveni de Berna. (Ginés i Mayol, 1995) implica crear xarxes de llocs singulars protegits i la intervenció de la comunitat científica en la seva selecció.

Llei de costes (22/1988). Preveu una franja de protecció litoral de 100m on s'impedeix la edificació i 6m de domini públic. Es competència de l'estat, de les CC.AA i dels Ajuntaments. Encara en procés d'aplicació es qüestionada per no contemplar la totalitat dels processos litorals i no garantir la seva conservació (Roig 2005). La pressió urbanística, la lentitud en l'aplicació de sancions i la falta de medis econòmics la fan inoperant. La dependència de tres administracions la fa conflictiva (Martín Prieto *et al.*, 2007) fet que aprofiten els presumptes delinqüents en territori.

Normativa autonòmica

Les CC.AA han assumit competències en patrimoni en aquests darrers anys desenvolupant les lleis estatals i els convenis europeus i internacionals o amb iniciatives pròpies.

Llei d'Espais Naturals (1/91). Inspirada en el conveni de Berna protegia el litoral de les Àrees Naturals d'Especial Interès (ANEI) (Martín Prieto *et al.*, 2007).

Llei 12/1998. de Patrimoni històric de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears. Desenvolupa la llei estatal de 1985 i dona competència als Consells Insulars de cada una de les illes i als Ajuntaments en la catalogació del patrimoni i en les declaracions BICs.

Decret 144/2000 de la llei 12/1998 de Patrimoni històric de les illes Balears. Reglament intervencions arqueològiques i paleontològiques. Regularitza les intervencions arqueològiques i paleontològiques que queden subjectes a permís administratiu i lligades a un projecte científic.

Llei (4/2005) de la conservació d'espais de rellevància ambiental de la Comunitat Autònoma. LECO (Govern Balear, 2005).

Actuacions a nivell local. El patrimoni paleontològic en la comunitat.

Els Ajuntaments de l'illa han de contemplar en les seves normes subsidiàries els llocs rellevants amb necessitats de protecció. La majoria de catàlegs patrimonials consultats no inclouen elements paleontològics per falta d'una catalogació adient. Destaca l'Ajuntament de Sóller (declaració de zones paleontològiques protegides) gràcies a la feina portada a terme des de l'associació del Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller (Arbona, com personal).

El patrimoni paleontològic es troba exposat a tot tipus d'agressions antròpiques i naturals que provoquen la seva progressiva desaparició. La constant urbanització i una gestió litoral basada en conceptes estrictament econòmics i a curt termini, sense cap estratègia de protecció o conservació (Roig, 2005) ha suposat la destrucció de la meitat dels jaciments pleistocens citats i estudiats en el segle passat (Morey i Cabanellas, 2007). El fet provoca que:

a) No hagi una idea clara ni per part de l'administració ni de la societat en general del patrimoni paleontològic existent a l'illa ni cap inventari ni catàleg de bens paleontològics rellevants.

b) Un incompliment constant de les lleis establertes i la falta de control en la seva aplicació.

c) Una manca d'inversió en Patrimoni que es tradueix en que no hi cap centre d'investigació, o museístic públic en tota la comunitat per a la salvaguarda i exposició del material investigat ni gestors o vigilants formats o especialitzats en Patrimoni paleontològic.

Es fa necessària una actuació immediata i contínua tant per part de la comunitat científica (En localitzar, definir, estudiar, catalogar, divulgar i conservar patrimoni) com de les institucions públiques responsables de la seva salvaguarda.

Objectius i mètode

L'objectiu principal d'aquest estudi és donar a conèixer la situació actual del Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca i establir una base teòrica que justifiqui la seva protecció i el seu us per la societat.

Aquest objectiu general es pot dividir en varis objectius més específics:

a) Definir i introduir termes sobre Patrimoni paleontològic i plantejar la necessitat de la seva protecció i conservació.

b) Catalogar els jaciments estudiats i citats en el Pleistocè superior marí.

c) Incorporar nous jaciments al catàleg.

d) Caracteritzar aquests jaciments i disposar d'una informació actualitzada del seu estat .

e) Valorar i ordenar els jaciments segons la seva rellevància científica - social.

f) Elaborar i adaptar propostes de gestió i conservació del patrimoni immoble individualitzades en funció de les característiques dels afloraments.

La metodologia emprada es semblant a la d'altres autors consultats en els seus respectius estudi sobre gestió patrimonial (Taula 1) (Meléndez *et al.*, 2001; Castillo *et al.*, 2001; Barba *et al.*, 1996; Pons *et al.*, 2001; Romero, 2005; Roig 2005; Serrano *et al.*, 2006) i a la suggerida en la legislació consultada. Es tracta de localitzar i catalogar el patrimoni que interessa, caracteritzar aquests patrimoni de forma exhaustiva i a partir de les investigacions en ell realitzades. Aquest s'ordena i valora a partir de la caracterització i amb uns criteris els més vàlids i objectius possibles. A continuació es selecciona el que és necessari protegir i perquè i proposen estratègies individualitzades de protecció, ús i conservació.

Localització i catalogació del patrimoni. Problemàtica i criteris

S'han visitat tots els jaciments citats pels investigadors a dia d'avui (2008), revisat la majoria dels estudis fets en ells (Annex 1) i les col·leccions paleontològiques guardades en els centres de referència. Les recerques han suposat incrementar el patrimoni amb la incorporació de jaciments inèdits i de localitzacions no citades de jaciments ja coneguts. En la recerca s'han utilitzat els mapes topogràfics Nacionals de Mallorca (2001), de Mascaró (1987), projecte MAGNA (Barnolas *et al.*, 1991), Enciclopèdia de Mallorca (1989) i els mapes de jaciments publicats per Butzer i Cuerda (1960; 1961; 1962); Cuerda (1968; 1975; 1979; 1987); Cuerda i Sacarés (1962a; 1965; 1966; 1991) i Morey i Cabanellas (2007a, b; 2008a, b, c). La feina de camp s'ha portat a terme entre 2003 i 2008. Entre les dificultats sorgides es citen:

- Existència d'afloraments desapareguts per la urbanització del litoral o exhaurits en ser investigats. (Palma Nova II. Cuerda. Com personal), d'altres citats sense ser

estudiats i desapareguts (Cala Llombards) i de cites asnyalades com a jaciments que no contenien fauna marina (Sa Calobra).

- Ús topònims amplis (que han dificultat la localització del jaciment si aquest desapareix o n'apareix un altre proper) de dos topònims distints per a un mateix jaciment (Camp de Tr- Carnatge. Morey *et al.*, 2006) o d'un mateix topònim per a citar jaciments no propers i molts distints (Magal·luf).

- Existència de perfils estratigràfics que no coincideixen amb la realitat actual del jaciment (Son Serra. Butzer i Cuerda, 1962) o no indicació del lloc exacte d'un estudi realitzat ens jaciments amb varies localitzacions (Camp de Tir- Carnatge)

- Són molts els investigadors del Quaternari illenc i els topònims usats no s'han referits sobre els mateixos mapes. La desaparició d'afloraments abans de que fossin estudiats unit a la troballa d'altres propers justifiquen la necessitat d'establir criteris coherents en la catalogació. Els que s'han utilitzat en aquest estudi són:

a) Un dels topònims usat (o l'únic) per anomenar el jaciment és del mapa Topogràfic Nacional I: 25.000.

b) S'ha respectat en el possible la terminologia emprada pels primers estudiosos dels Jaciments.

c) Dos afloraments amb paleofàcies diferents i allunyades i citats amb el mateix nom es citen amb el topònim antic i amb dues lletres (Magal·luf, a i b).

d) Els afloraments similars, propers i continus amb noms diferents s'han agrupat en un sol jaciment, indicant els topònims usats pels investigadors (ex. Davalladors)

e) No es citen els jaciments que no han donat fauna marina (Sa Calobra).

f) Els casos dubtosos entre jaciment inèdit o citat s'ha optat pel jaciment citat (ex. Colònia de Sant Jordi- Punta des Dofí. Cuerda, 1975, 1987).

Valoracions consultades - Criteris	F	Sf	Re.	Se	M	Vul	A	Dc	H	Pm	Pg
<i>Morales-Meléndez 2001. Pat. Paleontològic.</i>	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
<i>Ginés i Mayol. Pat. Geològic. 1995.</i>	x	x			x	x			x	x	
<i>Castillo et al.2001- Pat. Paleontològic</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Romero. 2005. Pat. Geològic</i>	x	x	x	x		x		x	x	x	
<i>Serrano et al. 2006. Pat. Geomorfològic</i>			x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Pons et al.2001. Pat. Natural.</i>	x	x		x	x	x			x	x	
<i>Mamcheño.2004. Pat. Paleontològic</i>	x	x		x	x	x		x		x	
<i>Roig. 2005. Gestió de platjes.</i>				x	x	x	x	x	x	x	x

Taula 1. Ítems contemplats en altres valoracions consultades (Abrev en text. Apartat metodologia i a la taula 2. Pg. Interès paisagístic).

Table 1. Valuation factors from studys consulted. (Abrev. Factors:RE. Stratification abundance; SE, Stratification importance; RF, Faunistical Abundance; SF, Faunistical significance; H. Scientific importance; A, Accessibility; Vul, Vulnerability; Dc, Pedagogical importance; M Quality of material; Pm. closeby environment.;Pg. Landscape concern.

g) Els jaciments inèdits s'han identificat per la seva disposició respecte dels sistemes dunars i plataformes que els contenen, per la seva fauna i per similitud amb els de referència (Annex 2).

h) S'indica un nou aflorament si es troba a més de 300 m d'un altre (Font Celada-Arenalet d'Albarca) o separat per un element geomorfològic destacat (cala, torrent, cap).

i) Quan no s'ha trobat un aflorament assenyalat en un lloc determinat i després de tres recerques acurades aquest s'ha considerat com a desaparegut.

Caracterització dels jaciments

Cada jaciment en l'estudi de referència (Morey, 2008) s'ha localitzat en mapa, Fig. 2, i amb coordenades geogràfiques). Els jaciments s'han caracteritzat per estratigrafia (edat i disposició estratigràfica, extensió i potència), fauna (espècies citades, densitat fòssilífera superficial i estat del material), pel seu estat actual (impactes

soferts i vulnerabilitat) i per les seves possibilitats d'ús i gestió (accessibilitat, estudis en ells realitzats, possibilitats didàctiques i entorn rellevant proper).

S'han aprofitat els estudis realitzats per altres investigadors (Annex 1) i en els inèdits s'han obtingut totes les dades possibles sense extreure material (Annex 2) o s'han estudiat amb especialistes de la SHNB (Morey *et al.*, 2006).

En l'estudi realitzat (Morey, 2008) les dades es presenten en perfils estratigràfics, mapes i taules comparatives a partir de les que es realitza la valoració. En aquest compendi- resum moltes dades se troben implícites en la taula- valoració (Annex 2) i s'interpreten en l'apartat de resultats.

Valoració dels jaciments

Valorar un jaciment paleontològic obliga a establir quins aspectes són els que el fan més rellevant per al seu ús científic- social i per a la seva conservació (Meléndez *et al.*, 2001). La valoració ha de servir també per a

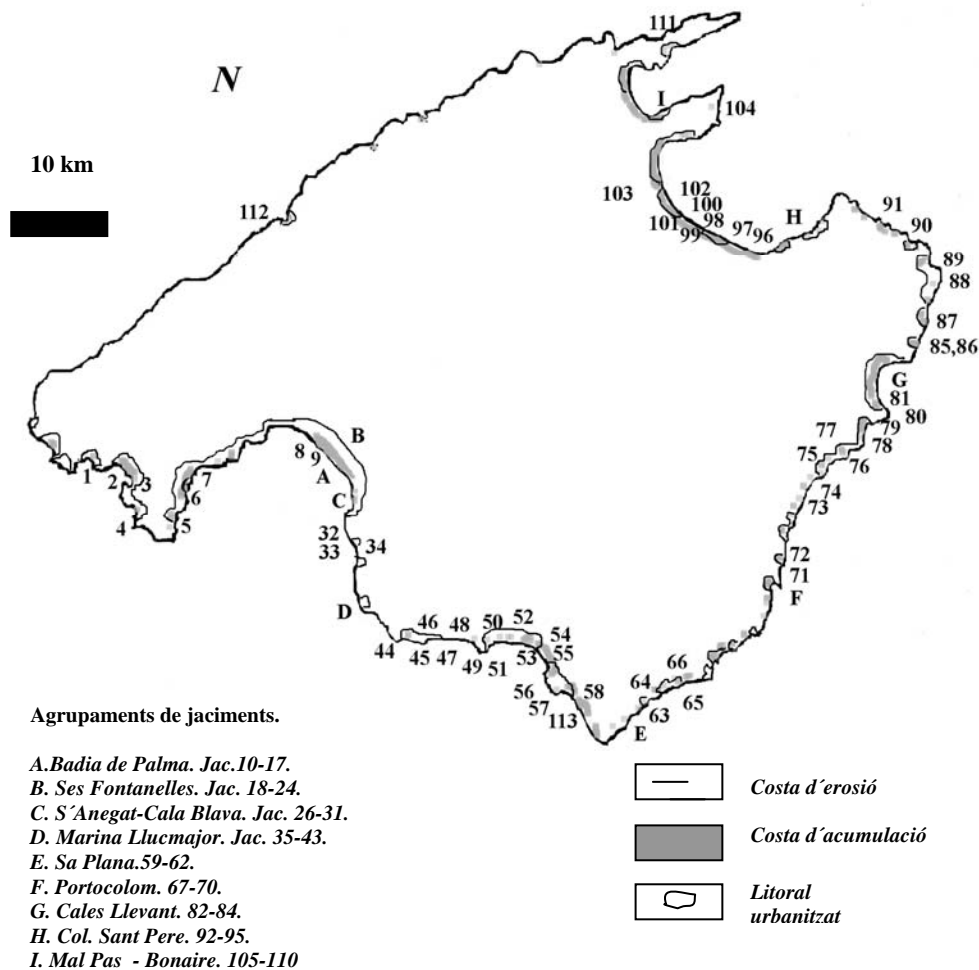


Fig 1. Mapa amb situació dels jaciments (número en taules) i la seva relació amb el tipus de costa (erosió, acumulació i zones urbanitzades. Morey i Cabanellas, 2007a. b. Morey 2008. inèdit.)

