

BOLLETÍ
DE LA
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS

TOM XXXIII — 1989 /1990



SOCIETAT
D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS

ESTUDI GENERAL LUL·LIÀ

PALMA DE MALLORCA

1989-1990

**BOLLETÍ DE LA
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS**

JUNTA DIRECTIVA

President: ANTONI RODRÍGUEZ PEREA
Vicepresident: ANTONI MARTÍNEZ TABERNER
Secretari: CATALINA MASSUTÍ JAUME
Tresorer: VICENÇ FORTEZA PONS
Bibliotecari: MARIA ANTÒNIA SOBERATS SAGRERAS
Director de Publicacions: GUILLEM RAMON PÉREZ DE RADA
Vocal 1^{er}: JOAN RITA LARRUCEA
Vocal 2^{on}: SEBASTIÀ ANTICH VERDERA / CARLES CONSTANTINO MAS
Vocal 3^{er}: JOAN FORNÓS ASTÓ

**JUNTA DE PUBLICACIONS
I COMITÈ DE REDACCIÓ**

Director: GUILLEM RAMÓN PÉREZ DE RADA
Secretari: GABRIEL MOYÀ NIELL
Vocal 1^{er}: ENRIC DESCALS CALLISÉN
Vocal 2^{on}: LLUÍS ANTONI Fiol MORA
Vocal 3^{er}: ANTONI MARTÍNEZ TABERNER
Vocal 4^è: JOAN MAS VIVES

DIRECCIÓ POSTAL I ADMINISTRACIÓ DEL BOLLETÍ

Societat d'Història Natural de les Balears.
Estudi General Lul·lià.
Sant Roc, 4. - 07001-PALMA DE MALLORCA.

BOLLETÍ
DE LA
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

TOM XXXIII — 1989 / 1990

Aquest Bolletí ha estat editat per la Societat d'Història Natural de les Balears
i ha comptat amb la subvenció parcial de la Caixa d'Estalvis de les Balears,
SA NOSTRA.

"SA NOSTRA"
CAIXA DE BALEARS

BOLLETÍ
DE LA
SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS

TOM XXXIII — 1989 /1990



SOCIETAT
D'HISTÒRIA NATURAL
DE LES BALEARS

ESTUDI GENERAL LUL·LIÀ

PALMA DE MALLORCA
1991

La Societat d'Història Natural de Balears fa
constar que les opinions i fets consignats al pre-
sent Bolletí són de l'exclusiva responsabilitat
dels autors dels treballs

ÍNDIX

Pág

RAMOS-GUERRERO, E., P. BUSQUETS, G. ÁLVAREZ & M. VILAPLANA.— Fauna coralina de las plataformas mixtas del Paleógeno de las Baleares. <i>Coral fauna of the mixed platforms of the Palaeogen in the Balearic Islands</i>	9
LLORENS, L. & F.J. TÉBAR.— Delimitación de las áreas más apropiadas para la conservación de la flora y la vegetación de la isla de Formentera. <i>Delimitation of the most suitable areas for the conservation of the flora and vegetation of the Island of Formentera</i>	25
FORNÓS, J.J., V. FORTEZA & A. MARTÍNEZ-TABERNER.— Taxes de sedimentació associades a l'activitat d'una piscifactoria (Badia de Fornells, Menorca). <i>Sedimentation rates associated with the activity of a fish farm (bay of Fornells, Menorca)</i>	41
CUERDA, J., F. GRACIA & D. VICENS.— Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno marino en Porto Colom (Mallorca). <i>Fauna and stratigraphy of two new Neotyrrenian marine deposits in Porto Colom (Majorca, Balearic Islands)</i>	49
CUERDA, J., F. GRACIA & D. VICENS.— Nuevas citas malacológicas (Bivalvia y Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. <i>New malacological records (Bivalvia and Gastropoda) of the marine Balearic Pleistocene</i>	67
GARCÍA SOCIAS, L.— <i>Daira speciosa</i> Reuss 1871 (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) en el Mioceno de la isla de Mallorca. <i>Daira speciosa Reuss 1871, in the Miocene of Majorca Island (Balearics) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae)</i>	81
BENNASAR, G., C. FRAU, L. GARCÍA, M. GÓMEZ, G. MOYÀ & G. RAMON.— Composición cualitativa del fitoplancton de los embalses de Cúber y Gorg Blau (Serra de Tramuntana, Mallorca). I. Cyanophyta y Dinophyta. <i>Qualitative phytoplankton composition from Cúber and Gorg Blau reservoirs (Majorca, Balearic Islands). I. Cyanophyta and Dinophyta</i>	87
BALLESTEROS, E.— Els herbeis de <i>Caulerpa prolifera</i> (Forsk.) Lamouroux de la Badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània Occidental). <i>The Caulerpa prolifera meadows from the Pollença Bay (Majorca, Balearic Islands, Western Mediterranean)</i>	99
SACCHI, C.F.— Aislamiento geográfico y aislamiento ecológico en las comunidades de gasterópodos de duna. El ejemplo de Cerdeña. <i>Geographical and ecological isolation in dune inhabiting land snails. The case of Sardinia</i>	117
RAMOS-GUERRERO, E. & C. ÁLVAREZ-RAMIS.— Paleoflora del Oligoceno de Mallorca. <i>Palaeoflora from the Oligocene of Majorca</i>	141
CARDONA, L. & F. CASTELLÓ.— Alimentación de los juveniles de <i>Liza aurata</i> (Risso) en la Albufera des Grau (Isla de Menorca, Baleares). <i>Feeding of young Liza aurata (Risso) in "Albufera des Grau" (Minorca, Balearic Islands)</i>	159

ESTARELLAS, J., D. FERNÁNDEZ & B. PLANAS.— Nidificación del <i>Tadorna tadorna</i> en Ibiza. <i>On the nesting of Tadorna tadorna in Ibiza (Balearic Islands, W. Mediterranean)</i>	169
GARCÍA PLÉ, C., E. PRATS, P. VADELL, L. SABATER & M. MOREY.— Dinámica de la descomposición de las hojas de <i>Pinus halepensis</i> Mill. en Cap des Pinar (Alcúdia, Mallorca). <i>Decomposition dynamics of leaves from Pinus halepensis Mill. in "Cap des Pinar" (Alcúdia, Mallorca)</i>	175
DE MANUEL, J.— Some rotifers (Rotifera: Monogodonta) from inland waters aof Majorca (Balearic Islands, Spain)	189
PRETUS, J.L. <i>Eurytemora velox</i> (Crustacea, Calanoida) a Mallorca. <i>Eurytemora velox (Crustacea, Calanoida) in Majorca</i>	201
JAUME, D.— Calanoides (Crustacea : Copepoda) de les aigües continentals baleariques. <i>Calanoida (Crustacea : Copepoda) from inland waters of the Balearic Islands (W. Mediterranean)</i>	207
BERGUEIRO, J.R., F. DOMÍNGUEZ & N. MORALES.— Evaporación en el medio ambiente de gasolina normal (90 octanos) derramada sobre agua de mar y arena de playa. <i>Evaporation into the environment of gasoline (90 octanes) spilt on sea water and beach sand</i>	221
GARCÍA PLÉ, C., J.L. FERRÀ, A. FERRIOL, C. MARTÍNEZ & M. MOREY.— Relación entre el índice de esclerofilia y el contenido de clorofila total por unidad de peso seco en algunas especies arbustivas de encinar en Mallorca. <i>Relationship between leaf specific weight and total chlorophyll content of some shrubs in evergreen-oak forests of Majorca</i>	237
RIAL, R.V., M. MORENO, M.C. NICOLAU & J.A. LÓPEZ-GARCÍA.— Home, co-txe i etologia. <i>Men, cars and ethology</i>	253
RITA, J.— El género <i>Romulea</i> Maratti (Iridáceas) en las Islas Baleares. <i>The genus Romulea Maratti (Iridaceae) in the Balearic Islands</i>	263
ALOMAR, G.— Aportació a la flora orquidiòfila de les Balears. <i>New orchid records for the Balearic Islands (W. Mediterranean)</i>	269
ALOMAR, G., J. JURADO & I. NÚÑEZ.— Primeres observacions de la papallona tigre <i>Danaus chrysippus</i> a les Illes Balears. <i>First observations of the tiger moth Danaus chrysippus on the Balearic Islands</i>	275
BERGUEIRO, J.R., F. DOMÍNGUEZ & N. MORALES.— Conducta de algunos crudos y derivados del petróleo derramados en arena de playa de Baleares. <i>The behaviour of some crude oils spilt on Balearic beach sand</i>	279
NORMES de publicació del Bolletí SHNB	287
NORMAS de publicación	289
RULES for authors	291

El CONSELL ASSESSOR dels volums 29, 30, 31 i 32 del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears ha estat integrat per les següents persones, a les quals la Junta de Publicacions agraeix la seva col·laboració.

Dr. J. A. ALCOVER	(Institut d'Estudis Avançats, C.S.I.C. - U.I.B.)
Dra. J. A. ALEMANY	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. P. AVELLÓ	(Inst. Ciències del Mar, C.S.I.C., Barcelona)
Dr. J. BARCELÓ	(Fac. Ciències, Univ. Autònoma de Barcelona)
Dr. M. COMELLES	(Fac. Biologia, Univ. Barcelona)
Dr. F. A. COMÍN	(Fac. Biologia, Univ. Barcelona)
D. J. CUERDA	(Societat d'Història Natural de les Balears)
Dr. A. DE HARO	(Fac. Ciències, Univ. Autònoma de Barcelona)
Dr. E. DESCALS	(Institut d'Estudis Avançats, C.S.I.C.-U.I.B.)
D. M. FORÉS	(Societat d'Història Natural de les Balears)
Dr. L. GALLEGO	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. J. GISBERT	(Fac. Biologia, Univ. Zaragoza)
Dra. A. LINARES	(Fac. Ciències, Univ. Granada)
Dr. X. LLIMONA	(Fac. Biologia, Univ. Barcelona)
D. J. LLISTOSELLA	(Fac. Biologia, Univ. Barcelona)
Dr. L. LLORENS	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. D. LLORIS	(Inst. Ciències del Mar, C.S.I.C., Barcelona)
Dr. A. MARTÍNEZ RICA	(Instituto Pirenaico de Ecologia)
Dra. M.R. MIRACLE	(Fac. Ciències del Mar, C.S.I.C., Barcelona)
Dra. I. MORENO	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. M. MOREY	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. G. MOYÀ	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. J. MUNTANER	(Grup d'Ornitologia Balear)
Dr. E. PETITPIERRE	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. L. POMAR	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. G. RAMON	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. E. RAMOS GUERRERO	(Fac. Geologia, Univ. Barcelona)
Dr. A. RODRÍGUEZ	(Fac. Ciències, Univ. Illes Balears)
Dr. J. D. ROS	(Fac. Biologia, Univ. Barcelona)
Dr. F. VALLESPINÓS	(Inst. Ciències del Mar, C.S.I.C., Barcelona)
Dr. E. VICENTE	(Fac. Ciències, Univ. València)
Dr. F. VIVES	(Institut d'Estudis Avançats, C.S.I.C.-U.I.B.)

FAUNA CORALINA DE LAS PLATAFORMAS MIXTAS DEL PALEÓGENO DE LAS BALEARES¹

E. RAMOS-GUERRERO,² P. BUSQUETS,²
G. ALVAREZ³ & M. VILAPLANA⁴

PALABRAS CLAVE: Baleares, Paleógeno, Escleractínidos.

KEYWORDS: Balearic Islands, Paleogen, Anthozoa Scleractinia.

RESUMEN. Durante el Paleógeno se desarrolla en las Baleares un dominio de plataformas marinas mixtas someras, en las que prosperan praderas coralinas aisladas y localmente subambientes de barrera arrecifal. La máxima expansión de este conjunto de ambiente se da durante el Priaboniense superior y el Estampiense basal.

El estudio sistemático de esta fauna coralina ha permitido hasta este momento, determinar la presencia de 23 especies distribuidas en 20 géneros, en su mayor parte citadas por vez primera en las Baleares.

La asociación faunística determinada muestra gran similitud con la que caracteriza las cuencas paleógenas del N. de Italia y Yugoslavia (Tethys Occidental), así como con algunas formas por nosotros estudiadas en las cuencas de influencia atlántica del Eoceno de la Depresión del Ebro.

Todos los yacimientos forman parte de una gran secuencia deposicional transgresiva y a la vez somerizante. Estamos frente a parches arrecifales y praderas de corales ramosos desarrollados en una laguna arrecifal.

SUMMARY. CORAL FAUNA OF THE MIXED PLATFORMS OF THE PALEOGEN IN THE BALEARIC ISLANDS. Shallow mixed marine platforms dominated during the Paleogen in the Balearic Islands. Isolated coral accumulations thrived, as well as local barrier reef prairie environments.

The systematic study of this coralline fauna has so far yielded 23 species, distributed among 20 genera, which are mostly recorded for the first time for the Balearics.

The faunistic association detected greatly resembles the one characterizing the north Italian and Yugoslavian Paleogen Basins (Western Tethys) as well as some forms studied by the authors in basins under an Atlantic influence, from the Eocene of Ebro Depression.

¹ Este trabajo ha sido realizado con el soporte económico de los Proyectos CAICYT, nº PB85-0098-004-02 y PB85-0330-CO2-02.

² Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia, Universitat de Barcelona.

³ Institut de Batxillerat Montsoriu, 17401 Arbúcies (Girona).

⁴ Institut de Batxillerat Duc de Montblanc, 08191 Rubí (Barcelona).

All the deposits investigated in the Balearic Islands are part of a major depositional transgressive sequence which is at the same time shallow. It is a case of reef patches and branching coral prairies which developed in a reef lagoon.

RESUM. FAUNA CORALINA DE LES PLATAFORMES MIXTES DEL PALEOGEN DE LES BALEARS. Durant el Paleogen a les Balears es desenvolupa un domini de plataformes marines somes, a les quals hi prosperen praderes coralines aïllades i, localment, subambients de barrera arrecifal. Aquest conjunt d'ambients arriba a la màxima expansió durant el Priabonià superior i l'Estampjà basal.

L'estudi sistemàtic d'aquesta fauna coralina ha possibilitat determinar, fins a hores d'ara, la presència de 23 espècies pertanyents a 20 gèneres que, majoritàriament, són citats per primera vegada a les Balears.

L'associació faunística determinada és molt semblant a la característica de les conques paleògenes del N d'Itàlia i Iugoslàvia (Tethys Occidental) i també amb algunes formes estudiades pels autors a les conques d'influència atlàntica de l'Eocè de la Depressió de l'Ebre.

Tots els jaciments formen part d'una gran seqüència deposicional transgressiva i, al mateix temps, soma. Som enfront d'un exemple de taques coralines i praderes de corals ramosos desenvolupats a una llacuna escullosa.

INTRODUCCIÓN

Las Islas Baleares constituyen un conjunto de áreas emergidas en la cuenca mediterránea occidental (figura 1A), pertenecientes al cinturón de deformación de las Cordilleras Béticas. Durante el Paleógeno, estas áreas estuvieron íntimamente ligadas al borde occidental del Tethys, como parte integrante de un dominio de mares epicontinentales con marcada influencia continental.

El Paleógeno Balear, representado solamente a partir del Luteciense terminal, está constituido por sedimentos marinos de plataformas continentales, no habiéndose reconocido depósitos terciarios más antiguos. Recientemente ha sido subdividido en siete unidades estratigráficas (RAMOS-GUERRERO, 1988), cuya distribución se esquematiza en la figura 2. Las unidades marinas muestran una disposición claramente transgresiva, onlapante hacia el NO. Sobre los relieves emergidos emplazados en esa dirección. Esta disposición transgresiva queda truncada en el Estampiense por la unidad continental superior (Fm. Detrítica de Cala Blanca), que representa una reactivación de los relieves emergidos y la progradación de un sistema fluvioaluvial con paleocorrientes hacia el SE.