Fig 1. Situation map of deposit upper marine Pleistocene of Mallorca. Coast typology. Abrasion coast, Accumulation coast. Urbane coast.

observar el patrimoni més fràgil o vulnerable i establir estratègies de conservació i protecció adients per a cada aflorament.

Els jaciments es puntuen i ordenen amb uns ítems adequats a les seves caracterís-

tiques. Per a la selecció d'aquests s'han consultat models de valoració no sols de Patrimoni paleontològic sinó també referits a altres tipus de patrimonis (Taula 1). Alguns dels models observats s'inspiren en el Conveni de Berna (1982) que insta a

seleccionar hàbitats naturals rellevants car a la seva protecció. D'altres es basen en l'estudi de Morales sobre el Patrimoni paleontològic (Morales, 1996 in Meléndez *et al.*, 2001) que valora els jaciments paleontològics en funció de les seves característiques intrínseques i del seu valor d'ús i gestió. Per seleccionar els ítems i aconseguir la màxima objectivitat possible s'han fixat els següents criteris:

- L'ítem seleccionat ha de caracteritzar clarament el jaciment.

- Aquesta caracterització ha de ser la més exhaustiva possible.

- S'ha de valorar i puntuar cada ítem de manera quantitativa i per separat.

- Sempre que se pugui s'han d'assignar valors numèrics a cada característica valorada.

- Alguns aspectes són valorats amb criteris qualitius o per comparació amb altres jaciments de referència (es Carnatge, Camp de Tir, Caló des Camps).

Els ítems seleccionats (Taula 2) s'han classificat en dos grups: els que fan referència a les característiques intrínseques dels afloraments i els que valoren el seu ús socio-científic.

En l'estudi matriu (Morey, 2008) es realitza una segona valoració simplificada on es comparen jaciments de similar puntuació per a calibrar si la valoració principal (Annex 3) és adequada i s'ajusta a la realitat dels jaciments. Aquesta es comenta a l'apartat de resultats.

Aspectes a tenir en compte per valorar les característiques intrínseques dels jaciments:

Riquesa estratigràfica (Re). Es puntuja cada paleofàcies del jaciment compresa entre els sistemes dunars Riss i Würms (fins a 7 en els jaciments des Carnatge i Caló des Camps. Cuerda, 1975). Les dades s'han

extret a partir dels estudis de Butzer i Cuerda (1960; 1961; 1962); Cuerda (1968; 1975; 1979); Cuerda i Muntaner (1952; 1953); Cuerda i Sacarés (1962a; 1965; 1966; 1991); Cuerda *et al.* (1983; 1989; 1991) Muntaner (1954; 1955; 1957; 1959); Vicens i Gràcia (1988; 1998) entre d'altres (Annex 1)

Singularitat estratigràfica (Se). Es valoren (1 Pt) les paleofàcies considerades rares o singulars (les presents d'altres estadis pleistocens, les d'albufera, les 5e amb *Strombus bubonius* i les citades en els subestadis 5e0, 5b, 5c, 5d). També s'han valorat (1Pt) els jaciments de referència pel període.

Riquesa faunística (F). Es puntuja la fauna citada en cada jaciment (3 punts els que contenen més de 60 espècies, 2 els que en contenen entre 60 i 30 i amb un els d'entre 20 i 30) i la presència de distints grups taxonòmics (2pt més de 5 grups; 1 Pt entre 3 i 5). Les dades s'han extret dels estudis de Cuerda (1975; 1979; 1987); Cuerda *et al.* (1989a; 1989b; 1991); Vicens *et al.* (1998; 2001) i entre d'altres.

Singularitat faunística (Sf). Es valora l'existència d'espècies rares o singulars en els jaciments (Taula 2); La presència d'associacions d'*Strombus bubonius*, d'albufera o terrestres (1Pt per associació) i els jaciments que han possibilitat estudis per a una taxa particular (1Pt)

Extensió (X). Es mesuren i puntuen els 5 jaciments més extensos (1Pt), tots els que superen els 100 metres quadrats (1Pt) i tots els jaciments mesurats (no desapareguts. 1Pt).

Potència (P). Es puntuen amb 3 punts els jaciments amb un metre o més d'estrats fossilífers amb 2 els compresos entre 50 i 100 cm i amb un punt els compresos entre 20 i 50 cm.

Densitat fossilífera (Dm). Es mesuren i puntuen els jaciments (Annex 3) amb

Riq. Estratigràfica .Re.	Per cada paleofàcies present citada en el període	1
Sig. Estratigràfica	Presència de paleofàcies del Pleistocè Mig – Inferior i / o holocè	1
Se	Presència de Paleofàcies 5e1 amb <i>Strombus bubonius</i> (en bon estat).	1
Se	Presència de paleofàcies d'albufera	1
Se	Presència d'altres paleofàcies singulars (5e0, 5d, 5b) ben definides	1
Se	Representativitat pel període	1
Riqueza Faunística	Jaciments amb més de 60 espècies citades. .Sumatiu*	1
F	Jaciments amb més de 30 espècies citades.	1
F	Jaciments amb més de 20 espècies citades.	1
F	Més de cinc grups taxonòmics presents.	1
F	Més de tres grups taxonòmics presents.	1
Sing. Faunística	Presència d'alguna associació singular (Signif càlida + -; Albufera; Terrestre). Sumatiu*	1
S.f	Tots Jaciments amb més de 50 punts	1
S.f	Tots Jaciments amb més de 30 punts o que contenen alguna espècie única	1
S.f	Tots els jaciments puntuats	1
S.f	Jaciments amb estudis faunístics per a un taxó determinat.	1
Extensió	5 Jaciments més extensos.	1
X	Tots Jaciments que superen els 100 mq.	1
X	Tots Jaciments mesurats.	1
Potència. P	Tots Jaciments amb estrats fossilífers de potència superior als 100, 50 i 20 cm. Sumatiu	1
Densitat. Dm	Tots Jaciments amb densitat fossilífera de més de 100 e/m i 200 e/m. Sumatiu	1
Dm	Tots Jaciments mesurats.	1
Estat Material	Tots jaciments a partir del grup (veure Item)	1
M	Tots jaciments a partir del grup (veure Item)	1
M	Jaciments amb material conservat de manera excepcional	1
Int. Cient. Hist	Jaciments anteriors a 1987	1
H	Jaciments amb bon potencial actual	1
H	Estudis científics realitzats en el jaciment	1
H	Jaciments Inèdits	1
Accesibilitat	Distància a menys de 300 m de carretera.	1
A	Bona localització i fàcil accés	1
A	Proximitat a nucli urbà	1
Estat Jaciment	Tots jaciments a partir del grup 3 (veure Item)	1
E.J	Jaciments grups 4 i 5 (Veure Item)	1
Vulnerabilitat	Jaciments amb materials tous o disgregats	1
Vul	Jaciments amb evidències de forta incidència de l'onatge o caiguda de blocs	1
Vul.	Jaciments impactats o en perill d'impacte imminent.	1
Utilitat didàctica	Utilitzat en publicacions científic-didàctiques o divulgatives.	1
Dc	Relació amb altres elements patrimonials	1
Dc	Proximitat a un possible centre interpretatiu	1
Entorn Patrimonial	Entorn amb altre patrimoni geològic o paleontològic rellevant	1
Pm	Entorn amb altre patrimoni natural rellevant	1
Pm	Entorn amb altre patrimoni històric rellevant	1

Taula 2. Ítems valorats i puntuació.(Abrev. Ítems dins apartat metodològic)

Table 2. Factors of valuation and punctuation.(Abrev factors and texte and table. Abbreviations table. Re. Stratification abundance; Se ,Stratification importance; F, Abundance species; Sf, Significance species; X, Extension;P, Density; D,. population density; M, Quality material A. Accessibility;EJ, Outcross state; Vul, Vulnerability; H. Scientific importance ; A, Accessibility;Dc, Pedagogical importance;Pm. Closeby environment..

més de 200 fòssils identificables /metre (2Pt), els que superen el 100 (1Pt) i tots els que s'han pogut mesurar (1Pt).

Estat de conservació del material (M). Sumen tres punts els jaciments amb material en molt bon estat de conservació, 2 els regulars i amb un els que presenten material mínimament classificable.

Items relatius a l'ús i gestió dels jaciments

Interès científic- històric (H). Es valoren els jaciments històrics (1Pt. Cuerda, 1987), els datats amb mètodes absoluts (1Pt), els que presenten més d'un estudi (1Pt. Annex 1) i els inèdits (1 Pt).

Accessibilitat (A). Es puntua (1Pt) la proximitat a una carretera o nucli urbà (300m), la bona localització del jaciment (+ de 10 m d'extensió) i la facilitat d'accés (no penya-segats ni els situats en prop. particular).

Estat de conservació del jaciment (Ej). Sumen 1 punt els jaciments que conserven més de la meitat de la seva extensió original en bon estat i 2 els que no han sofert impactes antròpics (Annex 2).

Vulnerabilitat (Vul). Es valora la fragilitat del jaciment i l'agressivitat del seu entorn. Puntuen els jaciments que contenen materials tous, els que pateixen erosió natural important i els impactats o en perill d'impacte imminent.

Utilitat didàctica (Dc). Aquesta es valora a partir de l'existència d'elements patrimonials rellevants propers (1Pt), de l'ús del jaciment en publicacions científiques divulgatives (1 Pt) i de la seva proximitat a un possible centre interpretatiu (1 Pt.), (Morey i Cabanellas, 2008,d).

Entorn Patrimonial rellevant (Pm). Es valora l'entorn rellevant que envolta el jaciment com a factor enriquidor per al seu ús i conservació. Es puntua l'entorn geològic- paleontològic rellevant (1Pt. Fallot, 1922; Colom, 1975; Barnolas *et al.*,

1989; Fornós, 1998); l'entorn natural (1Pt. ANEI i ZEPAS. Xarxa Natural 2000) i el patrimoni històric –arqueològic interessant proper (1Pt. Xamena, 1978, Mascaró, 1987, Aramburu *et al.*, 1989; Guerrero *et al.*, 2006).

Càlcul de la densitat fòssilífera superficial

S'ha entès per densitat fòssilífera superficial la quantitat d'exemplars fòssils (i fragments) identificables que conté un aflorament per m² de superfície. Cada jaciment s'ha mesurat a intervals regulars (cada 1, 2 ó 3 metres depenent de la seva extensió) tant de forma paral·lela com en perpendicular a la mar i a partir de la primera resta fòssil localitzada. S'aprofita així la disposició més o manco rectangular i paral·lela a la línia de costa de la majoria d'afloraments (Annex 3). A cada interval establert és mesura la quantitat d'exemplars fòssils i fragments identificables en un quadrat (de cartró) de 25 x 25 cm (16 estacions completen un metre quadrat) Es divideix la totalitat d'exemplars comptabilitzats pel nombre d'estacions fòssilíferes mesurades (també les que no contenen fòssils però que es troben envoltades per més de la meitat d'estacions que sí en tenen). D'aquesta manera es mesura també (de forma bastant aproximada) l'extensió i disposició de l'aflorament. En els afloraments amb bona potència es mesura igualment una trinxa de 5 cm al llarg de tot el perfil (Annex 3).

Tot combinat amb la potència dels estrats fòssilífers informa a grans trets sobre la quantitat de material fòssilífer que conté l'aflorament i de la forma en que aquest està distribuït.

Resultats i conclusions

De la catalogació

Singularitat faunística	N1	P1	N2	P2	N3	P3	N4	P4	Total	PV
<i>Porto Colom II</i>	35	35	3	6	4	12	15	60	113	4
<i>Camp de Tir</i>	19	19	7	14	15	45	8	32	110	4
<i>Cala Gamba</i>	20	20	6	12	15	45	9	36	103	4
<i>Carnatge</i>	5	5	6	12	14	42	6	24	83	3
<i>La Pineda-Cova.</i>	25	25	4	8	6	18	5	20	71	3
<i>Frontó Molar</i>	14	14	5	10	2	6	4	16	46	3
<i>Cala Agulla</i>	6	6	8	16	7	21	4	16	59	3
<i>Cap Orenol</i>	21	21	5	10	4	12	3	12	55	3
<i>Estalella</i>	13	13	5	10	6	18	3	12	53	3
<i>Peguera</i>	4	4	8	16	5	15	2	8	43	2
<i>Ses Fontanelles</i>	5	5	2	4	2	6	4	16	31	2
<i>Las Rocas</i>	6	6	3	6	4	12	1	4	28	2
<i>Ca'n Siriquet</i>	4	4	3	6	3	9	2	8	27	2
<i>Morer Vermell-</i>	3	3	4	8	3	9	1	4	24	2
<i>Maga.lluf</i>	10	10	2	4	2	6	1	4	24	2
<i>Caló des camps</i>	15	15	1	2	1	3	-	-	20	1
<i>Ca' Menut</i>	4	4	1	2	1	3	2	8	17	1
<i>Es Serralt</i>	5	5	2	4	1	3	1	4	16	1
<i>Font Celada</i>	13	13	1	2	-	-	-	-	15	1
<i>T. Son Granada</i>	13	13	-	-	-	-	-	-	13	1
<i>Cala Blava</i>	12	12	-	-	-	-	-	-	12	1
<i>Cala Entimó-Paiàs.</i>	10	10	1	2	-	-	-	-	12	1
<i>Cala Pi</i>	2	2	1	2	1	3	1	4	11	1
<i>Molinar</i>	3	3	1	2	2	6	-	-	11	1
<i>Cala Nao</i>	11	11	-	-	-	-	-	-	11	1

Taula 3. Càlcul de la Singularitat faunística dels afloraments a partir de les espècies úniques, rares o poc citades (Cuerda, 1987; Morey, 2008). Espècies citades en un sol jaciment (N4) amb 4 punts. X4. P4 - Citades només en dos jaciments. (N3). 3 punts. X 3. P3.- Citades en sols tres jaciments. (N2). 2 punts. X2. P2 Espècies considerades rares o poc freqüents per Cuerda (1987).(N1) 1 punt. P1.Suma de puntuacions totals (P1+ P2+ P3+ P4 = Total). Valoració i puntuació (Pv) per l'ítem de singularitat faunística.

Table 3. Estimate of Faunistical singularity of sites across calcule sigulars species(Cuerda, 1987; Morey, 2008) N1. Rare species (Cuerda, 1987) in deposits and puntuation ($n \times 1 = P1$). N2. Species only noteds in 3 sites)and puntuation ($N2 \times 2 = P2$). N3. Species only noteds in 2 sites and puntuation ($N3 \times 3 = P3$). N4. Species notes in only site ($N4$) and puntuation of site ($N4 \times 4 = P4$). Puntuation of sigulars deposits $PV = P1 + P2 + P3 + P4$. General valuation puntuation.

El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca està format pels jaciments localitzats a dia d'avui (Patrimoni immoble), pels materials en ells arreplegats i guardats en institucions paleontològiques i pel fons bibliogràfic associat (Patrimoni moble).

S'han catalogat 113 jaciments (Annex 4). D'aquests 90 ja eren coneguts (Cuerda,

1975; 1987) i 23 eren inèdits quan s'inicià aquest estudi (2003). Dels ja coneguts la meitat es troben desapareguts o en molt mal estat (0.1). Annex 5 i 8), altres estan poc estudiats i d'altres no s'han pogut localitzar (Magal·luf, Ca'n Picafort). Cada jaciment es situa amb coordenades geogràfiques i es cita amb un topònim referit als mapes Topogràfics Nacionals 1:25.000 (Annex 4).



Fig 2. Jaciments de referència de Camp de Tir i Carnatge. Jaciments propers i diferents amb puntuació i estratègies de gestió semblants.

Fig 2. Camp de Tir and Carnage are main outcross valuateds. These near deposits show significatives differences but present similar use and proteccion strategies.

Els jaciments inèdits s'identifiquen per la seva disposició estratigràfica i semblança amb els de referència (Annex 2). Alguns ja compten amb un estudi inicial (Morey *et al.*, 2006), d'altres es troben en estudi (Morey i Cabanellas, 2008a, 2008b; 2008c).

Caracterització

Pocs jaciments es poden considerar importants i significatius per la seva estratigrafia i la major part es situen en les principals badies de l'illa (Es Carnatge, Camp de Tir –Fig. 2-, S'Anegat, Sa Fossa, Na Llarga, Font Celada, Caló des camps, Son Serra). S'han considerat singulars per aquest ítem els jaciments amb paleofàcies pertanyents als subestadis (OIS de Shkelton and Opdike, 1973) 5e, 5d, 5c i 5b per la seva escassetat. Els jaciments que les mostren més clarament són també els més

estructurats. Es citen més afloraments eutirrenians (OIS-.5e) que de neotirrenians (OIS. 5a) fet que s'atribueix a que el subestadi 5e és de molt més durada i que els jaciments es comencen a desestructurar per l'acumulació superior (Son Serra. Son Real).

Strombus bubonius (fòsil característic de l'Eutirrenià de Mallorca) ha passat de ser abundants en el Sud de l'illa (Cuerda, 1975) a ser quasi inexistent (destrucció dels principals jaciments).

Els jaciments es poden considerar rics en fauna (Portocolom II. 131 sp- Fig 3-; Cala Gamba, 117 sp; La Pineda, 112 sp; Camp de Tir, 97 sp. Cuerda, 1987). Es fauna de significació molt litoral (Cuerda, 1987) en la que es poden citar fins a 7 associacions faunístiques diferents (supramesolitorals, mesoinfralitorals de fons arenós, de fons



Fig 3. Jaciments de Cala Agulla (superior) i Portocolom 2 (inferior) de gran significació per la seva fauna i amb unes propostes de gestió molt distintes.

Fig 3. Cala Agulla (upper) and Portocolom II (lower) important faunistic outcrops with distinct management strategies proposed.

rocallós i pedregós, infralitoral, d'albuferes i salobrar, de significació terrestre i de significació càlida).

Els jaciments més significatius o amb més presència d'espècies rares i singulars són els de Porto Colom 2 (13 sp úniques), Cala Gamba (10 sp únic), Frontó des Molar (6 sp únic), Cala Agulla – Fig. 3 (4 sp únic), Cala Estància (5 sp únic) i Camp de Tir (9 sp únic) (Taula 3).

Una dada observable a partir l'estudi paleoambiental de Cuerda (1987) i amb les dades posteriors és que citen més espècies de petits gasteròpodes infralitorals i posidonícoles en el Neotirrenià que en

l'Eutirrenià càlid. S'estudien diverses hipòtesis per a explicar aquest fet (Morey. En estudi).

Els jaciments amb més material fòssilífer (Es Serralt, Son Serra de Marina, Son Real, Carnatge, Camp de Tir i Cala Vella) es situen en els centre de les dues principals badies de l'illa. Aquestes no arriben en cap cas a més de 6.000 metres quadrats (Es Serralt) i als 2m de potència (els jaciments tipus fan entre 50 i 100 metres amb potències d'entre 20 i 50 cm). La densitat fòssilífera superficial en els jaciments mesurats (menys del 50% ja que la resta es troba destruït o en molt mal estat) mostra afloraments molt heterogenis tant en la continuïtat dels sediments fòssilífers (Molinar, Son Real) com en la densitat d'exemplars fòssils en un mateix indret (des de 360 exemp./m²- Sa Ràpita- a sols 1exemp./m² Ses Covetes. Fig. 4). Alguns jaciments mostren lumaquel·les de petits exemplars fòssils en més mal estat (comunitat infralitoral transportada) i exemplars més grossos i ben conservats (comunitat mesoinfralitoral de barra arenosa o comunitat meso supra litoral propera). No és rar trobar dues o més acumulacions distintes en un mateix jaciment, ja sigui de distinta edat o de distinta significació paleoambiental.

Els jaciments amb material més ben conservats es troben també en el centre de les principals badies (Molinar, Camp de Tir, Ses Covetes- Fig. 4- Albarca, Son Serra i Son Real- tots de comunitats mesolitorals i Son Real i Cementiri des Fenicis amb importants comunitats infralitorals) possiblement els llocs més arcerats. Sembla que es conserven millor les comunitats mesolitorals que les infralitorals. La distribució dels jaciments, l'altura a la qual es troben i els factors intrínsecs estudiats ens delimita varies zones de sedimentació pleistocenes condicionades



Fig 4. Jaciment de Ses Covetes (Morey *et al.*, 2006) milagrosament conservat baix una urbanització il·legal.

Fig 4. *Ses Covetes (Morey et al., 2006) miraculously preserved deposit low illegal building.*

per la geomorfologia de l'illa i per factors tectònics i estructurals (Morey i Cabanellas, 2007a, 2007b)

a) Les principals sedimentacions en extensió, potència i en més bon estat es troben a les parts centrals de les principals badies (Palma, Alcúdia i Campos). Aquestes, condicionades per falles neògenes (Alvaro *et al.*, 1984) i afectades per fenòmens de subsidència mostren antigues línies de costa i platges fòssils entre 2 i 2,5 m i disminuint en direcció a la subsidència o basculament fins a desaparèixer sota albuferes i platges holocenes i actuals.

b) Les següents en importància es situen en el fons d'altres badies més petites (Cala Agulla, Albarca) o en la plataforma coral·lina miocena del Migjorn de l'illa i al peu d'aquesta sobre acumulació dunar Riss (testimoniant antigues platges pleistocenes en actual costa d'erosió (Sa Fossa, Davalladors, na Llarga).

c) En els penya-segats de marina trobam jaciments en plataformes i trampes sedimentàries i a diverses altures (pujada

del nivell de les aigües - tectònica. S'Estalella, els Bancals).

d) La costa Sud-est es pobre en acumulacions fossilíferes (sols trampes i petites acumulacions). Possiblement el condicionant tectònic –estructural (Ginés *et al.*, 2007; Gelabert *et al.*, 2007) ha impossibilitat grans acumulacions o les ha destruïdes.

e) La costa Nord és també molt pobre en jaciments per mors la forta erosió que experimenta i també per condicionants tectònics (elevació recent-isostàsia, enfonsaments tectònics etc).

La majoria de jaciments són fàcilment accessibles. Aquests són més fàcils d'estudiar (més estudis en els jaciments més ben comunicats) i de gestionar però també més vulnerables als impactes antròpics. Sols un 25 % es troben en costes d'erosió i sols alguns d'ells es troben modificat per l'acció antròpica (activitats extractives-pedreres. Annex 8). D'aquests els de més difícil accés són els de Porto Colom 2, Na Llarg, Na Rosegada, Na Segura i Pedrera Blanca. Els jaciments interiors es troben en propietat privada (Magal-luf, Es Serralt, Ca'n Menut, Porto Colom 3). Dels situats en costes d'acumulació la gran majoria es troben impactats per edificacions, formigonats, camins i passeigs litorals, ports, embarcadors i escars, feina amb maquinària pesada per sobre de l'aflorament (Fig. 5), escombraries i brutícia (Annex 5). Morey i Cabanellas, 2007a, 2007b).

Es considera que el Pleistocè superior marí de Mallorca es troba ben estudiat tant per la quantitat de publicacions existents (Annex 2) com per la seva varietat i significació dels estudis realitzats (estratigràfics, macro i micro faunístics, datacions, geomorfologia, sistemes dunars etc). L'entorn rellevant dels jaciments



Fig 5. Destrucció del jaciment de S'Illot Bufador 2003.

Fig 5. Destruction s'Illot -bufador beach deposit (2003)

incrementa el valor patrimonial d'aquests i augmenta les seves possibilitats de conservació (Meléndez *et al.*, 2001). Comprèn àrees naturals protegides (ANEIs i ZEPAs), entorns geològics i paleontològics rellevants (coves, jaciments fòssilífers etc), jaciments arqueològics i elements històrics-etnològics (torres, fortificacions, ports, escars, pedreres, etc).

La fragilitat dels jaciments fa que molt pocs siguin útils per a visites didàctiques. Els jaciments millor valorats ho són per la seva representativitat i accessibilitat i també per la disponibilitat d'algun futur centre d'interpretació proper (Annex 2).

S'han considerat jaciments de referència els jaciments d'es Carnatge i Camp de Tir (Bad. de Palma. Fig 2) i Caló des Camps (Bad. Alcúdia). Són jaciments molts significatiu per la seva estratigrafia i rics en fauna. Són afloraments relativament extensos i potents i es troben situats en un entorn rellevant però amenaçat. Són els més estudiats pels investigadors, fàcils de gestionar i aptes per a visites guiades i de caire divulgatiu.

De la valoració

La valoració dels jaciments ha servit per a establir quin són els més rellevants, els es

presten millor a ser gestionats per a ús social o són més útils per a futures investigacions. També per a indicar els que necessiten més vigilància i protecció.