En determinados puntos, las unidades marinas contienen importantes acumulaciones de fauna coralina, cuyo estudio ha sido parcialmente abordado

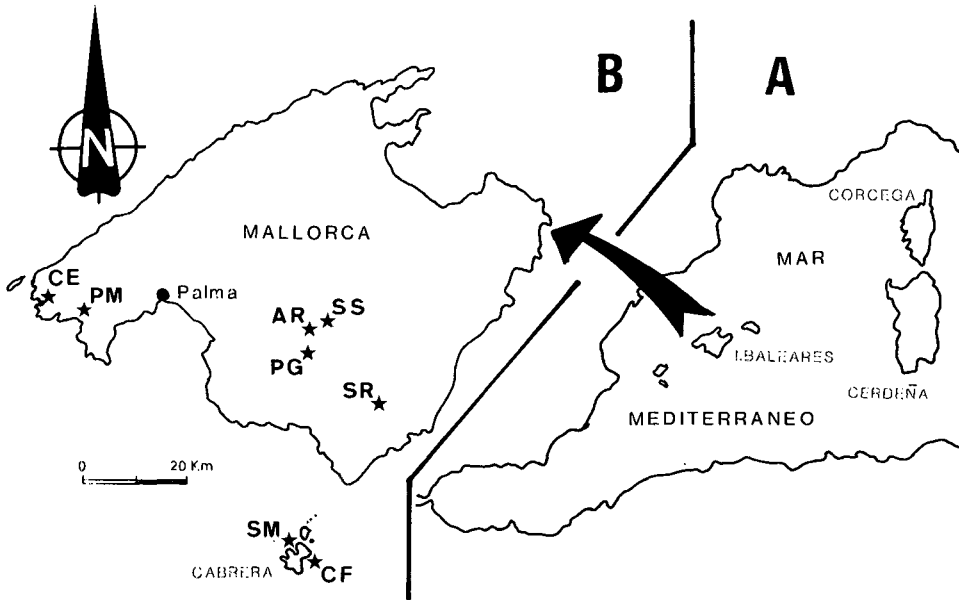


Fig. 1.- A. Situación de las Baleares en la Cuenca mediterránea occidental. B. Localización de los yacimientos estudiados. SM: Cala de Santa Maria (Cabrera), CF: Cala Fonoll (Cabrera); SR: Son Ramonet (Felanitx), PG: Puig Galdent (Llucmajor), AR: S'Aresteta (Randa), SS: Son Sastre (Randa), PM: Puig de Na Marió (Peguera) y CE: Cala d'Egos (Andratx).

A. Location of the Balearics in the Western Mediterranean basin. B. Location of the deposits studied. SM: Cala de Santa Maria (Cabrera), CF: Cala Fonoll (Cabrera); SR: Son Ramonet (Felanitx), PG: Puig Galdent (Llucmajor), AR: S'Aresteta (Randa), PM: Puig de Na Marió (Peguera) and CE: Cala d'Egos (Andratx).

por autores anteriores. COLOM (1975 y 1983) cita, en Randa, las especies siguientes:

Acropora cf. pseudolavandulina Chevalier

Cyathoseris subregularis (Reuss)

Porites cf. ramosa (Catullo)

RAMOS-GUERRERO *et al.* (1988) aportan un avance preliminar de un estudio más amplio, del que forma parte asimismo este trabajo.

ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA

La posición estratigráfica de los niveles estudiados queda reflejada en la figura 2. Estos se distribuyen desde el Bartonense (Eoceno Medio) hasta el Estampiense basal (Oligoceno Inferior).

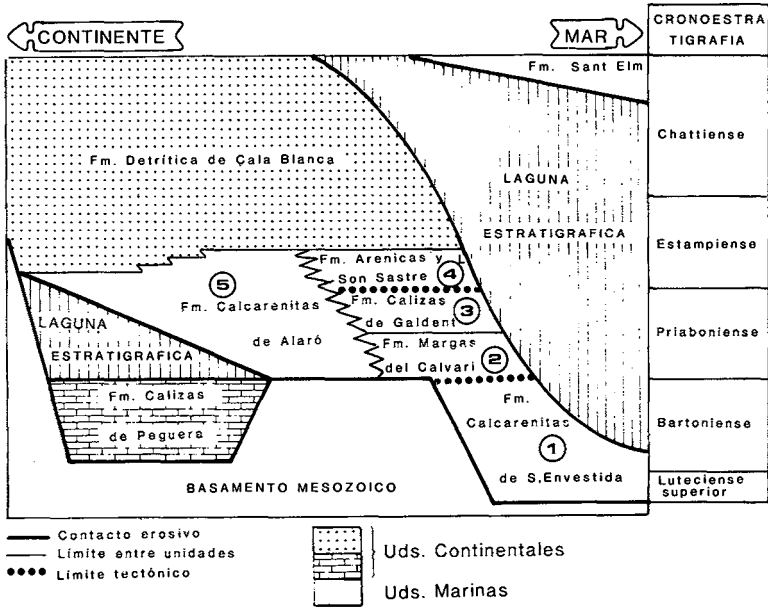


Fig. 2.- Esquema estratigráfico para el Paleógeno de las Baleares, según RAMOS-GUERRERO (1988), y posición de los yacimientos estudiados en este trabajo. 1: Calas de Santa Maria y Fonoll, 2: Son Ramonet, 3: Puig Galdent, 4: S' Aresteta y Son Sastre, y 5: Puig de Na Marió y Cala d'Egos.

Stratigraphic scheme for the Paleogen of the Balearics according to RAMOS-GUERRERO (1988) and location of the deposits studied for this contribution. 1: Cala de Santa Maria and Cala Fonoll, 2: Son Ramonet, 3: Puig Galdent, 4: S' Aresteta and Son Sastre, and 5: Puig de Na Marió and Cala d'Egos.

No obstante, son los niveles de la Fm. Areniscas y Lutitas de Son Sastre (Estampiense basal) los que han proporcionado una fauna coralina más abundante. Se trata de praderas removilizadas, aunque incluyen ocasionalmente grandes colonias aisladas en posición de vida. Es el caso de los grandes ejemplares de *Caulastrea* sp. hallados en la zona de Randa.

FM. CALCARENITAS DE S'ENVESTIDA

Dentro de esta unidad, se han estudiado muestras provenientes de dos perfiles de la zona N. de la isla de Cabrera (Cala de Santa Maria y Cala Fonoll, SM y CF respectivamente en figura 1B). Estos perfiles están constituidos por una alternancia de margas, limolitas y calcarenitas, generalmente masivas y con evidencia de bioturbación. Contiene abundante fauna asociada de equinodermos, serpulidos, gasterópodos y macroforaminíferos; entre estos abundan los *Nummulites*, *Assilina* y *Alveolina*.

En la figura 3A se ha representado, de manera esquemática, el perfil de la Cala de Santa Maria. El de la Cala Fonoll, localizado a escasa distancia hacia el E, es de idénticas características, y el nivel con fauna ocupa una posición estratigráficamente similar. En conjunto, estos perfiles representan la sedimentación en una plataforma mixta.

La fauna coralina asociada está constituida por corales solitarios que han sido determinados como *Madrepora oculata* Linnaeus, 1758, en la Cala Fonoll y *Pattalophylia bilobata* Michelin, 1846, en la Cala de Santa Maria.

La edad de esta unidad, establecida en base a los macroforaminíferos, es Luteciense terminal-Bartoniense (RAMOS-GUERRERO, 1988).

FM. MARGAS DEL CALVARI

Esta unidad, que aflora extensamente en la parte central y meridional de Mallorca, está constituida por una potente sucesión de margas y areniscas (150 m) que caracteriza la sedimentación en una plataforma mixta somera. Sus niveles basales están constituidos por un tramo poco potente (4 m) de calcarenitas litorales con abundantes bioclastos de gasterópodos, bivalvos, *Nummulites* y miliólidos (Figura 3B). La fauna coralina está escasamente representada, habiéndose determinado la presencia de *Nicaeotrochus cyclolitoides* (Bellardi) 1846, en un pequeño yacimiento situado a 1km al O de Son Ramonet, en las proximidades de Felanitx. (SR en figura 1B).

La edad de la Formación, determinada a partir de su contenido en *Nummulites*, es del Priaboniense inferior (RAMOS-GUERRERO, 1988).

FM. CALIZAS DE GALDENT

En esta unidad han sido estudiadas muestras provenientes del perfil de Puig Galdent, en las proximidades de Lluçmajor (PG en la fig. 1B). La serie (fig. 3C), está constituida por un potente tramo de calizas blancas masivas que

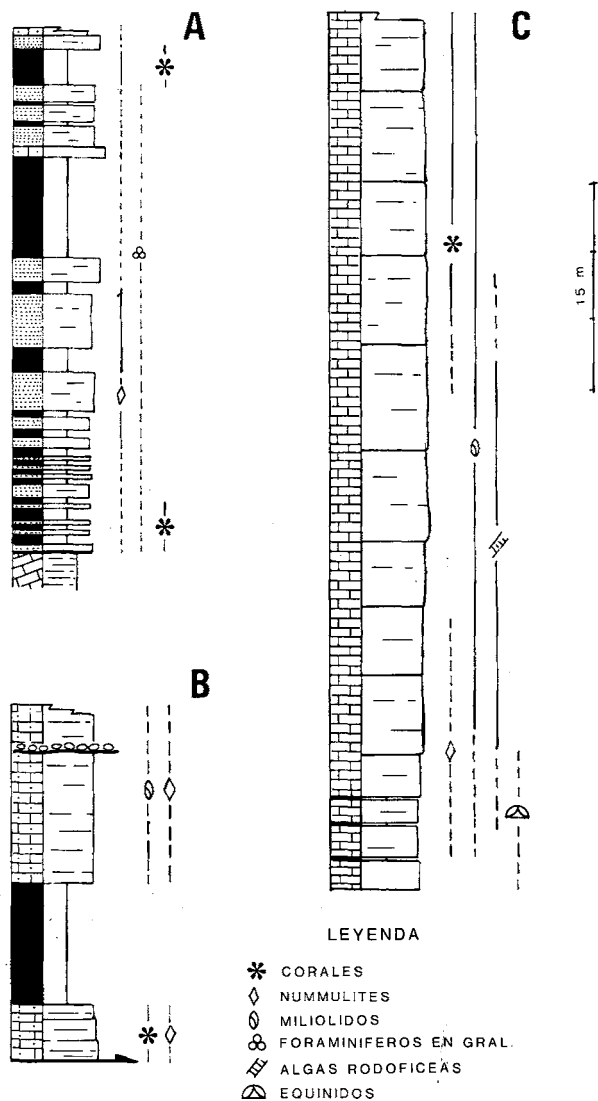


Fig. 3.- Columnas estratigráficas esquemáticas de los yacimientos eocenos estudiados. Ver localización en figura 1B. A: Cala de Santa María (Cabrera), B: Son Ramonet (Felanitx) y C: Puig Galdent (Llucmajor).

Schematic stratigraphic columns of the Eocene deposits studied. See location in figure 1B. A: Cala de Santa María (Cabrera), B: Son Ramonet (Felanitx) and C: Puig Galdent (Llucmajor).

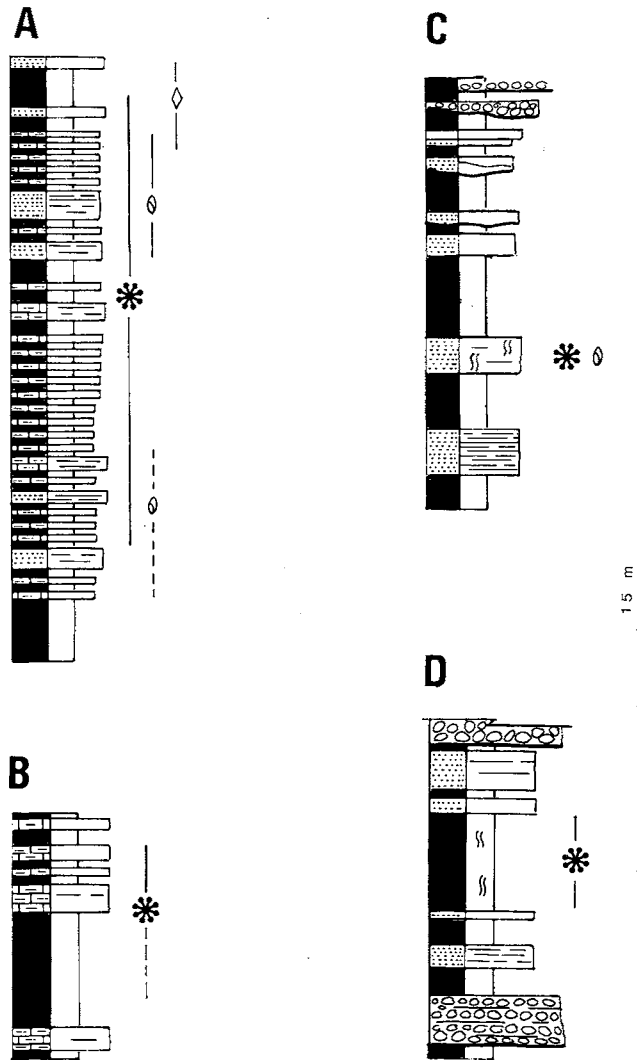


Fig. 4.- Columnas estratigráficas esquemáticas de los yacimientos oligocenos estudiados. Ver localización en figura 1B. A: Son Sastre (Randa), B: S'Aresteta (Randa), C: Cala d'Egos (Andratx) y D: Puig de Na Marió (Peguera). La leyenda es la misma que la de la figura 3.

Schematic stratigraphic columns of the Oligocene deposits studied. See location in figure 1B. A: Son Sastre (Randa), B: S'Aresteta (Randa), C: Cala d'Egos (Andratx) and D: Puig de Na Marió (Peguera).

caracterizan bioconstrucciones en una plataforma marina y constituyen las facies más próximas a arrecifes. Estos niveles contienen abundantes colonias ramosas de *Porites* sp. y otras formas perforadas o compactas en vías de estudio.

Esta unidad es la que refleja una menor influencia de detríticos de todo el Paleógeno mallorquín. Conlleva asociada una fauna de miliólidos, equinodermos, algas rodofíceas y, en menor medida, *Nummulites*.

La edad asignada a esta unidad es Priaboniense superior en base al contenido de *Nummulites* (RAMOS-GUERRERO, 1988).

FM. ARENISCAS Y LUTITAS DE SON SASTRE

Esta unidad aflora exclusivamente a la zona central de Mallorca. Dentro de ésta formación se han estudiado muestras provenientes de los perfiles de Son Sastre y S'Aresteta (SS y SA respectivamente en la figura 1B), localizados ambos en el macizo de Randa.

La edad de esta Formación ha sido establecida como Estampiense basal en base a su contenido en miliólidos complejos y *Nummulites* (RAMOS-GUERRERO, 1988).

El perfil de Son Sastre, representado en la figura 4A, está constituido por una alternancia de niveles de areniscas y lutitas de potencia decimétrica que constituyen una secuencia transgresiva con niveles basales marinos de fuerte influencia continental, y otros superiores de condiciones marinas más abiertas. En cualquier caso se trata de sedimentos marinos depositados en una plataforma somera con influencia de los aportes terrígenos.

En el tramo superior abundan los niveles de acumulación de corales, y corresponden a praderas removilizadas aunque poco transportadas, (figura 6.1) a los que se les asocia una abundante fauna de *Nummulites* y, en menor medida, miliólidos, gasterópodos y equinodermos. Entre la fauna coralina han sido determinadas las siguientes especies:

Acropora lavandulina (Michelin) 1842.

Acropora ramosi Alvarez, Busquets y Vilaplana 1989.

Astrocoenia lobatorotundata (Michelin) 1842 (Figura 7).

Astrocoenia sp.

Cyathoseris subregularis (Reuss) 1872.

Dyctyaraea clinactinia (Michelotti) 1861.

Goniopora ameliana (DeFrance) 1826.

Montastraea friulana Oppenheim 1899.
Porites sp.
Polytremacis sp.
Stylocoenia taurinensis (Michelin) 1842.
Stylophora alpina (d'Orbigny) 1850. (Figura 7)
Stylophora falloti Grange 1956.
Stylophora herzegowinensis (Oppenheim) 1901.
Stylophora microstyla Meneghini 1866.
Stylophora sp.
 "Trochosmilía" *acutimargo* Reuss 1872.
 "Trochosmilía" *irregularis* Deshayes 1834.

En esta asociación predominan casi de manera exclusiva las formas coloniales de hábito ramoso, que aunque se presentan en niveles de acumulación, están poco fragmentadas, lo que sugiere una escasa removilización.

Ambientalmente, estos niveles reflejan la acumulación de sedimento procedente de praderas de corales en zonas relativamente protegidas.

El perfil de S' Aresteta (figura 4B) pertenece a un afloramiento mucho más restringido que el anterior, y debe correlacionarse con los niveles superiores del perfil de Son Sastre. Está constituido por dos niveles métricos de lumaqueles de bivalvos, gasterópodos y corales fragmentado; estos niveles se intercalan entre lutitas masivas con algún fragmento de coral y alguna colonia faceloides de hasta 1 m de anchura y 30 cm de altura de *Caulastrea* sp. en posición de vida. Parece reproducirse un ambiente de *lagoon* con aportes detríticos finos y pequeños *mount* de corales.

En este yacimiento se ha determinado la presencia de:

Acropora ramosi Alvarez, Busquets y Vilaplana 1989.
Caulastrea sp.
Favia almerai Oppenheim 1926.
Favia bauzai Mallada 1877.
Goniopora ameliana (Defrance) 1826.
Nicaetrochus cyclolitoides (Bellardi) 1846.
Polytremacis sp.
Siderofungia bella (Reuss) 1849.
Stylocoenia taurinensis (Michelin) 1842.
Stylocoenia sp.

Formas mayormente coloniales de hábito ramoso.

FM. CALCARENITAS DE ALARÓ

Esta formación, integrada por sedimentos continentales y marinos, aflora extensamente a lo largo del pie meridional de la Serra de Tramuntana, en diversos puntos de la zona central de la isla y en la terminación septentrional de las Serres de Llevant. Los perfiles estudiados son el de Puig de Na Marió y el de la Cala d'Egos (PM y CE respectivamente, en figura 1B), ambos en el extremos SE de la Serra de Tramuntana.

La edad de la formación ha sido establecida a partir de su contenido en *Nummulites* y miliólidos (RAMOS-GUERRERO, 1988), y abarca el Priaboniense y el Estampiense basal, si bien los yacimientos coralinos se sitúan en el límite Eoceno-Oligoceno.

La Formación representa una sedimentación marina litoral con fuerte influencia terrígena. La figura 2 muestra como esta unidad se corresponde lateralmente con las tres anteriormente descritas, todas ellas de plataforma más externa.

El perfil de Puig de Na Marió (figura 4D) está constituido por un nivel margoso masivo, de color gris, rico en materia orgánica, que incluye fragmentos de corales relativamente retrabajados. Aparece como una cuña marina dentro de una alternancia de conglomerados, areniscas y lutitas de origen continental.

Entre su fauna coralina han sido determinadas las siguientes especies:

Antiguastrea lucasiana (DeFrance) 1826 (figura 8)

Astrocoenia lobatorotundata (Michelin) 1842

Goniopora ameliana (DeFrance) 1826.

El perfil de la Cala d'Egos (Fig. 4C), está constituido por una serie fluvio-lacustre que hacia el techo pasa a materiales marinos lutítico arenosos con abundantes miliólidos, gasterópodos y corales fragmentados y retrabajados (figura 6.2). Entre estos, se han determinado las siguientes especies:

Acropora ramosi Alvarez, Busquets y Vilaplana 1989.

Astrocoenia sp.

Cladocora sp.

Goniaraea elegans (Leymerie) 1846 (figura 8).

Goniopora ameliana (DeFrance) 1826.

Polytremacis sp.

	EOCENO				OLIGOCENO			
	BARTONIENSE		PRIABONIENSE		ESTAMPIENSE		BASAL	
	Cala Funoy	Cala S. Maria	Son Ramonet	P. Galdet	Son Sastre	S'Aresteta	P. Na Mario	Cala d'Egos
<i>Polytremacis</i> sp.					★	★		★
<i>Stylophora</i> sp.					★			
<i>Stylophora falloti</i> Grange 1956					★			
<i>Stylophora alpina</i> (d'Orbigni) 1850					★			
<i>Stylophora herzegowinensis</i> (Oppenheim) 1901					★			
<i>Stylophora microstyla</i> Meneghini 1866					★			
<i>Stylocoenia</i> sp.						★		
<i>Stylocoenia laurinensis</i> (Michelin) 1842					★	★		
<i>Astrocoenia</i> sp.					★			★
<i>Astrocoenia lobatorotundata</i> (Michelin) 1842					★		★	
<i>Acropora lavandulina</i> (Michelin) 1842					★			
<i>Acropora ramosi</i> Alvarez, Busquets, Vilaplana y Ramos 1989					★	★		★
" <i>Trochosmilia</i> " <i>irregularis</i> Deshayes 1834					★			
" <i>Trochosmilia</i> " <i>acutimargo</i> Reuss 1872					★			
<i>Caulastraea</i> sp.						★		
<i>Favia almerai</i> Oppenheim 1926						★		
<i>Favia bauzai</i> Mallada 1877						★		
<i>Montastrea friulana</i> Oppenheim 1899					★			
<i>Madrepora oculata</i> Linnaeus 1758	★							
<i>Antiguastrea lucasiana</i> (Defrance) 1826							★	
<i>Cladocora</i> sp.								★
" <i>Pattalophylia</i> " <i>bilobata</i> Michelin 1846		★						
<i>Nicaetrochus cyclolitoides</i> (Bellardii) 1846			★			★		
<i>Siderofungia bella</i> (Reuss) 1869						★		
<i>Goniopora ameliana</i> (Defrance) 1826					★	★	★	★
<i>Dictyaraea clinactinia</i> (Michelotti) 1861					★			
<i>Cyathoseris subregularis</i> (Reuss) 1872					★			
<i>Porites</i> sp.				★	★			
<i>Goniaraea elegans</i> (Leymerie) 1846								★

Fig. 5.- Relación de especies reconocidas en los diferentes yacimientos del Paleógeno Balear.

List of species recognized in the various deposits of the Balearic Paleogen studied.

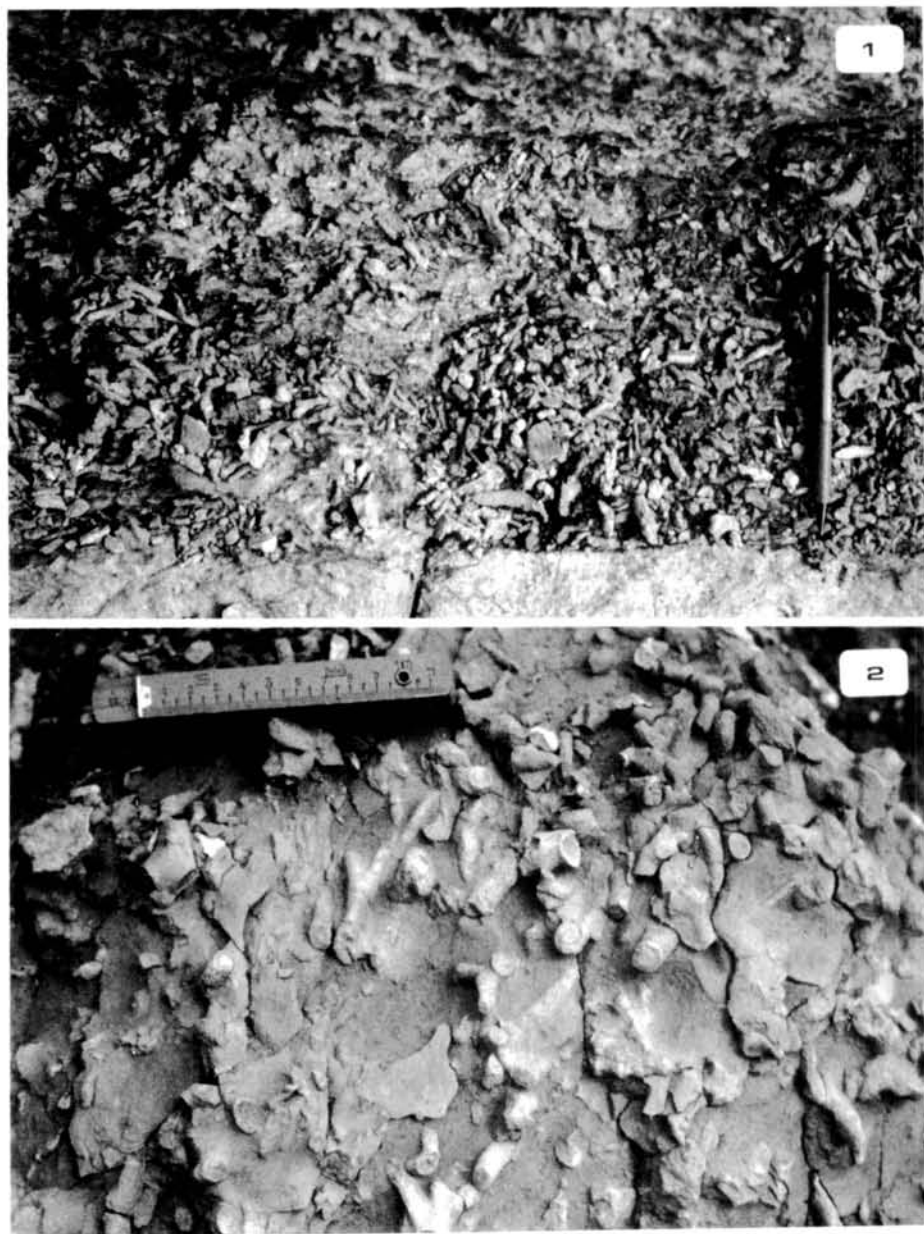


Fig. 6.- Yacimientos de Son Sastre (1) y Cala d'Egos (2). En ambos se aprecia la acumulación de corales de hábito ramoso.

Deposits of Son Sastre and Cala d'Egos. Both display a great accumulation of branching corals.

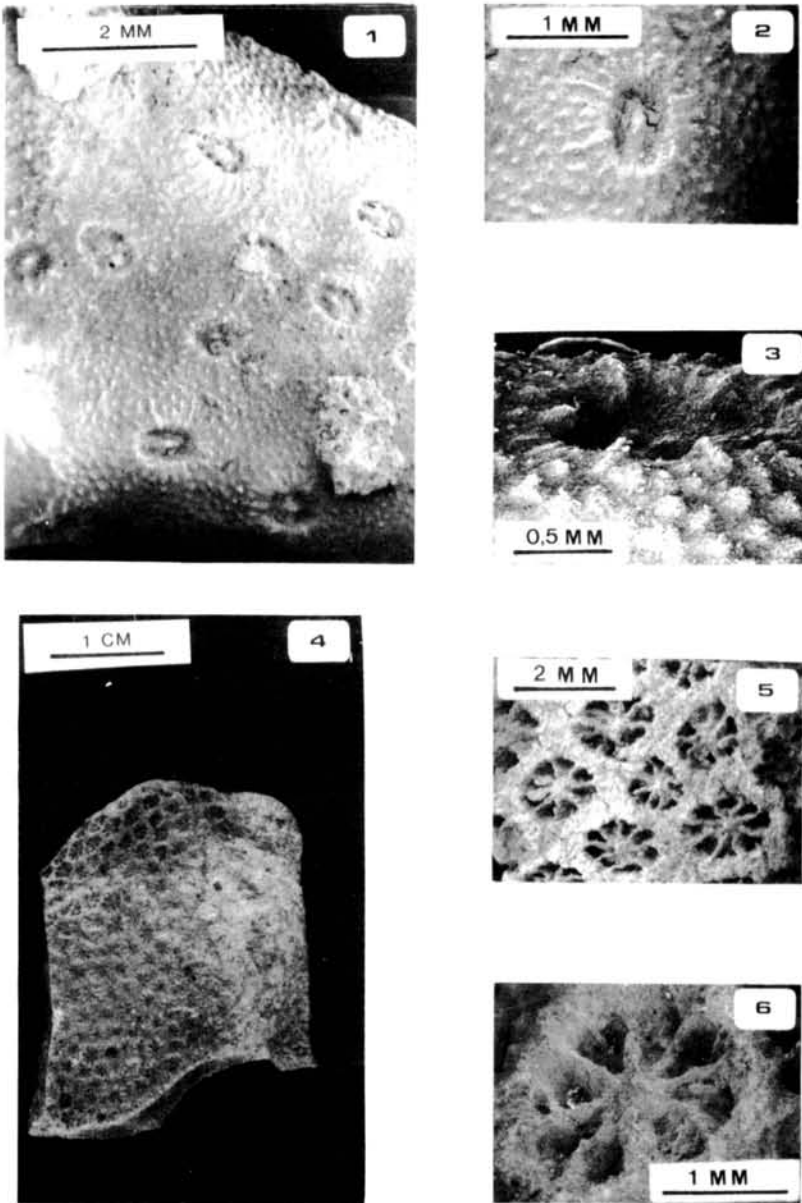


Fig. 7.- *Stylophora alpina* (1, 2, 3)
Astrocoenia lobatorotundata (4, 5, 6)

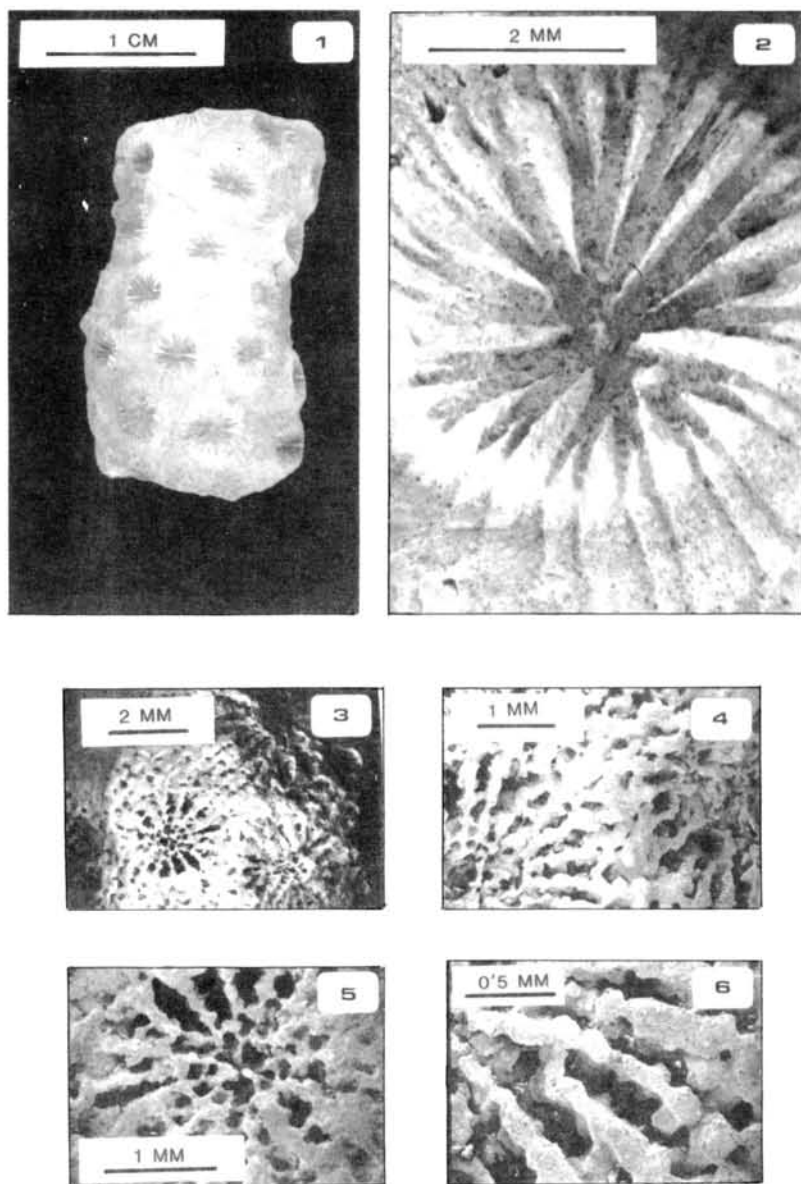


Fig. 8.- *Antiguastrea lucasiana* (1, 2).

Goniaraea elegans (3, 4, 5, 6).

CONCLUSIONES

Dentro del marco general sedimentológico y estratigráfico establecido por RAMOS-GUERRERO (1988) para el Paleógeno Balear, se estudia la ocurrencia de diversas especies de corales, entre ellas una de nueva creación (G. Alvarez, P. Busquets y M. Vilaplana, 1989).

El Paleógeno Balear representa la sedimentación en una plataforma mixta del borde occidental del Tethys y en el margen continental asociado.

Esta situación paleogeográfica se refleja en los sedimentos, de características mixtas detrítico-carbonatadas, y marca asimismo las condiciones bióticas que permiten el desarrollo de corales y de diversos organismos asociados.

En la figura 5 se recogen las especies coralinas hasta ahora estudiadas, precisándose su localización y edad.