Una segona valoració o contra-valoració realitzada (Morey, 2008) amb ítems més quantitius no ha suposat grans diferències en l'ordenació dels principals jaciments però valida la valoració principal més acurada i adaptada a la realitat dels jaciments. La comparació de jaciments amb la mateixa puntuació i distinta significació i dels jaciments de referència (Carnatge, Camp de Tir, Caló des Camps, S'Estalella, Cala Agulla, Ses Covetes) o molt propers i de distinta significació ha servit per a validar la valoració proposada i constatar la seva utilitat per a caracteritzar els jaciments. Comparar jaciments importants pels ítems intrínsecs enfront dels millors valorats pels ítems de gestió ha servit per a situar la importància de l'entorn dels jaciments. Aquest es mostra fonamental per a establir estratègies de gestió.

S'han establert 4 categories de jaciments segons la seva importància o valor, segons l'estatus legal que poden adquirir (LECO i Llei de costes) i l'ús social que d'ells se'n pot fer:

a) Jaciments que passen dels 30 punts i situats en entorns singulars. Aquests són proposats BICs (proposta d'elaboració de plans de gestió i protecció- conservació). Es Carnatge, Camp de Tir, Caló des Camps, Son Real- Son Serra, S'Estalella i Cala Agulla.

b) Jaciments valorats amb entre 30 i 10 punts, ben conservats i situats en entorns no vulnerables. No necessiten l'aplicació de cap estratègia de gestió (una intervenció no controlada o inadequada pot perjudicar el jaciment). Es proposen com a LICs. (Annex 6).

c) Jaciments que no arriben als 10 punts (Annex 6) no inèdits. Poc significatiu. No

necessiten ja cap tipus d'intervenció.

d) Jaciments amb necessitats de intervenció positiva (75% dels jaciments valorats). Grup format per tots els jaciments que passen del 10 punts amb necessitats específiques de gestió (Annex 6 10)

Les necessitats detectades (a partir del treball de camp i de la caracterització realitzada) són:

a) Estudi dels jaciments inèdits o poc coneguts.

b) Localització d'alguns jaciments citats i no del tot delimitats.

c) Recollida de material després de molts jaciments.

d) Neteja de jaciments plens d'escombreries o eliminació de formigonats.

e) Carència de centre d'interpretació i divulgació o museu de referència públic.

f) Desconeixement social del valor patrimonial i de la rellevància del Patrimoni estudiat.

g) Incompliment de les lleis de protecció litorals (Principalment la Llei de Costes).

h) Inexistència de jaciments declarats BIC o LIC per la seva importància paleontològica.

i) Inexistència de legislació específica en Patrimoni paleontològic.

j) Carència d'agents o vigilants amb formació específica en Patrimoni paleontològic.

k) Tampoc hi ha cap catàleg de Patrimoni paleontològic susceptible de ser protegit ni tan sols es planteja per part de l'administració competent.

En definitiva no hi ha cap Pla d'actuació per a la salvaguarda del Patrimoni paleontològic de la Comunitat en general ni pel Patrimoni paleontològic objecte d'aquest estudi.

Tendències positives observades són:

a) La catalogació de diverses col·leccions científiques i la salvaguarda del patrimoni paleontològic per part de la

Societat d'Història Natural de les Balears i del Museu Balear de Ciències Naturals de Sóller.

b) La donació i incorporació en aquestes entitats de distintes col·leccions paleontològiques (Col. La Salle, Col. A. Muntaner; Col. J. Cuerda, Col. J. Rosselló; Fons i Col. Bauzá; Col. Waldren entre altres).

c) La lluita i conscienciació que realitzen diverses entitats per a la consecució d'un centre- museu de Ciències Naturals de referència (Museus de les Ciències, Museus en xarxa etc.).

d) La conscienciació per part de la comunitat científica i en aquests darrers anys de la necessitat de conservar el Patrimoni Geològic i Paleontològic (obres divulgatives, llistats paleontològics, conservació de col·leccions etc).

Es suggereixen una sèrie de mesures o estratègies per a una millor gestió del patrimoni paleontològic estudiat (aplicables principalment als jaciments grups c. Annex 6)

a) Recerca i localització dels jaciments no identificats

b) Estudi dels jaciments considerats inèdits i de les localitzacions dubtoses

c) Recuperació de material després dels afloraments. Recol·lecció de totes les restes possibles en jaciments petits o enclotxes molt vulnerables.

d) Vigilància dels jaciments amb impactes lents però continus.

e) Gestió adequada de les platges i de les finques interiors amb jaciments pleistocens.

f) Neteja i recuperació dels jaciments bruts i fins i tot formigonats recuperables.

g) Creació d'un centre d'interpretació públic de referència per a la salvaguarda i divulgació del material recuperat dels jaciments estudiats.

h) Declaració de BIC (+30 pt), LIC o zona paleontològica (zon) dels jaciments

segons el seu valor patrimonial, característiques i estat de conservació.

i) Creació d'uns cos de vigilància patrimonial amb objectius d'intervenció clars, formació adequada i capacitat de recuperació de material, denúncia i sanció.

j) Inclusió dels jaciments amb necessitat de protecció legal en una catàleg controlat per la comissió de Patrimoni de la Comunitat Autònoma i en les NN SS de cada Ajuntament.

k) Elaboració d'un pla d'actuació per a salvaguarda del patrimoni amenaçat. Preveure la figura de gestor patrimonial i elaboració de plans de gestió específics per cada entorn rellevant.

l) Potenciació de la capacitat didàctica i divulgativa dels jaciments representatius i controlats (centres d'interpretació, publicacions i panells informatius).

m) Estudi i recuperació dels materials extrets dels jaciments estudiats.

Estudis a realitzar a la llum dels resultats:

- Estudi de nous afloraments i del material conservat en les col·leccions.

- Estudi de les comunitats faunístiques dels jaciments i principalment de la comunitat infralitoral Posidonícola (diferències observades en els jaciments 5e i 5a) per la seva importància ambiental

- Estudi dels subestadis mal coneguts 5b, 5c i 5d.

- Estudis tafonòmics i distribució de materials sedimentats.

- Estudis geomorfològics a partir de la distribució i edat dels jaciments estudiats (els jaciments formen un "cinturó de datacions" al llarg de bona part del litoral illenc).

Agraïments

Aquest estudi és un resum de la memòria

d'investigació dirigida pel Dr. Antonio Rodríguez Perea i tutoritzada per la Dra. Elena García Valdés a qui juntament amb el Dr Guillem X. Pons agraïm els ànims, els consells i la important feina feta en l'estudi i en la seva correcció.

Agraïm a tots els companys que ens han ajudat o que ens han acompanyat en l'agradable períple viatger al llarg del litoral illenc a la recerca, molts de pics, de quimeres impossibles. I especialment, a les meves estimades Sofia, Noé i Noemi.

Bibliografia

Alvaro, M. Barnolas, A. Olmo, P. del. Ramírez del Pozo, J. i Simó, A. 1984. El Neógeno de Mallorca. Caracterización sedimentológica y bioestratigráfica. *Bol. Geo. Min.*, 95: 3-25.

Aramburu, J. Garrido, C. i Sastre, V. 1994. *Guía arqueológica de Mallorca. La Foradada*. 262 pp.

Barnolas, A. 1991. Memorias del mapa Geológico de Mallorca. *Inst. Geo. Min.*

Barba, F.J., Díaz de Teran, A. i González, J. 1996. La gestión y conservación del Patrimonio geológico: una panorámica de las aproximaciones y estrategias en el norte de España. *Geogaceta*, 20: 5.

Benedicto, A. 1994. Geología de la Cubeta de Inca (Mallorca): cartografía geológica e interpretación de los datos del subsuelo. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 37: 15-25.

Butzer, K.W. 1985. La estratigrafía del nivel marino de Mallorca en una perspectiva mundial. In *el Pleistoceno. Geomorfología litoral*. pp 17-33. Dep. Geograf. Univ. Valencia.

Butzer, K.W. i Cuerda, J. 1960. Nota preliminar sobre la estratigrafía y paleontología del Cuaternario marino del Sur y S. E. de la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 6: 9-29.

Butzer, K.W. i Cuerda, J. 1961. Formacions cuaternarias del litoral Este de Mallorca (Canyamel-Porto Cristo). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 7: 3-29.

- Butzer, K. W. i Cuerda, J. 1962. Nuevos yacimientos marinos Cuaternarios de las Baleares. Notas y Comunicaciones. *Inst. Geo. Min.* 67: 25-70.
- Camps, I. 2005. El Patrimonio geológico, ese gran desconocido. http://www.divulcat.com/divulgación/el_patrimonio.
- Castillo, C. Martín González, E. i Martín Oval, M. 2001. Valoración del Patrimonio Paleontológico de las Islas Canarias. Propuesta de Puntos de Especial Interés. *Revista Española de Paleontología* Núm. Extra. 105-115.
- Colom, G. 1975. *Geología de Mallorca*. Inst. Est. Balearics. 2 Toms. 522 pp.
- Cuerda, J. 1968. Nuevos yacimientos marinos en el término de Palma de Mallorca y su paleogeografía. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 14: 145-170.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. *Inst. Estud. Balearicos*. 304 pp.
- Cuerda, J. 1979. *Las formaciones Cuaternarias de la Bahía de Palma*. VI Coloquio de Geografía de la AGE. Excursión 4. Palma de Mallorca. 22 pp.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp.
- Cuerda, J. Gracia, F. i Vicens, D. 1989a. Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno superior marino en Porto Colom (Felanitx, Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 49-66.
- Cuerda, J. Gracia, F. i Vicens, D. 1989b. Nuevas citas malacológicas (Bivalvia y Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 67-79.
- Cuerda, J. i Muntaner, A. 1950. Nota sobre un nuevo yacimiento hallado en Palma de Mallorca como perteneciente al Plioceno. *Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 48 (1). 541-543.
- Cuerda, J. i Muntaner, A. 1952. Notas sobre las playas con *Strombus* del Levante de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 1-8.
- Cuerda, J. i Muntaner, A. 1953. Contribución al estudio de las terrazas marinas Cuaternarias de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 13-15.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1962a. Nuevos yacimientos cuaternarios marinos en el Levante de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 8: 77-80.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1965. Nuevos yacimientos cuaternarios en la costa de Lluçmayor (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 10: 89-132.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1966. Nueva contribución al estudio del Pleistoceno marino del término de Lluçmayor (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 63-99.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1991. *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Consell. Cult. Educ i Esports. Govern Balear. 130 pp.
- Cuerda, J., Soler, A. i Antich, S. 1983. Nuevos yacimientos del Pleistoceno marino de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 27: 117-125.
- Cuerda, J., Vicens, D. i Gracia, F. 1991. Malacofauna y estratigrafía del Pleistoceno superior marino de Son Real (Santa Margalida, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 34: 99-108.
- Fallot, P. 1922. Étude géologique de la Sierra de Majorque (Iles Baleares). Tesis. Paris -Lieja. 480 pp. Mapa 1: 50.000.
- Fornós, J. J. (edit.) 1998. *Aspectes geològics de les Balears*. UIB, 456 pp.
- García Cortés, A., Rabano, I., Locutura, J., Bellido, F., Serrano Quesada, C., Barnolas, A. i Duran, J.J. 2000. Contextos geológicos españoles de relevancia internacional: establecimiento, descripción y justificación de la metodología del proyecto global Geosites de la IUG. *Bol. Geo. Minero*. 111-6.
- Gelabert, B. 1997. *L'estructura geològica de la meitat occidental de l'illa de Mallorca*. Tesis Doctoral. UB. 207 pp.
- Gelabert, B., Balaguer, P., Fornós, J.J. i Gómez-Pujol, Ll. 2007. El papel de la estructura en la formación y evolución de un acantilado costero del sureste de Mallorca. *Geomorfología litoral*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15: 105-125.
- Ginés, J. 2000. *El Karst litoral en el Levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesis Doctoral. UIB. 595 pp.
- Ginés, J., Fornós, J.J., Gràcia, F., Delitala, C., Tadeucci, A., Tuccimei, P. i Vessica, P. L. 2001. Els espeleotemes freàtics de les coves