Se han reconocido pequeños parches arrecifales en la zona de Randa en el centro de la isla, y praderas de corales ramosos en la misma zona y en Racó de Cala d'Egos en el extremo SE de Mallorca. En Puig Galdent cerca de Lluçmajor se han reconocido ambientes relacionados con una barrera arrecifal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. J. Porta la lectura crítica del manuscrito y a los miembros del Departamento de Geología de la Universitat de les Illes Balears, su indispensable colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHIARDI, A d'. 1865-68.- Corallarii fossili del terreno nummulitico dell 'Alpi Venete. *Mem. Soc. Ital. Sc. Nat.*, 1: 1-53; 1, 1-5, 2:1-31; 1,1-8. Milano.
- ALLOITEAU, J. 1957.- Contribution a la Systématique des Madreporaires fossiles. *CNRS*, 1: 1-462, 2: 1-286, 1, 1-10. Paris.
- ALVAREZ, G.; BUSQUETS, P. & VILAPLANA, M. 1989.- Fauna coralina paleógena de las islas baleares (Mallorca y Cabrera). *Batalleria*, 3: en prensa.
- BARTA-CALMUS, S. 1973.- Revision des collections de Madréporaires provenant du Nummulitique du Sud-est de la France, de l'Italie e de la Yougoslavie septentrionales. *C.N.R.S.*, 1: 1-156: f, 1-52. 2: 1, 1-59. Paris.
- BAUZA, J. 1956.- Fauna coralina del Mioceno de la isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears.*, 2 (1-4): 91-94; 1, 8-10.
- BAYER, F.M. 1956.- Octocorallia. In: *Treatise on Invertebrate Paleontology* (R.C. Moore dir.). part F., 166-231.
- BOSCHMA, H. 1956.- Mileporina and Stylasterina. In *Treatise on Invertebrate Paleontology* (R.C. Moore, dir). part F, 90-106.

- COLOM, G. 1975.- *Geologia de Mallorca*. Inst. Est. Baleàrics, Dip. Prov. de Balears, Palma de Mallorca, 2 vol.
- CHEVALIER, J.P. 1961.- Recherches sur les Madréporaires et les formations recifales miocènes de la Méditerranée. *Mem. Soc. Géol. France.*, 40 (1): 1-562; f, 1-36. 40(2): f, 37-199; 1, 1-26. Paris.
- DAINELLI, G. 1915.- L'eocene friulano. Monografia geologica e paleontologica. *Mem. Geogr.*, 55: 1-723; 1, 1-57; m, 1. Firenze.
- FELIX, J. 1925.- *Fossilium catalogus. I. Animalia. Anthozoa eocaenica et olocaenica*. 28: 1-296. Diener (edit.). Berlin.
- HAIME, J. 1925.- Polypiers. In Catalogue raisonné des fossiles de la formation nummulitique du Comté de Nice (L. Bellardi, edit.). *Mem. Soc. Géol. France.*, 14: 205-300; 1, 12-22. Paris.
- OPPENHEIM, P. 1923.- *Über eine Eocänfauna der Polje von Lukavac bei Nevesinje in der Herzegovina*. 1-100; 1: 1-4. Berlin.
- RAMOS-GUERRERO, E.; BUSQUETS, P. & VILAPLANA, M. 1988.- Corales de las plataformas mixtas siliciclásticas - carbonatadas del Priabonense y del Estampiense inferior de Mallorca. *Resumen IV Jornadas de Paleontología, Salamanca*, 13-15 oct., pp. 74.
- RAMOS-GUERRERO, E. 1988.- *El Paleógeno de las Baleares: Estratigrafía y Sedimentología*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 3 vol. (inédito).
- SOLÉ SABARÍS, L. 1942.- Fauna coralina del Eoceno catalán. *Mem. Real Acad. Cien. Art. Barcelona.*, 26: 259-440: 1:1-10. Barcelona.
- VAUGHAN, J.W. & WELLS, J.W. 1943.- *Revision of suborders, families and genera of the Scleractinia*. *Spec. Pap. Geol. Am.* 25: 1-363; f. 1-39; 1: 1-51.
- WELLS, J.W. 1956.- Scleractinia. In *Treatise of Invertebrate Paleontology*. (R.C. Moore, dir.) part F, 328-444.
- ZIBROWIUS, H. 1980.- Les scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique Nord-oriental. *Mem. Inst. Ocean.*, 11 (1): 1-228. (2): 229-284. (3): 1. 1-107. Monaco.
- ZLATARSKI, V. 1963.- Sur *Stylocoenia taurinensis* (Michelin), Madréporaire du tertiaire Méditerranéen. *Ann. Univ. Sofia.*, 56(2) p. 61-72. 1: 1-5. Sofia.

DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS MAS APROPIADAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y VEGETACIÓN DE LA ISLA DE FORMENTERA

L. LLORENS,¹ y F. J. TÉBAR,²

PALABRAS CLAVE: Evaluación, flora, vegetación, conservación, Formentera.

KEYWORDS: Assessment, flora, vegetation, conservation, Formentera.

RESUMEN. La flora y la vegetación son elementos básicos a tener en cuenta a la hora de establecer cualquier plan de actuación en un territorio insular, debido a su importancia económica, socio-cultural y científica. El presente trabajo propone la aplicación de un método de evaluación en la isla de Formentera. Este método está basado en la corología de las especies y en la vegetación. La isla ha sido sectorizada mediante la cuadrícula UTM de 1 Km². A partir de una flora básica de 540 especies, se han elegido 46 táxones de interés botánico según su singularidad taxonómica, extensión corológica, rareza en la isla e importancia étnica. La vegetación ha sido tratada según los siguientes criterios: fragilidad, interés naturalístico (riqueza y singularidad), económico, paisajístico y como factor estabilizador de ecosistemas. Han sido consideradas un total de 13 comunidades de plantas. Los resultados sugieren dos tipos de actuación para garantizar la conservación de las especies y comunidades. Por una parte, excluir diversos tipos de acción agresiva, y por otra, mantener aquellas prácticas que han diversificado los ambientes salinos.

RESUM. DELIMITACIÓ DE LES ÀREES MÉS APROPIADES PER A LA CONSERVACIÓ DE LA FLORA I LA VEGETACIÓ DE L'ILLA DE FORMENTERA. La flora i la vegetació són elements bàsics a tenir en compte a l'hora d'establir qualsevol pla d'actuació a un territori insular, degut a la seva importància econòmica, socio-cultural i científica. El present treball proposa l'aplicació d'un mètode d'avaluació a l'illa de Formentera. Aquest mètode es fonamenta en la corologia de les espècies i en la vegetació. L'illa ha estat sectoritzada mitjançant una xarxa UTM de 1Km. A partir d'una flora bàsica de 540 espècies, s'han triat 46 tàxons d'interès botànic segons la seva singularitat taxonòmica, extensió corològica, raresa a l'illa i importància ètnica. La vegetació ha estat tractada d'acord als següents criteris: fragilitat, interès naturalístic (riquesa i singularitat), econòmic, paisatgístic i com a estabilitzador d'ecosistemes. S'ha considerat un total de 13 comunitats de plantes. Els resultats suggereixen dos tipus d'actuació per tal de garantir la conservació de les espècies i de les comunitats. D'una banda, excloure qualsevol tipus d'acció agressiva, i d'altra, mantenir aquelles pràctiques que han diversificat els ambients salins.

¹ Institut d'Estudis Avançats. U.I.B.- C.S.I.C. 07071 Palma de Mallorca.

² Laboratori de Botànica. Departament de Biologia Ambiental. U.I.B. 07071 Palma de Mallorca.

SUMMARY. DELIMITATION OF THE MOST SUITABLE AREAS FOR THE CONSERVATION OF THE FLORA AND VEGETATION OF THE ISLAND OF FORMENTERA. In establishing a plan of action for an insular territory some basic elements to be considered are its flora and vegetation due to their economic, socio-cultural and scientific importance. The present study proposes the application of an evaluation method on the island of Formentera. The method is based on the chorology of species and vegetation. The island has been sectioned using the UTM reticle, of 1 Km sides. Out of a basic flora of 540, 46 taxa of botanical interest have been selected paying attention to their taxonomic singularity, chorology scarcity in the island and ethnic importance. The vegetation has been treated according to the following criteria: fragility, naturalistic interest (richness and singularity), economy, landscape and as ecosystem stabilizer. A total of 13 plant communities have been considered. The results suggest two courses of action to guarantee the conservation of species and communities: one to exclude diverse types of aggressive action and the other to maintain some practices which have diversified the saline environments.

INTRODUCCIÓN

La isla de Formentera tiene una extensión de 82 Km² (figura 1). En ella, al igual que en otras áreas costeras, a las actividades tradicionales como la agricultura, la pesca y el comercio, han venido a sumarse en los últimos tiempos el desarrollo urbano y las actividades turísticas, lo que ha originado un notable crecimiento demográfico. Este desarrollo exige una cuidadosa explotación de los recursos de la isla para servir las demandas de la nueva población; dicha explotación es deseable que se haga sin la pérdida de su carácter insular o de elementos ambientales únicos (MC EACHERN & TOWLE, 1974; SIMMONS, 1982). Esto no siempre es posible, y generalmente el proceso turístico lleva aparejado, además de beneficios económicos, abundantes efectos perjudiciales (O'RIORDAN & DAVIS, 1976; KUSS & MORGAN, 1986; SIMMONS, 1982; EDINGTON & EDINGTON, 1986; RITA *et al.*, 1988; RITA & TEBAR, 1989). En comparación con lo ocurrido en otras islas del archipiélago (sobre todo en Ibiza y Mallorca) y a semejanza de lo experimentado en Menorca (CARDONA, 1980; MOREY, 1985; MOREY *et al.*, 1988), el proceso de expansión de la industria turística se ha producido con un retardo relativo, lo que le proporciona una oportunidad excelente para desarrollar un modelo de gestión racional del territorio y evitar en consecuencia el deterioro irreversible de su medio natural.

Una dimensión fundamental de la política de las pequeñas islas debe ser la protección del medio ambiente y de sus recursos, ambos de gran fragilidad. Esto es así debido a las especiales características que se derivan del fenómeno de insularidad, marcado por una superficie limitada, una distribución de recursos generalmente sesgada y el pequeño tamaño de todos sus componentes físicos y ecológicos (VERNICOS, 1987). Así, toda estrategia básica para la orde-

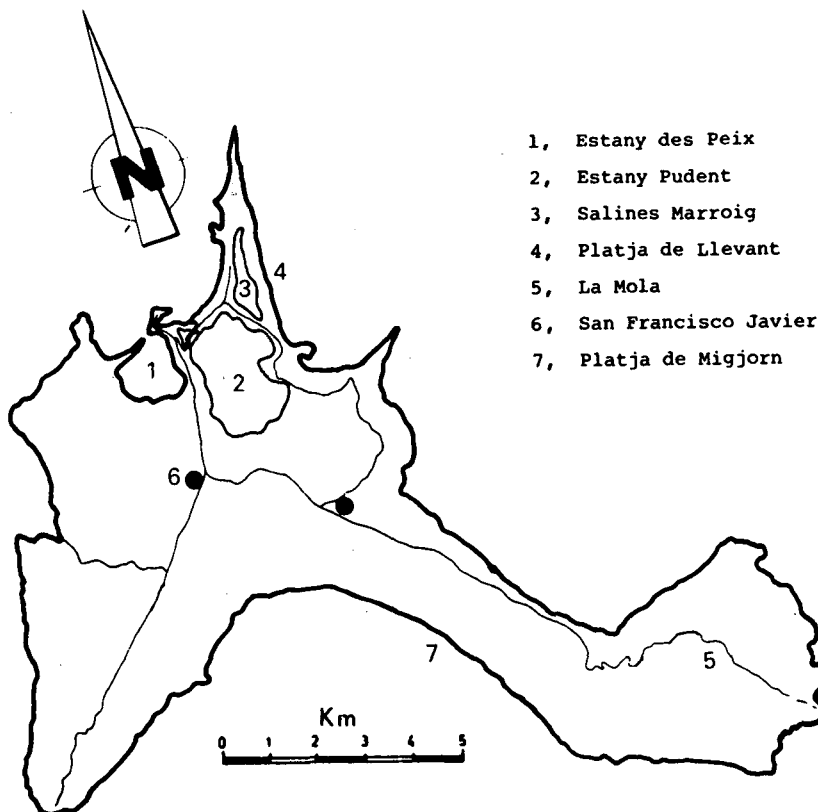


Fig. 1.- Formentera con los topónimos citados en el texto.

Formentera with the toponymy cited in the text.

nación de las islas de tamaño reducido debe fundamentarse en métodos de planeamiento integrados y pluridisciplinarios, en los que no debe hacerse exclusión de los principios ecológicos necesarios para garantizar un desarrollo equilibrado (MCEACHERN & TOWLE, 1974). Entre los elementos esenciales a considerar a la hora de diseñar cualquier plan de actuación en un territorio insular, deben tenerse especialmente en cuenta la flora y la vegetación (LONG, 1974). Cualquier planeamiento que no incluya este tipo de información ofrecerá una visión sesgada del tema, pudiendo ocasionar pérdidas lamentables que entrañan un deterioro de la calidad de la oferta para el uso recreativo, hecho cuya gravedad no debe subestimarse en una región turística, fuertemen-

te vinculada a la buena imagen de su entorno (el cual se ofrece como espacio idílico para la experiencia vacacional). A corto plazo dicho deterioro puede convertirse en un factor determinante en la competitividad entre regiones turísticas. Desafortunadamente, Baleares es un lugar ideal para ilustrar estas pérdidas, ya sea por la desaparición de táxones (*Otanthus maritimus* y *Limonium boirae* en Mallorca, *Lysimachia minoricensis* en Menorca, etc.), o por el grave deterioro de diferentes tipos de vegetación litoral (especialmente vegetación psamófila).

Cada día es más común en los procesos de planeamiento la realización de mapas para determinar la idoneidad de determinadas explotaciones de los recursos de un área (BAILEY, 1988). El presente trabajo se basa en el diseño y aplicación de un modelo simbólico descriptivo (RAMOS, 1979), con el fin de realizar la evaluación del valor botánico de la isla de Formentera. Los modelos de este tipo están basados en una simplificación de la realidad, por lo que presentan un doble interés: metodológico, al ensayar un proyecto sencillo y fácilmente extrapolable a otras áreas, y aplicado, al aportar información cartográfica susceptible de ser utilizada en planteamientos de carácter más global.

El objetivo final del estudio consiste en la delimitación de las áreas que presentan un mayor interés botánico y en el posterior aporte de líneas guía para procurar su conservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proceso de elaboración del presente trabajo ha constado de tres partes: recogida de datos, diseño y aplicación del modelo de valoración, y planificación del uso óptimo del territorio a partir de los resultados de la valoración.

RECOGIDA DE DATOS

Las fuentes de información han sido el estudio corológico y la cartografía vegetal realizados en la isla de Formentera (LLORENS *et al.*, 1980), y determinados artículos concernientes a aspectos corológicos (LLORENS, 1979, 1980; LLORENS *et al.*, 1979; GUERAU & TORRES, 1981); TORRES & GUERAU, 1983; TORRES *et al.*, 1986), taxonómicos (LLORENS, 1985; ERBEN, 1986; MICELI & GARBARI, 1987; ROSSELLÓ, 1989), fitosociológicos (LLORENS, 1986), y de gestión (COSTA *et al.*, 1986; CARDONA & TORRES, 1987; GÓMEZ CAMPO, 1987; MOREY, 1987).

DESARROLLO DEL MODELO DE VALORACIÓN

Para la aplicación al manejo de recursos de los aspectos botánicos, no basta una cartografía descriptiva de los aspectos florísticos y estructurales de la vegetación, sino que se hace necesaria una valoración. Así, estos aspectos no solo deben ser contemplados como recurso, sino como indicadores ambientales, ya que son reflejo de las condiciones del mismo (ZONNEVELD, 1988).

Para la localización cartográfica de los resultados del proceso de valoración desarrollado a continuación, la isla ha sido sectorizada usando la retícula UTM de 1km de lado, (la misma utilizada en el estudio corológico realizado por LLORENS *et al.*, 1979), resultando un total de 112 cuadros. Los localizados en el litoral, generalmente presentan una superficie inferior a un Km², al estar parcialmente ocupados por el mar.

a) Flora

La dificultad técnica de manejar el número total de elementos que componen la flora isleña (aproximadamente 540), exigió un proceso de simplificación consistente en la reducción del número de especies. Los criterios atendidos para la elección de éstas fueron los de singularidad taxonómica, extensión corológica, rareza en la isla e interés étnico (utilización de las plantas por los habitantes de la isla con fines como el culinario, medicinal, ornamental, etc.). Como resultado se obtuvo un grupo de 46 especies, que actuaron como indicadores del interés botánico.