- litorals de Mallorca. Canvis del nivell de la Mediterrània i paleoclima en el Pleistocè superior. In: Pons, G.X. i Guijarro J.A. *El Canvi climàtic: passat, present i futur. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12: 33-53.
- Ginés, J., Fornós, J.J., Ginés, A. i Tuccimei, P. 2007. Endocarst costero, niveles marinos y tectónica: el ejemplo de la costa oriental de Mallorca. *Geomorfología litoral. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15: 201-220.
- Ginés, A. i Mayol, J. 1995. Conservació del Carst i les coves a Mallorca. *Endins 20 - Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3. 216 pp.
- Guerrero, V. M., Calvo, M. i Gornés, S. 2006. *Historia de las Islas Baleares*. 20 tomos.
- Govern Balear. 2005. "Espais Naturals protegits". Vicepresidència del Govern.
- Haime, J. 1855. Notice sur la géologie de Majorque. *Bol. Soc. Geol. France*, 734-752.
- Henning, G., Ginés, A., Ginés, J. i Pomar, L. 1981. Avance de los resultados obtenidos mediante datacion isotópica de algunos espeleotemas epicauáticos mallorquines. *Endins*, 8: 91-93.
- Hermite, L. 1879. *Études géologiques sùr les iles Baleares. I part. Majorque et Minorque*. Tesis doctoral. 357 pp.
- Hillarie Marcel, Cl., Gariephy, C., Ghaleb, B., Goy, J.L., Zazo, C. i Cuerda, J. 1996. U-series measurements in tyrrhenian deposits from Mallorca futher evidence for two last interglacial high sea levels in Balearic Islands. *Quaternary Sc Reviews*. 15. 53-62.
- Història Natural dels Països Catalans. 1986. *Geologia I y II. Registre paleontològic. Enciclopèdia Catalana*.
- Ley de Patrimonio Histórico Español. B.O.E. 16/1985.
- Ley del Patrimonio Histórico de las Illes Balears. B.O.E. 5/2/1999.
- Llei per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO). BOCAIB. 5/2005. 26.
- Mancheño, M.A. 2004. El yacimiento paleontológico de la Sierra de Quibas: uno de los más importantes del Pleistoceno Inferior de España y primer caso de geoconservación en la región de Murcia. <http://perso.wanadoo.es/acpm/yaciquibas.htm>
- Mapas geológicos de Mallorca. 1991. Esc 1: 50.000 (Andratx, Palma, Llucmajor, Felanitx, Manacor, Artà, Pollença i Sóller). Projecte MAGNA. IGME.
- Martín-Prieto, J.A., Roig-Munar, F.X., Rodríguez Perea, A., Pons, G.X. i Balaguer, P. 2007. La gestión litoral en las islas Baleares. In: *Geomorfología litoral. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 15:75-93.
- Mascaró, J. 1987. Mapa General de Mallorca. Esc 1: 31250. 36 mapes.
- Meléndez, G. i Molina, A. 2001. El Patrimonio Paleontológico en España: una aproximación somera. *Rev. Enseñanza de la Ciencias de la Tierra*. 9. 2.
- Meléndez, G. Soria Llop, C. i Soria Verde, M. 2001. La conservación del Patrimonio Paleontológico en España. El papel de la administración y de los paleontólogos. *Revista Española de Paleontología*. Núm. Extra. 85-98.
- Morey, B. 2008. *El patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració. Propostes de gestió i de conservació*. Memòria d'Investigació. UIB.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2007a. Los yacimientos del Pleistoceno superior marino mallorquín como puntos de control del litoral. In: Gómez Pujol, L. i Fornós, J.J. (edit.) *Geomorfología litoral. (Investigaciones recientes, 2005-2007)*. UIB. IMEDEA, SHNB. Soc. Esp. Geomorf. IV reunión de Geomorfología litoral.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2007b. Los yacimientos del Pleistoceno superior marino mallorquín como puntos de control del litoral. *Territoris*.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2008a. Nous jaciments del Pleistocè superior marí de Mallorca. In: Pons G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2008b. 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*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2008c. Estat actual

- del Pleistocè superior marí de la zona de Ses Fontanelles- Son Oms (Platja de Palma. Mallorca). In: Pons G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Morey, B. i Cabanellas, M. 2008d. Posibilidades didácticas de los yacimientos paleontológicos litorales: el ejemplo del Pleistoceno superior marino mallorquín. In: Pons G.X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Morey, B. Vicens, D. i Pons, G.X. 2006. El Pleistocè superior marí de la badia de Campos (Mallorca, Mediterrània occidental). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 49: 123-137.
- Muntaner, A. 1954. Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 36-48.
- Muntaner, A. 1955. Nota preliminar sobre las localidades del Cuaternario en la isla de Mallorca. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 84-86.
- Muntaner, A. 1957. Las formaciones Cuaternarias de la Bahía de Palma. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 77-126.
- Muntaner, A. 1959. Nota preliminar sobre nuevas formaciones tirrenienses de la isla de Mallorca (Balears). *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*. 5.
- Pomar, L., Obrador, A., Fornós, J.J. i Rodríguez Perea, A. 1983. *El Terciario de las Baleares (Mallorca y Menorca)*. Guía de las excursiones del X Cong. Nal. Sedimentología. Inst. Est. Baleàrics. UIB. 256 pp.
- Pons, G.X., Jaume, D., Gracia, F. i Vicens, D. 2001. Cavitats càrstiques de les Illes Balears. Llocs d'Interès Comunitari (LICs). In: Pons, G.X. (edit.). *III Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Pons, G. X. Vicens, D. Ramis, D. Gracia, F. Llobera, M. Socias, M. Grau, A. M. Moragues, Ll. Balaguer, P. i Torres, A. 2008. La col·lecció paleontològica de Juan Cuerda, Barceló (MNIB-SHNB). Mol·luscs marins quaternaris. In: Pons G. X. (edit.). *V Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Soc. Hist. Nat. Balears.
- Rivas, F. Rivera, M. S. i Guadalupe, Mg. E. 2001. Situación ambiental del patrimonio geológico en el Perú. *Inst. Investig. Facult. Minas. Metal. Cienc. y Geograf.* V4. N. 8.
- Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. 1998. Geologia de Mallorca. In: Fornós, J.J. (edit.). *Aspectes geològics de les Balears*. 10- 38. UIB.
- Roig, F.X. 2005. Caracterització i Anàlisi de Platges i Sistemes Platja- Duna de Menorca mitjançant variables de Gestió. Memòria d'investigació. Dpt Ciències de la Terra. UIB. Inèdit.
- Romero, G. 2005. El patrimonio paleontológico en la región de Murcia. Marco legal y situación actual. <http://www.educarm.es/paleontologia>. Marco legal.htm.
- Rose, J. Meng, X. i Watson, C. 1999. Paleoclimate paleoenvironmental responses in the Western Mediterranean over the last 140 ka. Evidence from Mallorca. Spain. *Jour. Geolog. Soc. London*, 156: 435-448.
- Serrano, E., Ruiz, P., Arroyo, P. i González Trueba, J. J. 2006. Lugares de interés geomorfológico. Inventario y valoración aplicada al área de Tiermes Caracena (Provincia de Soria). Geomorfología y Territorio. Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología.
- Shackleton, N. J. i Opdyke, N. D. 1973. Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core. *Quaternary Research*. 3. 39-55.
- Silva, P.G., Goy, J. L., Zazo, C., Jiménez, J., Fornós, J.J., Cabero, A., Bardají, T., Mateos, R., González-Hernández, F.M., Hillarie Marcel, Cl. i Bassam, G. 2005. *Mallorca island: Geomorphological evolution and neotectonics. Sixth international conference on geomorphology. Field Trip Guide*.
- Stean, Ch. 1985. Los ratios 230 Th-234 U. de los moluscos mallorquines revisitados. In: *El Cuaternario. Geomorfología litoral. Homenaje a Juan Cuerda*. 189- 196. Univ. de Valencia.
- Vicens, D. i Gracia, F. 1988. Nuevo yacimiento del Pleistoceno superior marino en la playa Font Salada (Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 32: 33-46.
- Vicens, D. i Gràcia, F. 1998. Aspectes paleontològics i estratigràfics del Pleistocè

- superior de Mallorca. In: Fornós, J. J. (edit.). *Aspectes Geològics de les Balears*. 190-217.
- Vicens, D., Gràcia, F., McMinn, M. i Cuerda, J. 1998. El Pleistocè superior del Frontó des Molar (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 41: 125-137.
- Vicens, D., Pons, G.X., Bover, P. i Gracia, 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. (edits.). *El Canvi climàtic: passat, present i futur*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears. Palma de Mallorca. 201 pp.
- Villalobos, M. 2005. Estrategias en la protección del Patrimonio geológico Andaluz. Monog. Rev Medio Ambiente. Consej. Med. Ambiente. Andalucía. 37.
- Xamena, P. 1978. *Història de Mallorca*. Ed. Moll. 398pp.
- Xarxa Natura 2000 a les illes Balears. Govern de les illes Balears. Mapa 1: 150.000.

Annex 1. Jaciments i estudis en ells realitzats.(c sols cita)**Annex 1.** *Studies above deposits.(c. only cite)*

<p>Camp de Mar. Hermite (1879). Bauçà (1946). Muntaner (1954-1955). Solé (1961-1962). Cuerda (1975c, 1979c, 1987). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Peguera. Muntaner (1954-1955). Cuerda (1959, 1975, 1979, 1987). Solé (1961-1962). Vicens i Gràcia (1998). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Sta Ponça. Muntaner (1954-1955). Cuerda (1960, 1975- 1979- 1987). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Banc d'Eivissa. Cuerda i Muntaner (1957). Cuerda i Rosselló (1973).Cuerda (1975c, 1979c- 1987)</p> <p>Portals Vells. Cuerda, Soler i Antich (1983). Cuerda (1979c- 1987). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Magal.luf. Bauçà (1946). Muntaner (1952). Stean (1965-85). Via (1966). Cuerda (1975- 1979- 1987). Solé (1961-1962). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Palma Nova (a i b). Muntaner (1954). Cuerda (1960-1975c- 1979c- 1987). Calvet (1975). Cornú <i>et al.</i> (1993). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Palma – Gesa. Cuerda i Muntaner (1954). Cuerda (1955- 1956- 1975c- 1979c- 1987). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Molinar. Hermite (1879). Cuerda i Muntaner (1952). Cuerda (1955- 1956- 1959- 1975- 1979- 1987). Solé (1961-1962). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Las Rocas. Cuerda i Muntaner (1952). Cuerda (1955-1956-1959- 1975- 1979- 1987). Solé (1961-62). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Torre de n Pau. Bauçà (1946). Cuerda i Muntaner (1952). Cuerda (1955-1956-1959-1975-1979-1987). Solé (1961-1962). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Cala Gamba. Cuerda i Muntaner (1950-52). Cuerda (1955-1956-1975-1979-1987). Solé (1961-1962). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Camp de Tir. Carnatge- Son Mosson. Hermite (1879). Bauçà 1946). Cuerda i Muntaner (1952). Cuerda (1955-1956-1959-1975-1979-1987). Mateu (1968).Pomar i Cuerda (1979) Solé (1961-1962). Steans (1965-1985). Calvet (1975). Goy <i>et al.</i> (1993). Vicens i Gràcia (1998). Vicens <i>et al.</i> (2001). González Hernandez <i>et al.</i> (2001). Hearty, Hillarie Marcel <i>et al.</i> (1996). Silva <i>et al.</i> (2005).</p> <p>La Pineda. Cova de Sa Gata.Cala Estància Cuerda i Muntaner (1952-53). Cuerda (1955-1956-1975-1979-1987). Solé (1961-1962).Stean (1965-1985). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Ses Fontanelles. Es Serrallt. Ca'n Siriquet . Ca'n Canals. Cuerda (1968-75-79-87). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Ca'n Menut. Cuerda (1968-1975-1979-1987). Antich i Soler (1982). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Son Oms. Inèdit. (2004-2006)</p> <p>Son Banyà. Hermite (1879). Cuerda (1975-1987).</p> <p>Torrent de s'Arenal. Son Verí. Cuerda , Sacarés i</p>	<p>Cala Entimó- Cala en Pallas. Cuerda <i>et al.</i> (1983). Cuerda (1987-1989c).</p> <p>Racó de s'Estalella. Inèdit</p> <p>S'Estanyol. Muntaner (1955). Butzer i Cuerda (1960-1962). Solé (1961-1962). Cuerda (1975c-1987). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Port de Sa Ràpita. Morey <i>et al.</i> (2006).</p> <p>Sa Ràpita. Es Morters. Morey <i>et al.</i> (2006)</p> <p>Ses Covetes (a i b). González Hernández <i>et al.</i> (2001). Morey <i>et al.</i> (2006)</p> <p>Es Trenc. Muntaner (1955). Butzer i Cuerda (1960). Cuerda (1975-1987). Pomar i Cuerda (1979c), Morey <i>et al.</i> (2006).</p> <p>Es Perengons. Inèdit.</p> <p>Colònia de Sant Jordi (a i b). Cuerda (1975c- 1987). Inèdit (2004-2006).</p> <p>Es Caragol. Inèdit. En estudi. 2004-2006.</p> <p>Na Socorrada. Sa Plana. Es Buit. Cala Màrmols.Punta des Bauç.S'Almonia.Cala Llombarts.Caló dels macs. Cala Santanyí. Butzer i Cuerda (1960- 62). Cuerda (1975c-1987c). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Cala Llonga. Muntaner (1955).</p> <p>Sa Bassa Nova. Muntaner (1955). Butzer i Cuerda (1960). Cuerda (1975c-1987). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Portocolom 1. Muntaner (1955c). Cuerda. <i>et al.</i> (1989).</p> <p>Portocolom 2. Vicens <i>et al.</i> (1989-1990).</p> <p>Portocolom 3. Inèdit.</p> <p>Cova dels Ases. Inèdit</p> <p>Cala Murada. Butzer i Cuerda (1962c). Cuerda (1975c-1987c). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Cala Varques. Inèdit. En estudi.</p> <p>Es Frontó des Molar. Vicens <i>et al.</i> (1998).</p> <p>Portocristo. Solé (1961-62), Butzer i Cuerda (1961). Cuerda (1975c- 87c). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>S'Illot – Bufador. Butzer i Cuerda (1961-1962). Stean (1965-1989). Cuerda (1975-1987). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Cala Moreia. Cala Nao. Cala Bona. Butzer i Cuerda (1961-1962). Cuerda (1975-1987). Pomar i Cuerda (1979c). Goy <i>et al.</i> (1997).</p> <p>Cant Sa Coma. Butzer i Cuerda (1962c)</p> <p>Punta de n'Amer. Inèdit.</p> <p>Rotes de Sa Cova. Butzer i Cuerda (1960). Stean (1965-89). Cuerda (1975- 1987). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Port Roig. Butzer i Cuerda (1961-1962). Cuerda (1975-1987). Goy <i>et al.</i> (1997). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Canyamel Platjes. Canyamel coves. Haime 1855. Hermite (1879). Solé (1961-1962), Butzer i Cuerda (1961-1962). Cuerda (1975c- 1987c). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Es Carregador. Muntaner (1955). Cuerda (1987). Goy <i>et al.</i> (1997).</p>
---	---

<p>Miró (1959). Cuerda (1975- 1979- 1987). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Es Fornàs. Cuerda <i>et al.</i> (1951). Cuerda (1975-1979-1987). Cuerda i Sacarés (1992)</p> <p>Ca'n Vanrell. Cuerda <i>et al.</i> (1951). Cuerda (1975-1979- 1987). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Cap Orenol. Cuerda i Muntaner (1960). Stean (1965-1985). Cuerda (1975-1979-1987). Pomar i Cuerda (1979). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979).Silva <i>et al.</i> (2005).</p> <p>Torrent de Cala Blava. Cuerda <i>et al.</i> (1985). Cuerda (1987). Cuerda i Sacarés (1992). Goy <i>et al.</i> (1997). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Ses Leonardes. Goy <i>et al.</i> (1997)?</p> <p>Torrent de Son Granada. Cuerda, Antich i Soler (1984). Cuerda (1987). Cuerda i Sacarés (1992).</p> <p>Punta Negra (2 loc). Cuerda i Sacarés (1962-64). Cuerda (1975- 1987). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Cala Vella. Cuerda i Sacarés (1962-1964). Cuerda. (1975- 1987). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Sa Fossa. Davallador de Ses Olles.Na Casetes. S'Almadrava. Cuerda i Sacarés (1962-1964). Cuerda. (1975-1987). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Pas des Verro. Cuerda i Sacarés (1969- 1992). Cuerda (1975- 1987). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Na llarga. Na Rossegada, Na Segura. Pedrera Blanca. Cuerda (1975- 1987). Cuerda i Sacarés (1962-1964-1992). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Pas de la Senyora. Cuerda (1975- 87). Cuerda i Sacarés (1962-1964-1992). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Punta Llobera. Solé Sabarís (1962). Cuerda (1975-1987). Cuerda i Sacarés (1962-1964-1992 c).</p> <p>Cala Carril. Els Bancals. Cuerda i Sacarés (1962-1966- 1989- 1992). Cuerda (1975- 1987). Cuerda i Osmaston (1978). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Cala Beltran. Cuerda (1975 c- 1987c). Cuerda i Sacarés (1966-1992). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Cala Pi (a i b). Butzer i Cuerda (1962). Cuerda <i>et al</i> (1986). Cuerda (1975- 87) Cuerda i Sacarés (1966-92). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Vallgornera. Cuerda (1970). Cuerda (1975- 87). Cuerda i Sacarés (1992). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Vallgornera. Torrent Gros. Inèdit.</p> <p>S'Estalella. (Butzer i Cuerda (1960). Stean (1965-1989). Cuerda (1975- 1987). Pomar i Cuerda (1979). Cuerda i Sacarés (1992).</p>	<p>Cala Rajada. Muntaner (1955). Solé (1962), Butzer i Cuerda 1962. Cuerda (1975c- 1987). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Cala Agulla. Muntaner (1955). Butzer i Cuerda (1962). Stean (1965-1989). Cuerda (1975- 1987). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Cala Font Celada (a i b) . Vicens i Gràcia (1988- 1998-2001)</p> <p>Arenalet d'Albarca. Inèdit.</p> <p>Caló des Camps. Cuerda i Galiana (1976). Pomar i Cuerda (1979c). Cuerda (1987). Rose (1999-2000).</p> <p>Arenal de'n Colom. inèdit</p> <p>Calestret. Muntaner (1955). Butzer i Cuerda (1962). Cuerda (1975c-1987). Pomar i Cuerda (1979c)</p> <p>Colònia de Sant Pere- Es barquerets. Muntaner (1955c) ¿. Cuerda (1975-1987)?. Pomar i Cuerda (1979c) ¿Inèdit?.</p> <p>Sa Canova. Inèdit.</p> <p>Son Serra.Ses Pedreres. Muntaner (1955c). Butzer i Cuerda (1962). Cuerda (1975c-87c). Pomar i Cuerda (1979).</p> <p>Son Serra de Marina 2. Inèdit. En estudi</p> <p>Son Real . Torrent. Vicens <i>et al.</i> (1992, 1998-2001)</p> <p>Son Real. Arenal d'en Casat Inèdit. En estudi</p> <p>Cementeri des Fenicis. Inèdit. En estudi.</p> <p>Can Picafort. Bauçà (1946). Butzer i Cuerda (1962c). Cuerda (1975c-87c). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>S'Albufera. Colom (1979). Vinyals i Mateu (1999). Fornós (1995-1996). Cuerda (1975c-1987). Pomar i Cuerda (1979c) entre d'altres.</p> <p>Coll Baix. Inèdit.</p> <p>Punta Tacàritx. Colom (1946 c). Vicens <i>et al.</i> (2001). Vicens i Crespi (2003)</p> <p>Es Mal Pas. Bonaire. Butzer i Cuerda (1962). Sole Sabaris (1961-1962). Cuerda (1975c-1987). Colom (1979c). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Platja de Sant Joan. Cuerda <i>et al.</i> (1984)</p> <p>P. Manresa. Cuerda (1987)?. Inèdit?.</p> <p>Morer Vermell. Butzer i Cuerda (1962). Cuerda (1975c-1987). Pomar i Cuerda (1979c).</p> <p>Es Barcarès. Inèdit. En estudi. Muntaner (1955c. Holocè)</p> <p>Cala Sant Vicenç. Cuerda i Galiana (1976). Cuerda (1987). Pomar i Cuerda (1979)</p> <p>Port de Sóller. S'Argentera. Bauçà 1954. (Cuerda 1975c- 1987). Pomar i Cuerda (1979).</p>
--	--

Annex 2. Estratègies de gestió per jaciment. Pt Puntuació. E. Estudi. V. Vigilància. N. Neteja. F. Retirada de formigonat. Rc recuperació de restes o de tot l'aflorament. G. Prohibició de feina amb maquinària pesada. Lic. Proposta de Lloc d'interès cultural o científic. BIC. Proposta de Bé d'Interès Cultural.

Annex 2. Management strategies for each paleontological site.

Valoració	Re	Se	F	Sf	X	P	Dm	M	A	E.J	Vul	H	Pm	Dc	I	G	Pt
Camp de Mar	1	0	1	2	1	1	0	0	3	0	0	2	1	0	9	3	12
Peguera	2	0	1	4	1	3	0	0	3	0	0	3	1	1	13	5	18
Sta Ponça	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4	1	5
Banc Eivissa	1	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	5	2	7
Portals vells	2	0	1	2	0	1	0	0	2	0	1	2	1	0	8	4	12
Magaluf. a.b	3	2	3	5	2	3	0	0	3	0	3	2	1	0	21	6	27
Palma Nova. a.b	3	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	3	1	0	8	4	12
Palma Gesa	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	5	1	6
Molinar	2	1	0	1	2	0	0	2	3	0	3	1	0	0	11	4	15
Las Rocas	3	1	2	4	1	1	0	1	3	0	3	2	0	0	16	5	21
Torre de'n Pau	1	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	2	1	0	7	3	10
Cala Gamba	2	2	3	6	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	18	2	20
Camp de Tir	4	3	5	6	3	2	1	3	3	2	4	4	3	4	30	17	47
Carnatge	5	4	3	5	3	2	2	2	3	2	4	4	3	4	29	17	46
Son Mosson	2	1	0	1	1	1	1	2	3	2	4	2	3	4	12	15	27
La Pineda. Cova	3	2	3	5	0	0	2	1	3	0	3	2	0	0	19	5	24
Cala Estància	1	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	6	2	8
Ses Fontanelles	2	1	2	3	2	1	0	0	3	0	4	2	1	2	14	9	23
Es Serralt	2	1	3	4	3	1	2	2	2	1	4	3	1	2	20	11	31
Ca'n Menut	3	1	2	2	2	1	0	1	3	0	3	2	0	0	15	5	20
Son Oms	2	0	0	1	2	1	0	0	3	0	0	1	0	0	9	1	10
Ca'n Siriquet	3	1	2	5	2	1	0	1	3	0	3	2	0	0	18	5	23
Son Banyà	2	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	7	2	9
Ca'n Canals	2	2	0	3	2	1	0	1	3	0	3	2	1	0	14	6	20
T. S' Arenal	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	6	1	7
Es Fornàs	2	2	0	1	2	1	2	2	3	1	1	3	1	2	15	8	23
Cova S'anegat	3	3	2	4	2	1	2	2	3	2	1	3	0	2	22	8	30
Cap Orenol	1	2	3	5	0	0	0	0	3	0	1	3	0	1	14	5	19

Annex 2. Continuació
Annex 2. Continuation

Valoració	Re	Se	F	Sf	X	P	Dm	M	A	E,J	Vul	H	Pm	Dc	I	G	Pt
Cala Blava	4	3	2	3	1	1	0	1	3	0	2	4	0	0	18	6	24
C Ses Leonardes	2	2	0	0	1	1	2	2	3	2	2	2	0	0	14	6	19
T.Son Granada.	3	3	1	3	0	0	0	0	3	0	1	2	1	0	13	4	17
Punta Negra a i b	4	2	0	1	1	1	1	3	0	1	2	3	1	0	13	7	20
Cala Vella	3	2	0	1	1	3	2	3	0	2	1	3	2	0	15	8	23
Sa Fossa	5	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	1	15	8	23
Davalladors	3	2	2	3	1	1	2	2	0	1	1	3	1	2	16	8	24
Na Casetes.	3	1	0	1	1	1	1	0	2	1	3	1	1	1	10	7	17
Pas de Verro	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	2	3	1	0	5	6	11
Na Llarga	5	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	9	2	11
Na Rossegada	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	3	5
Na Segura	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	3
Pedrer Blanca	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	4
Pas de la Senyora	3	2	0	0	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	9	3	12
P. Llobera	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	3	4
Els Bancals	1	2	1	2	1	0	2	1	1	0	0	4	2	0	10	6	16
Cala Beltran	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	3	5
Cala Pi	1	0	4	3	0	1	1	1	3	0	0	2	1	1	14	4	18
Vallgornera	1	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	0	6	6	12
Vallgor. T. Gros	1	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	1	1	1	7	5	12
S'Estalella	4	3	2	5	1	0	1	2	1	1	2	4	3	4	19	15	34
C. En Paiàs - Timó	2	1	3	2	0	1	0	2	1	0	2	2	2	2	12	8	20
Racó. Estalella	1	1	0	0	1	0	1	2	3	0	3	1	3	0	9	7	16
S'Estanyol	2	0	1	1	1	1	3	2	3	1	5	3	0	2	14	11	25
Sa Ràpita. Port	2	0	1	2	1	0	3	2	3	1	4	1	0	0	16	6	20
<i>Es Morters</i>	2	1	2	1	1	1	2	2	3	1	4	2	1	3	14	11	25
<i>Ses Covetes</i>	4	3	2	2	1	1	2	3	3	2	5	2	2	4	22	15	36
<i>Es Trenc</i>	2	2	0	2	1	1	1	2	2	0	4	2	3	4	13	13	26
<i>Es Perengons</i>	2	1	0	1	1	0	0	1	0	0	3	1	3	1	6	8	14
<i>C.S. Jordi.</i>	2	0	0	1	1	1	2	2	3	1	2	1	2	0	12	6	18