Con el fin de valorar cada taxón se elaboró la matriz especie/criterio de valoración. A cada especie le fue asignado un peso en función de cada criterio de valoración, obteniéndose de la suma de los cuatro el peso total (P_e) (tabla 1)

$$P_e = \sum_{j=1}^4 P_{ej} ; \text{ donde:}$$

P_e = peso total de la especie e = suma de los 4 pesos dados a la especie según los 4 criterios de valoración

P_{ej} = peso de la especie e según el criterio j.

TAXONES	PESO TOTAL
<i>Aizoon hispanicum</i>	2
<i>Allium eivissianum</i>	6
<i>Athenia filiformis</i>	5
<i>Anogramma leptophylla</i>	4
<i>Arbutus unedo</i>	3
<i>Asparagus acutifolius</i>	3
<i>Asperula paui</i>	7
<i>Asplenium azomanes</i>	9
<i>Biscutella sempervirens</i> ssp. <i>montana</i>	5
<i>Carex rorurenta</i>	7
<i>Chaenorhinum organifolium</i> ssp. <i>crassifolium</i> var. <i>pithyusicum</i>	5
<i>Chaenorhinum rubrifolium</i> ssp. <i>formenterae</i>	7
<i>Chamaerops humilis</i>	4
<i>Cheilanthes acrostica</i>	2
<i>Cheirolophus intybaceus</i>	2
<i>Convolvulus lineatus</i>	3
<i>Cosentinia vellea</i>	3
<i>Crassula vaillantii</i>	1
<i>Cynomorium coccineum</i>	2
<i>Echinophora spinosa</i>	4
<i>Gallium crespianum</i>	8
<i>Diphotaxis ibicensis</i>	4
<i>Gennaria diphylla</i>	3
<i>Helianthemum organifolium</i> ssp. <i>serrae</i> var. <i>cambessedesii</i>	6
<i>Limonium formenterae</i>	7
<i>Limonium grosii</i>	8
<i>Limonium retusum</i>	7
<i>Limonium wiedmannii</i>	9
<i>Linaria pedunculata</i>	4
<i>Lotus halophilus</i>	4
<i>Lycium intricatum</i>	3
<i>Otanthus maritimus</i>	5
<i>Orchis saccata</i>	5
<i>Parietaria mauritanica</i>	4
<i>Phagnalon sordidum</i>	2
<i>Phyllitis sagittata</i>	2
<i>Rhamnus lycioides</i> ssp. <i>oleoides</i>	3
<i>Ruppia maritima</i>	1
<i>Salsola oppositifolia</i>	1
<i>Saxifraga corsica</i> ssp. <i>cossoniana</i>	4
<i>Scabiosa cretica</i>	4
<i>Silene cambessedesii</i>	6
<i>Solenopsis laurentia</i>	1
<i>Stachys brachyclada</i>	1
<i>Spergularia diandra</i>	3
<i>Thypha domingensis</i>	3

Tabla 1. Táxones seleccionados para realizar la valoración florística y peso total (Pe) de cada uno, obtenido a partir de los pesos asignados según los criterios de valoración.

Chosen taxa to make the valuation of the flora and total weight (Pe) of each one, obtained from the partial weights assigned according to the valuation criteria.

La valoración de cada cuadrícula ($V1_c$) se realizó mediante la suma de los pesos de todos los táxones presentes en cada cuadrícula:

$$V1_c = \sum_{e=1}^{46} (P_e)_{cc}; \text{ donde: } \quad V1_c = \text{valoración de la cuadrícula c.}$$

$(P_e)_c = \text{peso total de la especie e presente en la cuadrícula c.}$

Los valores obtenidos fueron agrupados en cinco rangos y representados cartográficamente.

b) Vegetación

Fueron consideradas 13 de las comunidades vegetales cartografiadas en la isla (LORENS *et al.*, 1980). Los criterios utilizados para su valoración fueron los siguientes: fragilidad, interés naturalístico (riqueza y singularidad), económico, paisajístico y como estabilizador de ecosistemas. Al igual que en el apartado anterior, se elaboró una matriz comunidad/criterio de valoración, siendo cada criterio de valoración dotado de una escala de pesos. De esta manera, cada comunidad fue ponderada según los criterios establecidos, siendo su valoración total (P_v) la suma de los mismos (tabla 2):

$$P_v = \sum_{j=1}^5 P_{vj}; \text{ donde: } \quad P_v = \text{peso total de la comunidad v = suma de los}$$

$4 \text{ pesos dados a la comunidad v según los 5 criterios.}$

$P_{vj} = \text{peso de la comunidad v según el criterio j.}$

Obtenidos los pesos totales de valoración de cada comunidad, y conocida la distribución de las comunidades en relación a la cuadrícula UTM, se realizó la suma de los pesos totales de las comunidades presentes en cada cuadrícula y se dividió por el número total de comunidades presentes en cada cuadrícula ($V2_c$):

$$V2_c = \sum_{v=1}^{46} (P_v)_c/n; \text{ donde: } \quad V2_c = \text{valoración de la cuadrícula c}$$

$(P_v)_c = \text{peso total de la comunidad v}$

$n = \text{número de comunidades presentes en la cuadrícula c.}$

Los resultados fueron asimilados a cinco rangos y cartografiados.

COMUNIDADES	PESO TOTAL
Balsas temporales	5
Cultivos tradicionales	4
Garrigas	5
Halófilas	4
Haloggipsófilas	9
Halohelofíticas	4
Nitrohalófilas	3
Pinares	5
Psamófilas pioneras	11
Roquedos marítimos	5
Rupícolas	5
Sabinares	14
Tomillares	8

Tabla 2. Comunidades seleccionadas para realizar la valoración de la vegetación y peso total (P_v) de cada una a partir de los pesos parciales asignados según los criterios de valoración.

Chosen plant communities to make the valuation of the vegetation and total weight (P_v) of each one, obtained from the partial weights assigned according to the valuation criteria.

c) Valor botánico

Por último, se integró la información de flora y vegetación con el fin de realizar una valoración botánica de cada cuadrícula, para la cual se calculó la media de los pesos totales de flora ($V1_c$) y vegetación ($V2_c$) obtenidos para cada cuadrícula:

$$V_t = (V1_c + V2_c) / 2$$

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BOTÁNICA DEL MEDIO

La información resultante de la aplicación del modelo ha sido utilizada para diagnosticar la capacidad del territorio para absorber sin traumas los usos presentes y previsibles a corto plazo.

Se han diferenciado tres tipos de cuadrículas: de interés bajo, medio y máximo (valores 1, 2 y 3 respectivamente). A partir de estos resultados, se han delimitado las áreas de máxima aptitud para su conservación, apuntándose una serie de directrices de acción que la hagan posible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FLORA

Como se refleja en el mapa (figura 2), las zonas que ofrecen mayor interés corresponden a la región N de la isla, en concreto el Estany des Peix, Estany

Pudent, las Salines Marroig y las dunas de la Platja de Llevant. En estos lugares se desarrolla un gran número de especies importantes, algunas de ellas endemismos exclusivos de las Pitiusas, como *Limonium grosii*, *L. retusum*, *L. wiedmannii* y *Chenopodium rubrifolium* ssp. *formenterae*, así como otras de distribución limitada, entre las que destacan *Cynomorium coccineum*, *Limonium formenterae*, *Lotus halophilus*, *Otanthus maritimus*, *Silene cambessedesii*, *Spergularia diandra* y *Typha domingensis*.

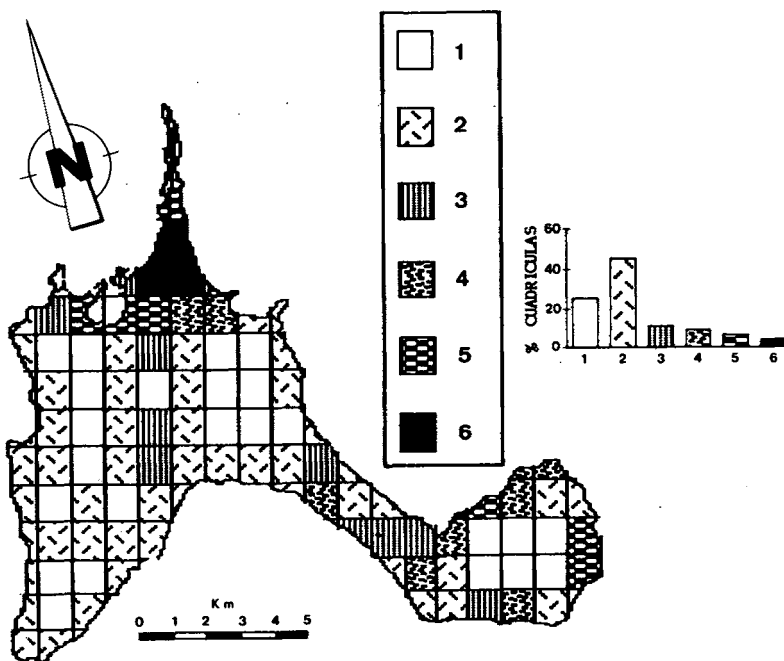


Fig.2.- Valoración florística.

Valuation of the flora.

También deben destacarse los acantilados de la Mola, y particularmente los situados al N y E. Su relativa escasez en la isla, así como la importante presencia de especies de distribución limitada como es el caso de *Asperula pau*, *Asplenium azomanes*, *Biscutella sempervirens* ssp. *montana*, *Carex rorurenta*, *Chamaerops humilis*, *Cheirolophus intybaceus*, *Gallium crespianum*, *Lycium intricatum*, *Parietaria mauritanica*, *Phagnalon sordidum*, *Phyllitis sagittata*, *Salsola oppositifolia*, *Saxifraga corsica* ssp. *cossoniana*, *Anogramma leptophylla* y *Scabiosa cretica*, les confiere un gran interés florístico.

Algunas zonas interiores en las proximidades de San Francisco Javier, presentan cierto interés taxonómico y corológico, motivado por la presencia de *Allium eivissianum*, *Crassula vaillantii*, *Gennaria diphylla* y *Helianthemum organifolium* ssp. *serrae* var. *cambessedesii*.

Por último, cabe destacar el hecho de que todas las zonas litorales de la isla tienen siempre interés florístico, aunque en ocasiones sea en grado menor.

La desaparición de valores singulares de flora es un hecho especialmente preocupante desde el punto de vista científico (BERRY, 1983), en cuanto a que supone una pérdida de recursos genéticos utilizados hoy en día por disciplinas entre las que destacan la genética, ecología, evolución, taxonomía, especiación, fisiología, cultivo de tejidos, biología molecular y ciencias sociales (PALMER, 1989).

VEGETACIÓN

Como se deduce del resultado cartográfico de su diagnosis (figura 3), destacan dos áreas principales, el complejo dunas-saladar del N de la isla, y las

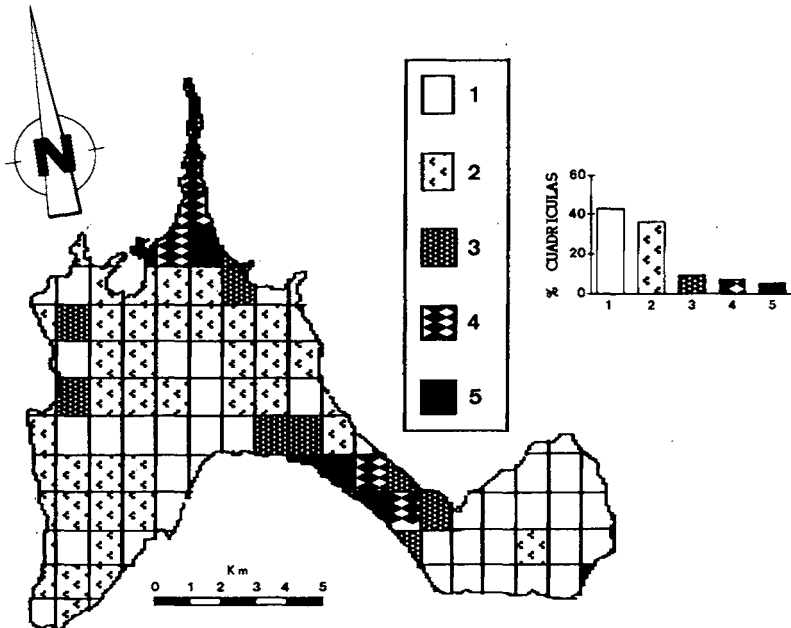


Fig. 3.- Valoración de la vegetación.

Valuation of the vegetation.

dunas de la Platja de Migjorn. En la primera, encontramos un sistema complejo compuesto por elementos de vegetación de gran importancia, entre los que destacan las comunidades psamófilas pioneras, las sabinares, y las formaciones halófilas y halogipsófilas. La importancia de las dunas de la Platja de Migjorn estriba en las formaciones psamófilas de playa y el sabinar y sabinar-pinar que presentan.

Hay que destacar la gran extensión de las cuadrículas de valor medio (valor 2 del mapa), debido a la presencia de grandes zonas de pinar y sabinar.

INTERÉS BOTÁNICO

La integración de los dos aspectos anteriores (figura 4), ha permitido discernir dos zonas de máximo valor botánico: al N, el complejo Salinas Marroig-Platja de Llevant, y al S, las dunas de la Platja de Migjorn (ambas con valor 3 en la escala del mapa), lo que supone un 7% de la superficie estudiada. Orlando estas áreas, se aprecian una serie de cuadrículas de importancia media (valor 2), las cuales participan de algunos de los valores de las de mayor

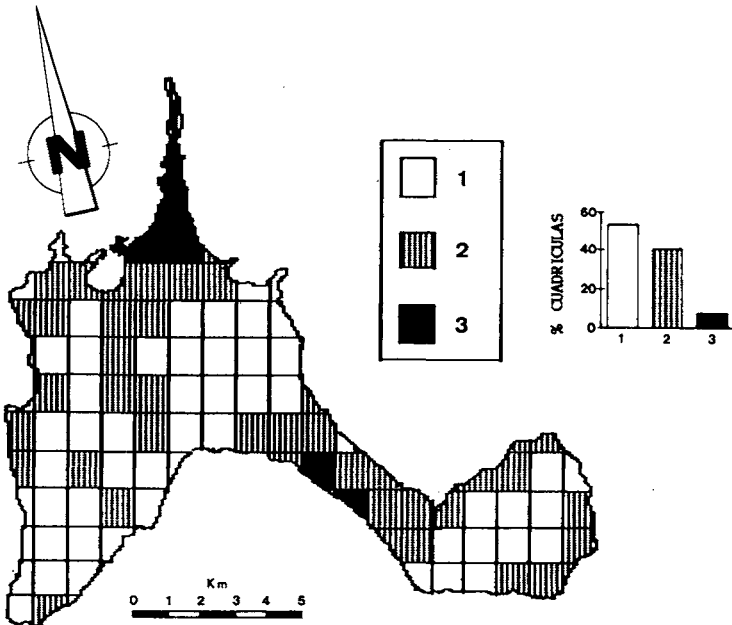


Fig. 4.- Valoración botánica.

Botanical valuation

interés. Valor análogo a esta categoría de cuadrículas, muestran las de los acantilados de La Mola, algunas aisladas de los taludes del W, así como aquellas cercanas a San Francisco Javier en las que se forman balsas temporales. Esta categoría representa el 40% de la superficie isleña, que se completa con el 53% de valor menor (valor 1).

A nuestro juicio, las zonas de máximo interés exigen una gestión encaminada a su conservación integral. Los elementos básicos a proteger son los sistemas dunares y los saladares.

De los sistemas dunares, hemos de destacar que son excepcionales en el ámbito de Baleares por su gran extensión y riqueza. Las comunidades psamófilas que en ellas se desarrollan se encuentran entre las más escasas, fácilmente alterables y fuertemente castigadas en Baleares. Sus formaciones forestales cumplen a su vez múltiples efectos protectores sobre el medio ambiente (protección del suelo, regulación de la infiltración del agua hacia los acuíferos, etc.), cuya importancia sobrepasa en mucho su valor comercial (RITA *et al.*, 1988). Actualmente estos sistemas están sufriendo fuertes alteraciones de origen antrópico entre las que destacan: extracciones de arena, acumulación de desechos, circulación excesiva e incontrolada de personas y vehículos, urbanización, desarrollo de infraestructuras turísticas, camping, aparcamiento de vehículos, incendios, talas, etc. En este caso, la conservación de estos ecosistemas pasa por la eliminación o reducción en lo posible de estas alteraciones.

Los saladares son áreas de gran importancia en cuanto a que son notables elementos diversificadores del paisaje, y suponen una reserva de flora (y fauna) especializada, lo que las convierte en laboratorios de estudio únicos. A ello debe añadirse su importancia económica, ya que son la fuente de obtención de sal y de interesantes subproductos como los yesos. Estos yesos se han utilizado tradicionalmente para el acondicionamiento de vías secundarias, lo que además de conferir al paisaje una nueva peculiaridad, evitaba la proliferación de comunidades ruderales banales en las cunetas. El principal problema que afrontan es el abandono de su explotación, lo que lleva aparejado la modificación del ambiente, la proliferación de vertidos y la instalación de basureros incontrolados, que a su vez sirve de argumento para justificar su drenaje y urbanización. En el estado actual, su conservación no sólo requiere la eliminación de acciones nocivas, sino que pasa por la reactivación de la actividad de las salinas.

Las zonas de máximo interés están rodeadas por otras cuyo valor desciende, pero que hacen aconsejable un tipo de actuación limitada sobre las mis-

mas. Esto es necesario debido a que la conservación de las áreas más interesantes requiere que las acciones degradativas del medio se alejen lo suficiente de ellas, ya que no tendría sentido preservar un área permitiendo el desarrollo de actividades altamente agresivas en zonas inmediatas.

Elementos interesantes son también las zonas rocosas litorales, ya que un elevado valor paisajístico añaden una flora singular que hace aconsejable un régimen de actuación moderado en los mismos.

Cabe hacer mención especial de los cultivos tradicionales de la isla. Las exigencias de método han hecho que estas formaciones, carentes de una flora interesante, en ocasiones hayan sido subestimadas. Sin embargo, el gran tipismo que presentan los convierte en elementos paisajísticos de gran singularidad, por lo que consideramos necesaria la estimulación del mantenimiento de estas prácticas agrícolas.

CONCLUSIONES

De todo lo anterior se desprende que Formentera cuenta con importantes elementos de interés botánico que deben conservarse. La situación ideal sería aquella que compatibilizara el desarrollo de los recursos de la isla con la preservación de todos sus elementos florísticos y fitocenológicos, evitando la desaparición de cualquiera de ellos. El principal peligro que los amenaza es el desarrollo turístico y el proceso urbanizador que lleva consigo, y que sin una correcta planificación prolifera incontroladamente.

Coincidiendo con lo expuesto en trabajos de diagnosis anteriores (COSTA *et al.*, 1986; MOREY, 1987), son las áreas de bosques, dunas y saladares las que presentan un interés de conservación primordial. En las dos primeras, este objetivo se conseguirá no permitiendo las actividades que conduzcan a su degradación, mientras que la tercera exige además el mantenimiento de la explotación de las salinas, factor imprescindible para conservar la diversidad de los ambientes halófilos y que es responsable de la variedad y singularidad de la flora y vegetación que los pueblan.

No queremos concluir sin felicitar a los habitantes de Formentera, ya que hasta fechas recientes han sabido conservar un patrimonio natural muy importante, hecho que constituye un logro excepcional en Baleares por el que pueden considerarse afortunados.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Antonio Rodríguez-Perea por la corrección del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, R.G. 1988.- Problems with using overlay mapping for planning and their implications for geographic information system. *Ecological Management*, 12(1): 11-17.
- BERRY, R.J. 1983.- Genetics and conservation. In: *Conservation in perspective*. (WARREN, A. & E.B. GOLDSMITH, eds.): 141-156. Wiley-Interscience Publications. Chichester. New York. Brisbane. Toronto. Singapore.
- CARDONA, M.A. 1980.- *Estudi de les zones d'interès botànic i ecològic de Menorca*. Consell Insular de Menorca. 44 pàgs. Maó.
- CARDONA, M.A. & N. TORRES. 1987.- *Silene cambessedesii* Boiss. & Reuter (*Caryophyllaceae*). In: *Libro rojo de especies vegetales amenazadas en España peninsular e Islas Baleares* (GOMEZ-CAMPO, C., ed.): 570-571. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- COSTA, M., J.B. PERIS, & G. STUBING. 1986.- *Ecosistemas vegetales del litoral mediterráneo*. Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU. Madrid.
- EDINGTON, J.M. & M.A. EDINGTON. 1986.- *Ecology, recreation and tourism*. Cambridge University Press. 200 pàgs. Cambridge.
- ERBEN, M. 1986.- Bemerkungen zur taxonomie der gattung *Limonium* III. *Mitt. Bot. Staatssmml*, 22: 203-220.
- GOMEZ CAMPO, C. 1987.- *Diplotaxis ibicensis* (Font Quer) Gz. Campo (*Brassicaceae*) *catholica* (L.) DC. subsp. *ibicensis* Font Quer. In: *Libro rojo de las especies vegetales amenazadas en España peninsular e islas Baleares* (GOMEZ-CAMPO, C., ed.): 222-223. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- GUERAU, C. & N. TORRES. 1981.- *Nova aportació al coneixement de les plantes d'Eivissa i Formentera*. Institut d'Estudis Eivissencs. 132 pàgs. Eivissa.
- KÜCHLER, A.W. & I.S. ZONNEVELD. 1988.- *Vegetation mapping*. Kluwer Academic Publishers. 635 pàgs. Dordrecht, Boston, London.
- LLORENS, L. 1979.- Nueva contribución al conocimiento de la flora balear. *Mediterranea*, 3: 101-122.
- LLORENS, L. 1980.- Nueva contribución al conocimiento de la flora balear. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 24: 97-99.
- LLORENS, L. 1985.- *Limonium* en la isla de Formentera. *Lazaroa*, 8: 69-83.
- LLORENS, L. 1986.- La vegetación de los saladares de la isla de Formentera (Baleares). *Anales Jard. Bot. Madrid*, 42(2): 469-479.
- LLORENS, L., A. MARTINEZ TABERNER, J.A. GUIJARRO & J.A. ROSSELLÓ. 1979.- *Estudio corológico de la isla de Formentera (Baleares)*. Informe ciclostilado. 145 pàgs. Palma de Mallorca.
- LLORENS, L., A. MARTINEZ TABERNER, J.A. GUIJARRO & J.A. Rossello. 1980.- *Cartografía vegetal de la isla de Formentera (Baleares)*. III Jornadas de Fitosociología. Valencia.
- LONG, G. 1974.- *Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. I. Principes généraux et méthodes*. Collection d'Écologie n.4. Masson et Cie. Editeurs. 252 pàgs. Paris.
- MC EACHERN, J. & E.L. TOWLE. 1974.- *Ecological Guidelines for Island Development*. IUCN. 65 pàgs. Marge (Suiza).

- MICELI, P. & F. GARBARI. 1987.- *Allium eivissanum* (Alliaceae), a new species from Eivissa (Balearic Isles, Spain). *Willdenowia*, 16: 383-390.
- MOREY, M. 1985.- Influence of historical and cultural differences on the actual level of conservation of Nature between Majorca and Minorca islands (Balearic Islands, Spain). In: *Culture and Conservation. The Human Dimension in Environmental Planning*. (MC NEELY, J.A. and D. PITT, eds.): 91-99. Croom Helm Ed. Londres.
- MOREY, M. 1987.- *Espacios Naturales de Baleares. Evaluación de 73 áreas para su protección*. Govern Balear. Conselleria d'Obres Públiques i Ordenació del Territori. 208 págs. Palma de Mallorca.
- MOREY, M., L. LLORENS, E. SANTIESTEBAN, C. GARCIA & J.A. GUIJARRO. 1988.- Estudio integrado del "Barranc d'Algendar" de Menorca. *Rev. Cièn. (IEB)*, 2: 83-96.
- O'RIORDAN, T. & J. DAVIS. 1976.- Outdoor recreation and the American environment. In: *The American environments perceptions and policies* (WEFORD WATSON, J. & T. O'RIORDAN, eds.) 259-276. London and New York. Wiley.
- PALMER, R.G. 1989.- Germoplasm collections and the experimental biologist. In: *The use of plant genetic resources* (BROWN, A.H.D.; O.H., FRANKEL; D.R., MARSHALL & J.T. WILLIAMS, eds.): 32-45. Cambridge University Press. Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- RAMOS, A. 1979.- *Planificación física y Ecología. Modelos y métodos*. E.M.E.S.A. Biblioteca Universitaria. 216 págs. Madrid.
- RITA, J., A. RODRIGUEZ PEREA & F.J. TEBAR. 1988.- *Sistemas dunares de Menorca. Valoración geoambiental y estado de conservación*. Informe ciclostilado. I.M.E. 103 págs. Maó.
- RITA, J. & F.J. TEBAR. (en prensa).- Estructura de la vegetación dunar de Menorca (Islas Baleares). *Studia oecologica*.
- ROSSELLO, J.A. 1989.- *La Pteridoflora de las Islas Baleares*. Universitat de les Illes Balears. Tesis Doctoral. 215 págs. Palma de Mallorca.
- SIMMONS, I.G. 1982.- *Ecología de los recursos naturales*. Ed. Omega. 463 págs. Barcelona.
- TORRES, N. & C. GUERAU. 1983.- *Urginia fugax* (Moris) Steinh. i *Allium cupanii* Rafin. subsp. *hirtovaginatatum* (Kunth) Stearn a les Illes Pitiüses. *Collect. Bot.*, 14: 625-630.
- TORRES, N., G. ALOMAR, J.A. ROSSELLO & A. PUJADES. 1986.- Notes florístiques baleariques. 2. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 145-154.
- VERNICOS, N. 1987.- The study of Mediterranean small islands: Emerging theoretical issues. *Ekistics*, 223/224: 101-109.

TAXES DE SEDIMENTACIÓ ASSOCIADES A L'ACTIVITAT D'UNA PISCIFACTORIA (BADIA DE FORNELLS, MENORCA).

J.J. FORNOS¹, V. FORTEZA ² & A. MARTINEZ TABERNER²

PARAULES CLAU: Taxa de sedimentació, Trampes de sediment, Fornells, Balears, Piscifactoria, Matèria orgànica, Resuspensió.

KEY WORDS: Sedimentation rate, Sediment trap, Fornells, Balearic Is., Piscifactory, Organic matter, Resuspension.

RESUM. La utilització de trampes de sediment ha demostrat ésser de gran utilitat en el cas de la determinació de les taxes de sedimentació i producció de matèria orgànica particulada d'una piscifactoria ubicada a la badia de Fornells (Menorca). El model simple de trampa que es descriu permet avaluar la taxa de sedimentació, i a la vegada diferenciar les partícules sedimentades directament de les provinents dels materials posats en resuspensió per la turbulència de les aigües. En concret, a la badia de Fornells es donen valors de resuspensió de $6.390,0 \text{ g m}^{-2} \text{ any}^{-1}$ i de $1.517,0 \text{ g m}^{-2} \text{ any}^{-1}$ de sedimentació neta, incrementant-se aquests valors sota les gàbies fins a $62.122,0 \text{ g m}^{-2} \text{ any}^{-1}$ de resuspensió i $35.234,0 \text{ g m}^{-2}$ com a taxa de sedimentació neta. Aquests valors obtinguts a partir de mesures puntuals i que no poden considerar-se absoluts o extrapolables a un cicle anual, sí que ens donen una idea de la magnitud d'aquests paràmetres i confirmen la utilitat de les trampes per qualificar l'aportació de material particulat d'una piscifactoria.

ABSTRACT. SEDIMENTATION RATES ASSOCIATED WITH THE ACTIVITY OF A FISH FARM (BAY OF FORNELLS, MENORCA). The use of sediment traps has been useful in determining the sedimentation rates and the production of particulate organic matter from a fish farm in the bay of Fornells (Menorca). We describe a simple trap that allows us to differentiate direct sedimentation from matter resuspended by water turbulence. The resuspension values are $6390.0 \text{ g (dry weight) m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ and net sedimentation is $1517.0 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$. These values increase under the cages to $62122.0 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ and $35234.0 \text{ g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ respectively. These results cannot be considered absolute or may not be extrapolated to annual cycles because the sampling time was only one week. However they give some idea of general sedimentation levels and show the effectiveness of these collectors in quantifying the input of particulate matter from a fish farm.

¹ Dept. Ciències de la Terra.

² Dept. Biologia Ambiental.

Universitat de les Illes Balears. Crta. Valldemossa, km 7.5. 07071 Palma de Mallorca, SPAIN.

INTRODUCCIÓ

La utilització de trampes de sediment per avaluar taxes de sedimentació i resuspensió en àrees somes ha estat sempre una tasca problemàtica (CAMP *et al.*, 1988). Encara que les trampes de sediment normalment són instruments simples, poden ésser utilitzades per a nombrosos propòsits per el que, en realitat, hi ha molt poc acord pel que es refereix als requeriments del seu disseny i, en conseqüència, també a la validesa de les dades obtingudes amb els sediments atrapats (BLOESCH & BURNS, 1980; GARDNER, 1980a i b; BLOM- QVIST & HAKANSON, 1981; HAKANSON *et al.*, 1989). En zones marines somes es presenten problemes originats per diferents conceptes com són la dificultat de fixació de les trampes als llocs de forts corrents, la pèrdua de material emmagatzemat a les trampes en llocs de molta turbulència, la dificultat de separar la sedimentació neta de la produïda pel material posat en resuspensió, etc. (HARGRAVE & BURNS, 1979; KEMPE & JENNERJAHN, 1988).

L'estudi d'impacte ambiental realitzat a Cala Fornells en el nord de l'illa de Menorca (GRAU *et al.*, 1988) per tal de quantificar l'impacte sobre els sediments d'una piscifactoria de gàbies flotants, ens va dur a la utilització de trampes de sediments per quantificar l'exportació de material particulat vers el sistema bentònic (FORNÓS *et al.*, 1989).

MATERIAL I MÈTODES

Les trampes o col·lectors de sediment, figura 1, van ser construïdes amb material de PVC. Els tubs de recolecció de sediment, d'un diàmetre interior de 28 mm i d'una llargària de 500 mm, es situaren sobre una plataforma amb capacitat per a sis col·lectors, fixada a la seva part inferior sobre el sediment amb un llast i per la seva part superior amb una boia que la mantenia vertical. La boca dels col·lectors va quedar situada a una distància aproximada de 100 cm del fons. La instal·lació va ser tensada de manera que la boia quedés per davall de la seva línia de flotació, per a aconseguir que la verticalitat de les trampes es mantingués inalterable.

Amb la intenció de mesurar el material particulat provinent de la resuspensió i l'originat per sedimentació directa, es disposaren les trampes per duplicat. Una d'elles tapada per una pantalla situada 15 cm per damunt de la boca dels col·lectors i que només recolliria el material provinent de la resuspensió i,

l'altra destapada, que registraria tant les entrades netes com les provinents de la resuspensió del sediment.

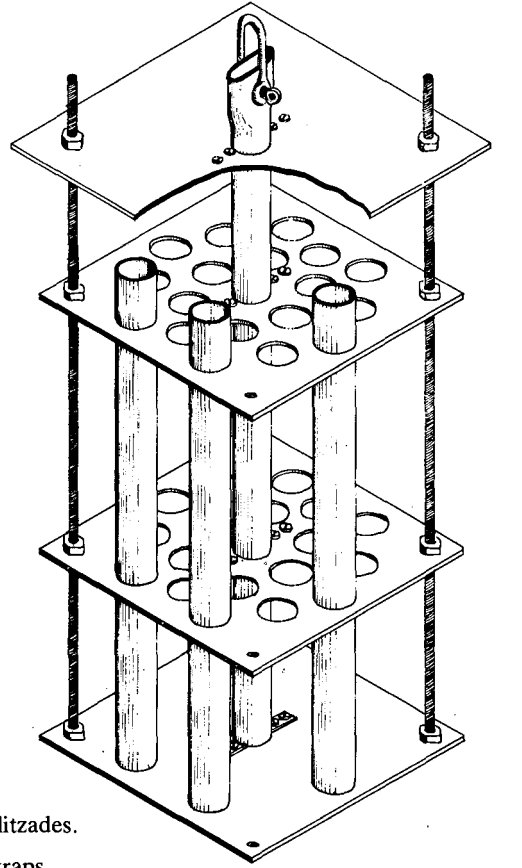
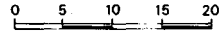


Fig. 1.- Dibuix a escala de les trampes utilitzades.

Diagram (to scale) of sediment traps



Les trampes s'instal·laren durant cinc dies, unes per sota de les gàbies d'encreixament, i les altres, de control, a uns 100 metres de la piscifactoria, on la comunitat bentònica semblava inalterada.