Annex 2. Continuació
Annex 2. Continuation

Valoració	Re	Se	F	Sf	X	P	Dm	M	A	E,J	Vul	H	Pm	Dc	I	G	Pt
Es Carbó	1	0	0	0	1	1	0	2	1	1	3	1	2	0	6	7	13
Zona Sa Plana	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	5	4	9
C.Màrmols. Figueret	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	4	5	9
Zona Es Bauç	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	4	5	9
S'Almonia	2	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	6	3	9
Llombarts. Es Macs	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4	1	5
C. Santanyí	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	5	1	6
Cala Llonga	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4	1	5
Sa Bassa nova	2	0	0	0	1	0	2	1	3	0	2	1	1	1	9	5	14
Portocolom 1	1	0	0	0	1	0	1	1	3	0	3	2	2	1	7	7	14
Portocolom 2	1	1	5	6	1	0	2	2	0	1	1	2	1	1	18	6	24
Portocolom 3	1	1	0	1	3	0	2	2	2	1	3	1	3	1	12	9	21
Cova dels ases	2	1	0	1	1	0	0	2	0	1	0	1	2	0	7	4	11
C. Murada	2	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0	6	3	9
Cala Vårques	2	0	0	1	1	1	2	1	1	2	0	1	2	0	9	5	14
Frontó Molar	2	1	5	5	1	0	2	2	0	0	1	1	3	0	17	5	22
Porto Cristo a, b	2	0	0	0	1	0	0	1	3	0	1	1	1	0	7	3	10
Cala Mosca	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	2	5
S'Illot- Bufador	2	1	2	2	1	1	1	2	3	0	4	3	1	0	15	8	23
Cala Moreia	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	6	2	8
Cant Sa Coma	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	2	3	5
P. N'Amer	2	1	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	2	2	8	6	14
Cala Nao	3	1	1	3	1	1	2	2	3	2	3	3	2	2	17	12	29
Rotes de Sa Cova	1	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	2	0	0	6	2	8
<i>Cala Bona</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	5	1	6
<i>Port Roig</i>	4	2	1	2	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	13	2	15
<i>Canyamel platja</i>	2	0	0	2	1	1	0	1	3	0	0	2	0	1	9	3	12
<i>Canyamel coves</i>	2	1	0	2	1	1	1	1	3	0	2	1	2	1	12	6	18
<i>Carregador</i>	2	2	2	2	1	0	3	2	3	2	1	3	0	0	17	6	23
<i>C. Rajada</i>	4	2	0	0	1	2	1	0	3	1	4	2	0	2	13	8	21

Annex 2. Continuació
Annex 2. Continuation

Valoració	Re	Se	F	Sf	X	P	Dm	M	A	E,J	Vul	H	Pm	Dc	I	G	Pt
C. Agulla	4	3	3	5	1	1	1	2	3	2	4	3	2	2	23	13	36
Font Celada ai b	5	3	3	3	1	1	2	2	0	3	2	1	2	1	20	8	28
Albarca	2	2	0	1	1	1	1	3	0	2	1	1	1	1	11	6	17
Caló des Camps	5	4	3	3	0	2	3	1	2	1	4	4	3	2	23	14	37
Arenal de'n Colom	2	1	0	0	1	1	1	3	2	2	3	2	3	2	11	12	23
Calestret	3	2	0	1	1	0	1	1	3	0	4	3	1	0	12	10	22
Es Barquerets	4	2	1	1	1	0	1	2	3	1	4	2	1	0	15	8	23
Sa Canova	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1	2	0	5	5	10
Colònia de son Serra	5	3	1	1	2	2	1	3	3	1	5	3	0	1	21	10	31
Son Serra de Marina	4	2	1	1	3	0	3	2	3	1	5	1	0	1	19	8	27
Son Real. Torrent	4	1	5	0	3	1	0	3	3	1	4	2	2	1	20	10	30
Son Real- A.Casat	3	1	3	0	0	0	3	2	0	0	0	1	3	0	14	4	18
Son Real cc mos	4	1	3	1	1	1	1	2	1	1	5	1	3	2	14	12	26
C. Picafort	2	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	1	2	0	7	3	10
S'Albufera	5	3	0	1	2	1	-	-	3	2	0	4	3	4	15	13	28
Coll Baix	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	2	5	7
P. Tacàritx	2	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	0	6	3	9
Mal Pas	4	2	0	1	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0	12	1	13
P.S Joan	5	2	0	1	1	1	1	2	3	0	4	3	0	0	16	7	23
P. Manresa	2	1	0	1	1	1	3	1	3	2	2	1	2	0	13	7	20
Es Morer Vermell	1	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	2	0	0	6	2	8
Es Barcarès	2	1	0	1	1	1	0	3	3	1	4	2	1	0	12	8	20
C.S Vicenç	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	4	5	9
Port Sóller	1	0	0	1	0	1	0	0	3	0	0	2	2	0	6	4	10

Annex 3: Exemple de taula de densitat de Camp de Tir. Estacions no fossilíferes comptabilitzades envoltades per més de la meitat que sí ho són). H. Individus comptabilitzats al llarg d'un perfil vertical de 5 cm.

Annex 3. Superficial density Table of Camp de Tir. Station (not material) also uncountanded (surrounded half station with material). H. Measurement of perfil- cross population density (5 cm).

W	3m ... 3m...			3m... 3m...3m			3m...3m...3m...3m													E
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2m	-	-	3	4	1	&	5	6	2	2	18	2	2	6	7	1	&	-	-	-
4m	-	-	5	2	12	13	22	2	1	0	5	6	5	7	5	4	2	5	2	-
H	4	2	4	3	2	7	-	1	2	2	6	3	5	2	2	-	6	3	2	-

Annex 4. Catàleg de jaciments (amb nom referit al Mapa Topogràfic Nacional 1: 25.000).

Annex 4. Check list outcross (Name in National topographic map 1:25.000)

1	Camp de mar. Illeta.	38	Na llarga
2	Paguera. Sa Puntassa	39	Na Rossegada
3	Sta Ponça. Cala	40	Na Segura. N'exquitxa
4	Banc d'Eivissa	41	Pedra blanca
5	Portals Vells Cala	42	Pas de la Senyora
6	Magal-luf. a) C. Vinyes. b) Es Salobrar	43	Punta Llobera
7	Palmanova. a) Torre nova. b) P.Nadala	44	Els Bancals. Ses Fontanelles
8	Palma- Gesa. Ses Murteres	45	Cala Beltran
9	Es Molinar. C.de'n Rigo	46	Cala Pi
10	Las Rocas. Paret blanca	47	Vallgornera. Ses Amagades
11	Torre de'n Pau	48	Vallgornera. Torrent gros
12	Cala Gamba	49	S'Estalella.
13	Camp de Tir. Cala Pudent	50	Cala Entimó. Cala en Paías.
14	Es Carnatge	51	Racó de S'Estalella
15	Son Mossón. Es Carnatge	52	S'Estanyol. Port-Pta Son Bieló
16	La Pineda Cova des bufador.	53	Sa Rapita S' Amarador
17	Cala Estància	54	Es Morters
18	Ses Fontanelles	55	Ses Covetes. a i b.
19	Es Serralt	56	Es Trenc. Caseta motors
20	Ca'n Menut . Son Mosson	57	Colonia de Sant Jordi. Es Dofí
21	Ca'n Siriquet. Ca ses Rogetes	58	Es Carbó. Platja
22	Son Oms. Ca'n Rius.	59	Zona Sa Plana. Es Barragot
23	Son Banyà	60	Cala Màrmols i cala Figuereta
24	Ca'n Canals. Son Rigo	61	Zona. punta es Bauç
25	S'Arenal. Torrent.	62	S'Almunia. Cala
26	Es Fornàs	63	Cala Llombarts .
27	Cova de s'Anegat.	64	Caló dels Macs
28	Cap Orenol. Punta de s'Arenal.	65	Cala Santanyí.
29	Cala Blava- Cala Mosques	66	Cala Llonga
30	Cala Blava. Ses Leonardes	67	Sa Bassa Nova
31	Torrent de Son Granada.	68	Portocolom I. S'Arenal
32	Punta Negra . a i b.	69	Portocolom II. Cova foradada
33	Cala Vella	70	Portocolom III. Ses quarterades
34	Sa Fossa . Davall de Sa cisterna	71	Cova dels Ases
35	Dav des carros i ses olles	72	Cala Murada
36	Na Casetes	73	Cala Varques
37	Pas des Verro	74	Frontó des Molar

75	Portocristo. Morro Carbasses	95	Col.S. Pere. S'Esquerda.
76	Cala Morlanda.	96	Sa Canova. Platja
77	S'illot- Bufador	97	Son Serra. Ses Pedreres.
78	Cala Moreia. Platja.	98	Son Serra de Marina. S'Anegat
79	Sa Coma. Pedrera	99	Son Real. Ses excorxes
80	Punta de n'Amer. S'escala.	100	Arenal de n Casat.
81	Cala Nao.	101	Son Real .Cc Fenicis..Na Patana.
82	Rotes Sa Cova. Pesq. ses Cuques	102	Ca'n Picafort. Caseta capellans
83	Cala Bona.	103	Albufera. Es Murterar
84	Port Roig- Punta .roja.	104	Coll Baix.
85	Canyamel .Na Gratellosa.	105	Punta Tacàritx.
86	Canyamel. coves	106	Bonaire. Port
87	Es Carregador	107	Platja Sant Joan.
88	Cala Rajada.	108	Manresa. Marina de.
89	Cala Agulla	109	Morer Vermell.
90	Cala Font celada.a i b.	110	Es Barcarés.
91	Arenalet d'Albarca	111	Cala Sant Vicens. Coves blanques
92	Caló des Camps. Sa Cugussa	112	Port Sòller. s'Argentera.
93	Arenal de n Colom	113	Es Perengons
94	Calestret		

Annex 5. Estat en que es troben els jaciments i impactes localitzats segons Morey i Cabanillas (2007a i b), i Morey (2008). Codi estat del jaciment: 0 Completament destruït. 1 Algun reste. 2 Jaciment en mal estat. 3 En estat regular. 4 En bon estat. 5 En excepcional estat de conservació. Codi impactes: e Edificacions i act associada. P Ports i escars. C Camins. Passeigs. Accesos. M Maquinària pesada. Tractors. X. Extraccions, Investigació. N. Erosió natural.

Annex 5. State of sites and impacts .(Morey i Cabanillas, 2007 a,b. Morey. 2008).

1	1ec	23	0pe	45	0xn	67	1pc	89	3am	111	1xn
2	1ec	24	1cm	46	1ecx	68	1pc	90	4xn	112	1xn
3	0c	25	0cp	47	2x	69	2xn	91	4n	113	2n
4	1nx	26	2ex	48	2x	70	2m	92	3xn		
5	1cx	27	2cx	49	2xn	71	4n	93	4n		
6	1ca	28	2cx	50	2xn	72	0c	94	1xn		
7	0ex	29	1xn	51	2xn	73	4c	95	3n		
8	0ex	30	2ec	52	3cp	74	2xn	96	3n		
9	1cnp	31	1xc	53	3xp	75	1pm	97	3xn		
10	1em	32	4n	54	3cm	76	1pm	98	3npc		
11	1ec	33	4x	55	3ec	77	1pm	99	3np		
12	0pm	34	3cx	56	3xn	78	0em	100	1n		
13	3xc	35	3cx	57	4np	79	1xn	101	3nc		
14	3xc	36	2cn	58	2ne	80	4n	102	0		
15	3xc	37	1xc	59	1xn	81	3cn	103	-		
16	2cx	38	2xn	60	1xn	82	0ec	104	2n		
17	0pm	39	1xn	61	1xn	83	0pe	105	2n		
18	2eca	40	1xn	62	1xc	84	1ec	106	0p		
19	2cm	41	1xn	63	0ep	85	1nc	107	2c		
20	2cm	42	2xn	64	0ep	86	1ec	108	4c		
21	2xa	43	1xn	65	0xc	87	4n	109	1pce		
22	1ec	44	3xn	66	0xc	88	0em	110	3cn		

Annex 6. Estratègies de Gestió per jaciment. Pt Puntuació. E. Estudi. V.Vigilància. N. Neteja. F. Retirada de formigonat. Rc recuperació de restes o de tot l'aflorament. G. Prohibició de feina amb maquinària pesada. Lic. Proposta de Lloc d'interès cultural o científic. BIC. Proposta de Bé d'Interès Cultural.

Annex 6. Management strategies for jaciments. Pt. Punctuation. E.Studie. V.Vigilance N.. Restoration and damage site F. idem concrete. Rc. Collected of material. Lic Cultural interesishing site proposal. Bic. Cutral interesishing property proposal.