El material acumulat en els col·lectors és recollí per sextuplicat, sobre filtres Whatmann GF/C, prèviament tarats, i es desecaren a 110°C durant dues hores. Posteriorment es pesaren i calcinaren a 450°C durant dues hores per obtenir el pes sec i el percentatge de sòlids volàtils (APHA, 1981).

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Encara que es discuteix freqüentment la utilitat de la instal·lació d'aquest tipus de trampes en aigües somes (CAMP *et al.*, 1988), en el cas que ens ocupa han estat de gran utilitat ja que, per una part, s'ha pogut reconèixer la magnitud del material particulat exportat per la piscifactoria a altres compartiments i, per l'altra s'ha constatat la importància de la resuspensió del sediment tant a la zona afectada per la instal·lació de les gàbies com a la zona de la badia no afectada per aquestes.

Com s'observa a la taula 1, en el cas de les mostres control, la quantitat de material acumulat en els col·lectors per sedimentació neta resulta ésser del mateix ordre de magnitud que la desviació de la mitjana del material recollit originat per la resuspensió. Per tant, no es pot donar un valor precís de la taxa de sedimentació neta.

Mostres	g pes sec		% volàtils	
	\bar{x}	∂_{n-1}	\bar{x}	∂_{n-1}
Control Tapada	0,0538	0,0111	33,5	6,4
Control Destapada	0,0667	0,0052	30,5	8,6
<u>Sedimentació neta</u>	0,0129			
Gàbies tapada	0,5240	0,0621	59,2	6,0
Gàbies destapada	0,8212	0,1513	61,3	7,9
<u>Sedimentació neta</u>	0,2972			

Taula 1. Resultats dels valors mitjans i de la desviació standart en g de pes sec i del % de material volàtil dels materials acumulats en els col·lectors, així com els valors de la sedimentació neta corregida a partir dels valors de la resuspensió.

Mean values and their standard deviation in g dry weight and of % volatiles of matter accumulated in the collectors, as well as values for net sedimentation corrected for resuspension values.

En la taula 2, es presenten tots els resultats obtinguts a les trampes situades sota les gàbies i les situades en la zona de control.

El pes de material recollit a les trampes de sediment situades sota les gàbies resulta ésser superior, en més d'un ordre de magnitud, que el recollit a les trampes situades a la zona de control. Això no fa més que confirmar la influència de les gàbies en quant a l'exportació de material particulat de cap a altres compartiments.

	Trampes Control	Trampes Gàbies
Sedimentació total (g pes sec)	0,0667	0,8212
Volàtils sed. total (%)	30,5	61,3
Volàtils resuspensió (%)	33,5	59,2
Sedimentació neta (g pes sec)	0,0128 (19%)	0,2972 (36%)
Resuspensió (g pes sec)	0,0539 (81%)	0,5240 (64%)
Sed. neta (g pes sec m ⁻² any ⁻¹)	1.517,0	35.234,0
Resuspensió (g pes sec m ⁻² any ⁻¹)	6.390,0	62.122,0
Taxa de sedimentació (cm any ⁻¹)	0,29	7,7

Taula 2. Comparació dels valors totals mitjans de les dades de l'anàlisi de les mostres obtingudes amb les trampes de sediment de la zona afectada (gàbies) i de la zona control.

Total mean values for data from sediment traps for the affected area (cages) and for the control area.

Del material recollit en els col·lectors, un elevat percentatge (64-81%) té el seu origen en la resuspensió del material del fons, degut a l'escassa fondària de tota la cala. La fracció de la matèria particulada en suspensió, originada per la remobilització del sediment, presenta en els dos casos (control i gàbies) un percentatge en sòlids volàtils (33,5-59,2%) molt més elevat que el mesurat a les mostres de sediment superficial (13-23%). Aquest elevat contingut en matèria orgànica és degut a que aquesta és més fàcilment acumulable a les fraccions més fines del sediment (BLASCO *et al.*, 1987) i, per tant, més fàcilment posada en resuspensió.

Coneguts el diàmetre dels col·lectors, el temps d'exposició de les trampes i el material acumulat a les mateixes, s'obtenen uns valors que, expressats en grams de pes sec per metre quadrat i any, ens donen una hipotètica taxa de

sedimentació que oscil·laria entre els $0,29 \text{ cm any}^{-1}$ en l'àrea de control, fins als $7,7 \text{ cm any}^{-1}$ sota les gàbies.

Havent fet les correccions necessàries per l'elevada contribució relativa de la resuspensió, aquestes taxes resulten molt superiors a les reals (JAUME, 1989; FORNÓS *et al.*, 1989). Per tant resulta evident que el volum de material particulat exportat des de la piscifactoria és molt elevat i amb un alt contingut de sòlids volàtils, però també que aquest material no s'acumula sota les gàbies sinó que, bé és transportat a altres zones, o bé és mineralitzat ràpidament, ja sigui a la columna d'aigua o al sediment (ACKEFORS & ENELL, 1990), per la qual cosa la taxa real de sedimentació al punt de localització de les trampes, només és un indicador de l'aport sedimentari en aquell punt, i no de la taxa real de sedimentació.

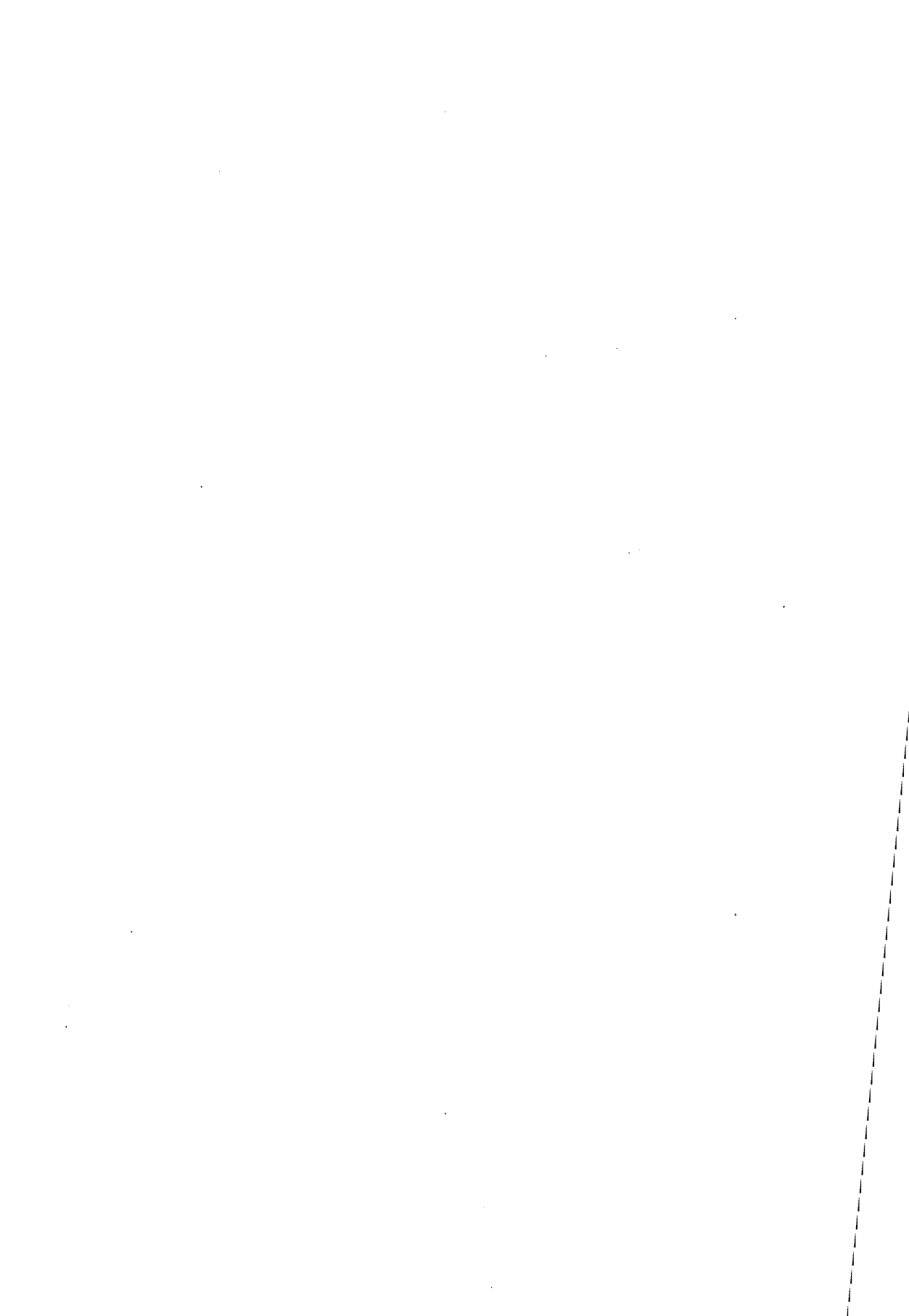
AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha dut a terme gràcies a les ajudes rebudes de la DGICYT: Projecte "TANIT" N° PB87-0812 i de la Conselleria d'Agricultura i Pesca de la C.A.I.B. Volem agrair a Joan Miquel Carmona la confecció de les trampes, a Irene Mestre la confecció de la figura i al Dr. F. Vives els seus comentaris que de bon segur han fet millorar el text final.

BIBLIOGRAFIA

- ACKEFORS, H. & ENELL, M. 1990. Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. *Ambio*, 19(1): 28-35.
- APHA-AWWA-WPCF. 1981. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association Washington. 1134 pp.
- BLASCO, J., GOMEZ PARRA, A., DE FRUTOS, M. & ESTABLER, R. 1987. Evolución espacial y temporal de la concentración de materia orgánica en los sedimentos de esteros de la bahía de Cádiz. *Investigación Pesquera*, 51(4): 599-617.
- BLOESCH, J. & BURNS, N.M. 1980. A critical review of sedimentation traps technique. *Schweiz. Z. Hydrobiol.*, 42:15-55.
- BLOMQUIST, S. & HAKANSON, L. 1981. A review on sediment traps in aquatic environments. *Arch. Hydrobiol.*, 91:101-132.
- CAMP, J., VIDAL, M. & ROMERO, J. 1988. ¿Vale la pena utilizar trampas de sedimento en aguas someras? *IV Symposium ibérico del Bentos Marino*. Palma de Mallorca.
- FORNÓS, J.J., FORTEZA, V., JAUME, C. & MARTINEZ TABERNER, A. 1989. *Informe sobre l'estudi d'impacte ambiental de l'activitat d'una piscifactoria sobre els sediments de Cala Fornells (Menorca)*. 35 pàgines. Inèdit.
- GARDNER, W.D. 1980a. Sediment trap dynamics and calibration: A laboratory evaluation. *J. Mar. Res.*, 38: 17-39.

- GRAU, J.A., MASSUTI, C., POU, S. & RIERA, F. 1988. *Informe sobre el estudio de impacto ambiental realizado en la bahía de Fornells durante la campaña de Julio-88*. Direcció General de Pesca i Cultius Marins. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Govern Balear. Inèdit.
- HAKANSON, L., FLODERUS, S. & WALLIN, M. 1989. Sediment trap assemblages: A methodological description. *Hydrobiologia*, 176/177: 481-490.
- HARGRAVE, B.T. & BURNS, N.M. 1979. Assessment of sediment trap collection efficiency. *Limnol. Oceanogr.*, 24(6): 1124-1136.
- JAUME, C. 1989. *La badia de Fornells com a exemple d'una àrea restringida a una plataforma carbonatada temperada. Importància de la composició biogènica en la seva sedimentació*. Tesi de Llicenciatura. Universitat de les Illes Balears. 128 pp. Inèdit.
- KEMPE, S. & JENNERJAHN, T.C. 1988. The vertical particle flux in the Northern North Sea, its seasonality and composition. *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, 65: 229-268.



DOS NUEVOS YACIMIENTOS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR MARINO EN PORTO COLOM (MALLORCA)

J. CUERDA¹, F. GRACIA² & D. VICENS³

PALABRAS CLAVE: Cuaternario, sedimentos marinos, faunística, nuevas citas, Islas Baleares.

KEYWORDS: Quaternary, marine sediments, faunistics, new records, Balearic Islands.

RESUMEN. Se estudia la fauna y estratigrafía de dos nuevos yacimientos marinos Neotyrrenienses en Porto Colom (Mallorca).

El yacimiento de "Sa Tanca de Sa Torre I" se caracteriza, como propio de un ambiente costero lagunar, por la abundancia de especies resistentes a los cambios de salinidad.

En el yacimiento de "Sa Tanca de Sa Torre II", formado en un ambiente litoral estrictamente marino, se han determinado 1003 ejemplares pertenecientes a 114 especies distintas, las cuales se reparten entre las siguientes clases: *Rhodophyceae*, *Anthozoa*, *Bryozoa*, *Echinoidea*, *Bivalvia*, *Scaphopoda*, *Gastropoda*, *Crustacea* y *Osteichthyes*. Se citan seis especies y dos variedades nuevas para el Cuaternario de las Islas Baleares, dos pertenecientes a la clase *Bivalvia* y seis a la clase *Gastropoda*.

SUMMARY. FAUNA AND STRATIGRAPHY OF THE NEW NEOTYRRENIAN MARINE DEPOSITS IN PORTO COLOM (MAJORCA). The deposit of "Sa Tanca de Sa Torre I" is characterized as typical of a lacunar marine environment on the basis of the abundance of species resistant to changes in salinity.

One thousand and three specimens belonging to 114 species have been determined for the deposit of "Sa Tanca de Sa Torre II", which classes are recognized: *Rhodophyceae*, *Anthozoa*, *Bryozoa*, *Echinoidea*, *Bivalvia*, *Scaphopoda*, *Gastropoda*, *Crustacea* and *Osteichthyes*. Six species and two varieties are new for the Quaternary of the Balearic Islands, two of which belong to the class *Bivalvia* and six to the class *gastropoda*.

RESUM. DOS NOUS JACIMENTS DEL PLEISTOCÉ SUPERIOR MARÍ A PORTO COLOM (MALLORCA). Es fa un estudi de la fauna i estratigrafia de dos nous jaciments marins Neotyrrenians a Porto Colom (Mallorca).

El jaciment de Sa Tanca de Sa Torre I es caracteritzat per ésser propi d'un ambient costaner-lagunar per l'abundància d'espècies resistents als canvis de salinitat.

¹ Societat d'Història Natural de les Balears, C/ St. Roc 4.- 07001. Palma de Mallorca.

² C/ Cazador n. 3, 1.- 07002. Palma de Mallorca.

³ C/ G. Font Martorell n. 18, 1 - 1.- 07011. Palma de Mallorca.

Al jaciment de Sa Tanca de Sa Torre II s'han determinat 1003 exemplars pertanyents a 114 espècies diferents les quals es reparteixen entre les següents classes: *Rhodophyceae*, *Anthozoa*, *Bryozoa*, *Echinoidea*, *Bivalvia*, *Scaphopoda*, *Gastropoda*, *Crustacea* i *Osteichthyes*. Es citen sis espècies i dues varietats noves per al Quaternari de les Illes Balears, dues pertanyents a la classe *Bivalvia* i sis a la classe *Gastropoda*.

INTRODUCCIÓN

Los nuevos yacimientos del Pleistoceno Superior de Porto Colom, se hallan situados en "Sa Tanca de Sa Torre" (S.T.), uno dentro de la bahía (S.T.I) y el otro fuera de ella (S.T.II), entre Cala S'Algar y el Faro de Porto Colom (figura 1).

La primera referencia del Pleistoceno marino de Porto Colom la debemos a MUNTANER (1955) quien descubrió en el lugar denominado "Sa Bassa Nova", en la parte occidental del Puerto (figura 1), unos sedimentos marinos que atribuyó al Pleistoceno superior. Dichos sedimentos localizados a unos 0,60 m sobre el mar contenían conchas de moluscos entre las que destacaban por su abundancia: *Theridium vulgatum*, *Murex trunculus* y *Conus mediterraneus* var. *major*. También señaló en aquel mismo lugar la existencia de otro nivel marino atribuible al Flandriense.

Posteriormente, con motivo de haber descubierto D.J. Sacares restos de playas marinas pleistocénicas en las cercanías del Faro, junto a la entrada de Porto Colom, fueron visitados dichos lugares y localizados dos niveles marinos atribuidos al Eutyrrheniense inicial, a 4 y 7,5 m sobre el nivel del mar, que contenían escasos fósiles.