Jaciment	Pt	Gestió	Jaciment	Pt	Gestió	Jaciment	Pt	Gestió	Jaciment	Pt	Gestió.
C. de Mar.	12	V.N.F. Lic	Leonardes	19	E.F. Lic	Sa Plana.	9	-	C. Rajada.	21	E.V.F. Lic
Peguera	18	V.N.F. Lic	T. Granada.	17	V.N. Lic.	Màrmols	9	-	C. Agulla	36	E.V.G. Lic
Sta Ponça.	5	-	P.Negra	20	Re.N.E. Lic	Punta Bauç	9	-	F. Celada.	28	lic
B.Eivissa	7	Rc. E.	Cala Vella	23	Lic	S'Almonia	9	-	Albarca.	17	E.Lic
Portals Vells	12	V.Rc. Lic	Sa Fossa.	23	V. Lic	C Llombarts	5	-	C. camps.	37	BIC. V.R
Magal.luf.	27	N.Rc. Lic	Davalladors	24	V.N. Lic.	C. dels macs	5	-	A. Colom	23	E. VLic
Palma Nova	12	-	Na Casetes	11	V.N.F.lic	C. Santanyí.	6	-	Calestret	22	E.Re.V. Lic
Palma-Gesa	6	-	Pas deVerro	17	F.V.N. Lic	Cala Llonga	5	-	C..S. Pere.	23	E.V. Lic
Molinar	15	Rc	Na llarga	11	E.Lic	Bassa nova	14	Rc	Canova	10	Rc
Las Rocas	21	Rc.F.Lic	Rossegada	5	-	P. Colom I	14	Rc	Son Serra	31	E.Re. G. Lic
T. de 'n Pau	10	-	Na Segura.	3	-	P. Colom II.	24	Lic	S. Marina	27	E.V.F.N. Lic
Cala Gamba	20	Rc	P. blanca	4	-	P. Colom3.	21	E.Lic	Son Real.	30	Rc.N.Lic
Camp de Tir	47	BIC.F.V	Pas Senyora	12	Lic	Cova Ases	11	E.Lic	A. Casat.	18	E.Re. Lic
Es Carnatge	46	BIC.F.V	P. llobera	4	-	Cala Murada	9	-	Cc Fenicis	26	BIC.V.Rc.
Son Mossón.	27	BIC.F.V	Els Bancals.	16	E. Lic	C.Varques	14	E.Lic	C.Picafort.	10	-
La Pineda	24	Rc Lic	Cala Beltran	5	-	Fr Molar	22	Lic	Albufera	28	BIC
C. Estància	8	-	Cala Pi	18	R. Lic	Porto Cristo.	10	-	Coll Baix.	7	E.
Fontanelles	23	Re.N. Lic	Vallgornera.	12	V. Lic	C.Morlanda.	5	-	P.Tacarix.	9	-
Es Serralt	31	Rc.G. Lic	Vallgor T.	12	E. Lic.	S'Illot- Buf	23	Rc. Lic	Bonaire.	13	-
Ca'n Menut	20	Rc.E.G. Lic	S'Estalella.	34	BIC	Cala Moreia	8	-	P.S Joan.	23	V.N.Lic
Siriquet	23	Rc. N. Lic.	C.Paias.	20	N.Rc.V. Lic	Sa Coma.	5	-	Manresa	20	E.Lic
Son Oms	10	Rc.E. Lic	R. S'Estal	16	E. Lic	P. n'Amer.	14	E. Lic	M.Vermell.	8	Rc
Son Banyà	9	-	S'Estanyol.	25	V.N. Lic	Cala Nao.	29	V.N.Lic	Barcarés.	20	E. Lic
Ca'n Canals	20	Rc.E.N.Lic	Sa Rapita.	20	V.N. Lic	R. Sa Cova.	8	-	S. Vicenç	9	Lic
S'Arenal	7	-	Es Morters	25	V.N. G. Lic	Cala Bona.	6	-	Port Sóller	10	-
Es Formàs	23	V.N.F. Lic.	Ses Covetes	36	V.N. F. Lic	Port Roig-	15	F.Lic	Perengons.	14	E
S'Anegat	30	V.Rc.N.Lic	Es Trenc.	26	V.N. G. Lic	Canyamel.	12	-			
C.Orenol.	19	V.N.Rc.Lic	C.S Jordi	18	E. Lic	Canyam. C	18	V.F.Lic			
Cala Blava	24	V.N. Lic.	Es Carbó	13	E. G.	Carregador	23	V.N.Lic			



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

L'il·lusionista de les alternatives, l'atractiu d'un home intel·ligent: Antonio Estevan (1948-2008)

Antonio Estevan va començar a visitar les Illes Balears com a professional a mitjans dels 90. Gaudia d'embarcar al ferri des de Dénia, localitat propera a la seva estimada Ondara, d'acompanyar a la mar i de distreure les hores donant-li voltes a les coses, a totes les coses, en lloc de venir en avió, amb massa immediatesa, sense temps en calma, i augmentant la petjada ecològica, sobre la qual va ser dels primers en parlar-ne al país.

N'Antonio gaudia d'una portentosa capacitat intel·lectual que, lligada a la il·lusió incondicional –més pròpia d'un nin en tant que la va mantenir tota la seva vida igual de sencera- i a una exacerbada curiositat per les raons amagades, per la cara oculta dels processos, per les conseqüències oblidades, li feren arribar a establir sí o sí, insospitades alternatives factibles als problemes, anàlisis francament innovadores de les realitats i enfocos que ningú abans havia tant sols insinuat. I gairebé sempre, i més sentides de la seva ordenada i meticulosa manera d'explicar les coses, resultaven encertades, possibles i harmòniques; i molt sovint, més econòmiques, més respectuoses, més igualitàries i factibles que les altres. Pot ser diríem “més sostenibles”, per a resumir. Però aquest terme, com tants d'altres, ha perdut la seva essència de tant ajuntar-se amb parelles impossibles com ara el Sr. Desenvolupament. I n'Antonio era especialista en deixar de banda termes als que s'usurpava la essència i trobar nous noms per a noves realitats. Fou l'il·lusionista de les alternatives.

El seu primer encàrrec a les Balears, va ser part de l'Agenda Local 21 de Calvià, de la qual va ser un dels pares. Per aquells anys, les Agendes Locals no eren, com ara, un tràmit conegut i generalitzat. I la de Calvià va rebre, juntament amb les d'Estocolm i Heidelberg, el premi de Ciutats Sostenibles Europees 1997. Moltes de les propostes de n'Antonio eren així, genials i susceptibles de ser premiades.

Un potser atípic enginyer industrial, un home incansable intel·lectualment que tocà i obrí camins a àrees diverses i complexes com el model energètic, l'econòmic, de l'aigua,

del urbanisme... inclús de les necessitats socials d'un entorn saludable i realment sostenible. I de totes va ser capaç d'escriure i dissertar en profunditat.

Trabajó intensamente en Balears, ya que la complejidad del modelo turístico y territorial de las Islas, y su avanzada evolución respecto a otras zonas del Mediterráneo, supusieron sin duda un reto importante de planificación. Y lo más difícil no arredraba a Antonio, sino todo lo contrario: le motivaba. Así, desde el riguroso desarrollo de los Sectores Ambientales Clave de la Agenda 21 Local de Calvià –Transporte, Energía, Agua, Residuos-, pasó a intervenir como Asesor del Govern en materia de transportes y agua a principios del siglo XXI.

Afortunadamente para el joven sector ecologista de España, Antonio puso desde principios de los 80 su sabiduría y habilidad para mostrar la otra cara de las cosas al servicio de muchos grupos ecologistas y redes sociales con pretensiones de cambiar el mundo y hacerlo un hábitat mejor para tod@s sus habitantes. Son innumerables las organizaciones a las que prestó su apoyo desinteresado, entre las que cabe señalar por su constancia, la actual federación Ecologistas en Acción, y en los últimos años la Fundación Nueva Cultura del Agua y Xúquer Viu, entre muchas, muchas otras.

Grupos, personas e incluso, instituciones públicas, echaremos mucho, mucho de menos sus alternativas, su peculiar, racional y humana visión de la vida, su perspectiva ecológica y sus atinadas y aparentemente sencillas (saber hacer de lo complejo la obviedad era una de sus especialidades) respuestas a nuestras dudas, que con tanta disposición y prontitud aportaba en cualquier ocasión. En su inevitable ausencia, tan sólo nos queda poner nuestra ilusión y medios propios para continuar su importante labor, en pro de una reconversión ecológica del modelo actual. En pro de crear una inteligente realidad alternativa.

Natalia Llorente Nosti
Antoni Rodríguez-Perea

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* (espècies i gèneres en rodones).
- 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 punt i 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. 2004b. 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 vàries 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 la 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 separades 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. 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* (especies y géneros redondas).
- 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 punto y 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 Bourrouillh (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; Gavrilets 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. 2004b. 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 figuras 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 figuras 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 to 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. 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* (then species and genera in roman standard type).
- 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 semicolon (;) 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; Gavrillets 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. 2004b. 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*.

Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Fraga, P., Pons, G.X., Rodríguez-Perea, A. i Gelabert, B. Descripció del sistema dunar de sa Marina de s'Arena (Nord de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the eolian deposit of sa Marina de s'Arena (North of Minorca, Balearic Islands)</i>	103
Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Fraga, P. i Pons, G.X. i Rodríguez-Perea, A. Descripció del sistema dunar de l'Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, nord de Menorca, Illes Balears). <i>Description of the eolian deposit of Arenal de Sant Jordi (cala'n Calderer, north Minorca, Balearic Islands)</i>	117
Mas, G. i Antunez, M.T. Presència de <i>Tomistoma cf. lusitanica</i> (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) al Burdigalià inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Implicacions paleoambientals. <i>Presence of Tomistoma cf. lusitanica (Vianna i Moraes, 1945) (Reptilia: Crocodylia) in the early Burdigalian of Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). palaeoenvironmental implications</i>	131
Conesa, M.À. Sobre la presència de <i>Jasminum fruticans</i> L. a Artà (Illes Balears). <i>On the presence of Jasminum fruticans L. at Artà (Balearic Islands)</i>	147
Trujillo, D., García, D. & Juste, J. First record of Daubenton's bat <i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl 1817), for the Balearic Islands (Spain). <i>Primera cita de Myotis daubentonii (Kuhl, 1817), per a les Illes Balears</i>	169
Box, A., Sureda, A. i Deudero, S. Espècies invasores a les Illes Balears; aplicacions de biomarcadors d'estrés oxidatiu en organismes marins en situacions d'invasió <i>Invasive species in Balearic Islands: use of antioxidant biomarkers in marine organism in invasive events</i>	177
De Pablo, F. La migración como factor que determina la duración de los cuidados parentales durante el periodo de dependencia en rapaces: el caso del alimoche (<i>Neophron percnopterus</i>) en las Islas Baleares (España). <i>Effect of migration in raptors post-fledging dependence period: the Egyptian vulture in Balearic Islands (Spain)</i>	187
Garcia, L. Els isòpodes terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) del Parc Natural de l'illa de sa Dragonera (Illes Balears, Mediterrània occidental). <i>The terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea) from the Natural Park of the sa Dragonera island (Balearic Islands, western Mediterranean)</i>	203
Encinas, C. i Vicens, P. Primeres observacions de la papallona monarca, <i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus 1758), a les Illes Balears. <i>First record of monarch butterfly, Danaus plexippus (Linnaeus 1758), from the Balearic Islands</i>	225
Morey, B. El Patrimoni paleontològic del Pleistocè superior marí de Mallorca: catalogació, caracterització, valoració i propostes per a la gestió i conservació. <i>The paleontological patrimony of upper marine Pleistocene of Mallorca island. Cataloguing, characterising, valuation and strategies for use and conservation</i>	229

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

INDEX

Editorial

- Viles, H.** Biogeomorfologia: de Darwin al futur
Biogeomorphology: From Darwin to future evolution. 9

Articles

- Fraga, P. i Bermejo, A.** Notes i contribucions al coneixement de la flora de Menorca (IX): característiques i estat de conservació de la població menorquina de *Rhamnus ludovici-salvatoris* Chodat.
Notes and contributions to the knowledge of the flora of Minorca (IX): traits and conservation status of the minorcan population of Rhamnus ludovici-salvatoris Chodat. 17
- Deudero, S., Alós, J., Calvo, M. i Caixach, J.** Alts nivells de contaminants organoclorats als túnids *Thunnus thynnus* i *Thunnus alalunga* a aigües de les Illes Balears.
High levels of organochlorine pollutants in the tunids Thunnus thynnus and Thunnus alalunga at the Balearic Islands. 33
- Cursach, J. i Rita, J.** Introducció d'espècies de plantes a les illes Balears a través de les sèmres agrícoles
Introducing of plant species through the sowing of crops in the Balearic Islands 39
- Puigserver, M., Monerri, N. i Moyà, G.** Estudi del fitoplàncton de les aigües costaneres de les Illes Balears (2005-2006) en el marc de la implantació de la Directiva Marc Europea de l'Aigua per a l'avaluació del seu estat ecològic.
Phytoplankton study from the Balearic coastal waters (2005-2006) for ecological status evaluation within the implementation of the Water Framework Directive. 49
- Schuller, R. and Arndt, E.** Ground beetle communities (Coleoptera, Carabidae) of Holm oak-forests (*Quercus ilex*) and their degradation stages on Mallorca (Iles Balears, Spain).
Comunitats de caràbids (Coleoptera, Carabidae) dels boscos d'alzines (Quercus ilex) i les seves etapes de degradació a Mallorca (Illes Balears, Espanya)...... 63
- Vicens, D.** Jaciments del Quaternari amb macrofauna marina al litoral de la badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània occidental).
Quaternary deposits with marine macrofauna on the seashore of Pollença bay (Mallorca, western Mediterranean). 71