Al mismo tiempo fueron visitadas en sus proximidades, tres cuevas sitas en el lugar denominado "Cocons d'Envelar" y en una de ellas fue hallada una brecha osífera con *Myotragus balearicus*, cuya existencia había sido ya señalada por BATE (1914), con la particularidad que sobre esta brecha osífera fueron hallados también restos de sedimentos marinos pleistocénicos que alcanzaban hasta los 4 m sobre el nivel del mar (CUERDA & SACARES, 1963).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las características litológicas del yacimiento S.T.I hacen difícil la extracción de fósiles, por lo que no se ha procedido a una recolección exhaustiva de muestras, no así en S.T.II, en donde los fósiles son fáciles de separar de los sedimentos.

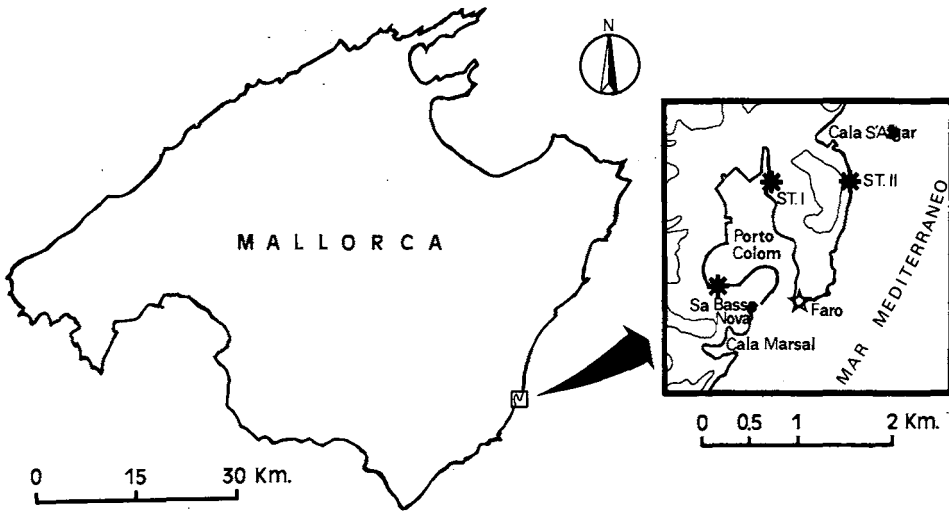


Fig. 1.- Situación de los yacimientos pleistocénicos de Porto Colom.
Location of the pleistocene deposits in Porto Colom (Majorca).

En S.T.II el método seguido ha sido extraer muestras de los sedimentos marinos Neotyrrhenienses que en el laboratorio se fragmentaban con la ayuda de diferentes útiles manuales hasta obtener las arenas de grano grueso que los formaban, separando a continuación los ejemplares fósiles completos y los fragmentos identificables. Estos últimos en las cuantificaciones los consideramos ejemplares completos.

El acceso a S.T.II tanto por tierra como por mar es dificultoso, siendo preferible descender con ayuda de cuerdas.

La bibliografía utilizada para la determinación de los ejemplares ha sido la siguiente:

Moluscos: AARTSEN (1982, a, b y c), ALMERA (1894), BOGI *et al.*, (1980 y 1983), BUCQUOY *et al.*, (1884), CERULLI-IRELLI (1907-1916), CUERDA (1975 y 1987), D'ANGELO & GARGIULLO (1981), DOLLFUS & DAUTZENBERG (1902-1920), GARGALLO (1958-1961), GIGNOUX (1913), GRECO (1970), HARMER (1914), KOBELT (1887-1908), LOCARD (1892), MALATESTA (1954), MONTERO-SATO (1978), NICKLES (1950), NORDSIECK (1969, 1972, 1976 y 1977), PAYRAU-DEAU (1826) y SABELLI (1982).

Fauna asociada: BALLESTEROS & ROMERO (1985), BAUCHOT & PRAS (1982), MORENO & MUNAR (1985), RIEDL (1986) y ROCA & MORENO (1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SA TANCA DE SA TORRE I

En este yacimiento, situado en el interior del Puerto, en su margen oriental (figuras 1 y 2), se observan a unos 0,50 m sobre el nivel del mar unos sedimentos arenosos pleistocénicos de origen marino de color rosado (7,5 YR 7/4, Munsell Soil Color Charts), que descansando sobre un Mioceno marino de base, presentan una durísima costra en su parte superior y en algunos sitios se entremezclan con limos rojizo amarillentos (5 YR 5/6, Munsell) que por su menor dureza hacen más fácil la extracción de los moluscos fósiles que contienen.



Fig. 2.- "Sa Tanca de Sa Torre I" (S.T.I).

- a.- Mioceno
- b.- Sedimentos marinos Neotyrrhenienses
- a.- Myocene.
- b.- Neotyrrhenian marine sediments.

En estos sedimentos marinos ha sido recogida la siguiente fauna (Col. Cuerda):

BIVALVIA	Num. ejemplares
<i>Anomia ephippium</i> , Linné, 1758	1
<i>Ostrea stentina</i> , Payraudeau, 1826	2
<i>Loripes lacteus</i> (Linné, 1758)	12
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)	50
<i>Cerastoderma glaucum</i> var. <i>lamarcki</i> (Reeve, 1844)	1
<i>Donacilla cornea</i> (Poli, 1795)	5
<i>Tapes decussatus</i> (Linné, 1758)	1
<i>Abra ovata</i> (Philippi, 1836)	3

GASTROPODA

<i>Patella caerulea</i> , Linné, 1758	1
<i>Patella lusitanica</i> , Gmelin, 1790	1
<i>Monodonta articulata</i> , Lamarck, 1822	1
<i>Theridium vulgatum</i> (Bruguière, 1792)	2
<i>Theridium rupestre</i> (Risso, 1826)	4
<i>Columbella rustica</i> (Linné, 1767)	8
<i>Amycla corniculum</i> (Olivi, 1782)	4
<i>Conus mediterraneus</i> Bruguière, 1789	13

El conjunto de estas especies indica una facies muy litoral, llamando la atención el elevado número de ejemplares recogidos de *Cerastoderma glaucum*, que constituyen casi el 50% de la fauna hallada en este yacimiento. La predominancia de esta especie nos indica un biotopo de aguas quietas de escasa profundidad, con fondo arenoso fangoso; las formas del mencionado bivalvo son gruesas y variables, indicando aguas salobres con cambios de salinidad, por aportaciones acuíferas procedentes de zonas continentales, que condicionan la supervivencia de muchas de las especies marinas. A estos efectos podemos añadir que en la relación faunística figuran varias especies que

siendo más resistentes a los cambios de salinidad se encuentran frecuentemente en las bocanas de albuferas como: *Loripes lacteus*, *Donacilla cornea*, *Tapes decussatus*, *Abra ovata*, *Thericium vulgatum* y *Thericium rupestre*.

Aún hoy en día en este rincón del Puerto se producen a veces aportes de aguas freáticas, dando lugar a la presencia de una fauna muy parecida a la recogida fósil como lo indica la enorme abundancia de conchas actuales de *Cerastoderma glaucum* y pequeños cerítidios observados en este lugar.

En cuando a la asignación cronológica del yacimiento estudiado, vemos que por su altitud y carencia en él de las llamadas especies senegalesas, tan características del Eutyrrheniense, pueden considerarse sus sedimentos marinos como pertenecientes al Neotyrrheniense del Pleistoceno superior, siendo en todo semejantes a los descritos por MUNTANER (1955) en la parte occidental del Puerto, en el lugar denominado "Sa Bassa Nova".

SA TANCA DE SA TORRE II

Entre Cala S'Algar y el faro de Porto Colom, la costa, totalmente acantilada, presenta un entrante en dónde se localiza este nuevo yacimiento neotyrrheniense (figuras 1, 3 y 4). El acceso a él, tanto por tierra como por mar, es dificultoso, siendo preferible descender con la ayuda de cuerdas. Allí se observa sobre el acantilado miocénico y adosado a él, restos de duna pleistocénica que rellena antiguas oquedades, abiertas en la formación terciaria, o se apoya sobre salientes existentes en la misma. Esta eolianita es de grano muy fino y su color es pardo amarillento (10 YR 6/4, Munsell). Al igual que el cantil miocénico ha sufrido los efectos de una intensa abrasión marina que, a una altitud de unos 3 m sobre el actual nivel del mar, ha excavado una amplia plataforma y un alargado y profundo entrante, dónde han sido hallados los restos de una playa fosilífera pleistocénica. Estos sedimentos marinos están integrados por arenas de grano grueso, color pardo muy claro (10 YR 7/3, Munsell), que engloban grandes bloques arrancados de la formación terciaria y numerosas especies marinas, en general de pequeño tamaño o reducidas a fragmentos.

Las listas de especies y el número de ejemplares hallados la referimos a continuación, señalando mediante un asterisco (*) las especies que son nuevas citas para el Pleistoceno marino balear (Col. Gracia-Vicens):

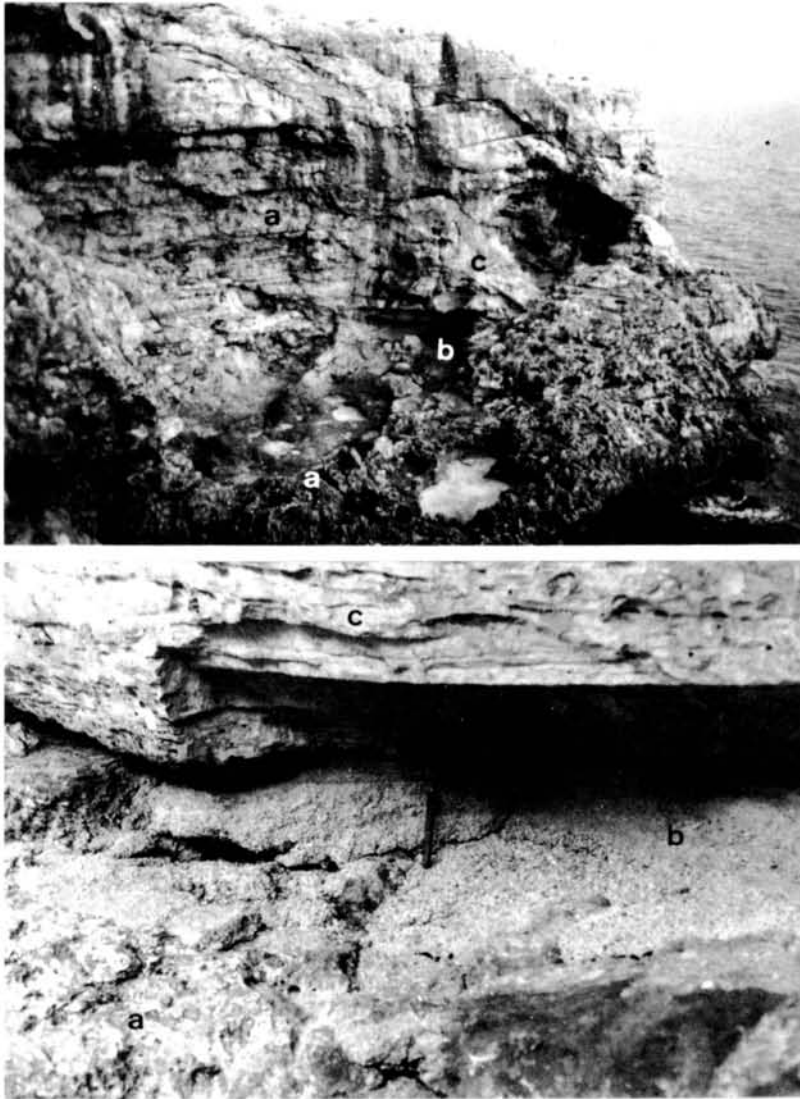


Fig. 3 y 4.- "Sa Tanca de Sa torre II" (S.T.II)

- a.- Mioceno.
 - b.- Sedimentos marinos Neotyrrhenienses.
 - c.- Duna Pleistocénica.
-
- a.- Myocene.
 - b.- Neotyrrhenian marine sediments.
 - c.- Pleistocene dune.

RHODOPHYCEAE

Corallinaceae 6 frag.

ANTHOZOA

Cladocora caespitosa (Linné, 1767) 13 frag.
Balanophyllia italica, Michelin, 1842 1
Balanophyllia regia, Gosse, 1860 1
Dendrophyllia sp. 1 frag.

BRYOZOA

Sertella beaniana, Jullian, 1903 3 frag.
Myriopora truncata (Pallas, 1766) 41

ECHINOIDEA

Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) 7 frag y numerosas púas
Echinocyamus pusillus (O.P. Muller, 1776) 5 y 1 frag.

BIVALVIA

Arca noae, Linné, 1758 7
barbatia barbata (Linné, 1758) 33 y 3 frag.
Barbatia plicata (Chemnitz, 1870) 3
Barbatia pulchella (Reeve, 1849) 2
Striarca lactea (Linné, 1767) 41
Striarca lactea var. *gaimardi* (Payraudeau, 1826) 4
Glycymeris violacescens (Lamarck, 1819) 14 y 7 frag.
Brachidontes senegalensis (Lamarck, 1819) 1
Mytilaster minimus (Poli, 1795) 1
Lithophaga lithophaga (Linné, 1758) 2 frag.
Modiolus barbatus (Linné, 1758) 6
Chlamys multistriata (Poli, 1795) 1
* *Chlamys bruei* (Payraudeau, 1826) 3
Chlamys varia (Linné, 1758) 6
Chlamys flexuosa (Poli, 1795) 1
Spondylus gaederopus, Linné, 1758 3 y 1 frag.

<i>Anomia ephippium</i> (Linné, 1758)	4 y 4 frag.
<i>Lima lima</i> (Linné, 1758)	30 y 8 frag.
<i>Ctena decussata</i> (O. G. Costa, 1829)	21 y 2 frag.
<i>Loripes lacteus</i> (Linné, 1758)	6
<i>Lucinella divaricata</i> (Linné, 1758)	1
<i>Chama gryphoides</i> , Linné, 1758	18
* <i>Chama bicornis</i> , Gmelin, 1790	1
<i>Pseudochama gryphina</i> (Lamarck, 1819)	1
<i>Cardita calyculata</i> (Linné, 1758)	29 y 1 frag.
<i>Cardita calyculata</i> var. <i>obtusata</i> , (Requiem, 1848)	2
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linné, 1758)	6 y 2 frag.
<i>Plagiocardium papillosum</i> (Poli, 1791)	22
<i>Donax semistriatus</i> , Poli, 1795	2
<i>Gouldia minima</i> (Montagu, 1803)	1
<i>Irus irus</i> (Linné, 1758)	3
<i>Chamelea gallina</i> (Linné, 1758)	7 y 5 frag.
<i>Clausinella fasciata</i> (Da Costa, 1778)	3

SCAPHOPODA

<i>Dentalium vulgare</i> , Da Costa, 1778	10
---	----

GASTROPODA

<i>Haliotis lamellosa</i> , Lamarck, 1822	7 y 8 frag.
<i>Emarginula elongata</i> , Da Costa, 1829	3
<i>Diodora graeca</i> (Linné, 1758)	5 y 1 frag.
<i>Diodora gibberula</i> (Lamarck, 1822)	20
<i>Patella caerulea</i> , Linné, 1758	2 frag.
<i>Patella aspera</i> , (Lamarck, 1817)	1
<i>Patella tarentina</i> , Von Salis, 1793	2
<i>Patella lusitanica</i> , Gmelin, 1790	7 y 1 frag.
<i>Calliostoma laugierii</i> (Payraudeau, 1826)	1
<i>Calliostoma miliaris</i> (Brocchi, 1814)	5
<i>Gibbula turbinoides</i> (Deshayes, 1832)	2

<i>Jujubinus exasperatus</i> (Pennant, 1777)	12
<i>Clanculus cruciatus</i> (Linné, 1767)	6
<i>Astraea rugosa</i> (Linné, 1766)	4 y 5 frag. 8 opérculos
<i>Tricolia pulla</i> (Linné, 1767)	23
<i>Tricolia tenuis</i> (Michaud, 1829)	2
<i>Littorina neritoides</i> (Linné, 1767)	68
* <i>Alvania carinata</i> var. <i>ecarinata</i> Monterosato, 1884	1
<i>Alvania montagui</i> , (Payraudeau, 1826)	2
<i>Alvania cimex</i> (Linné, 1758)	40
* <i>Alvania cimex</i> var. <i>varicosa</i> , (B. D. D., 1884)	1
<i>Alvania cancellata</i> (Da Costa, 1779)	6
* <i>Alvania hirta</i> , Monterosato, 1884	2
<i>Alvania subcrenulata</i> (Schwartz, 1869)	2
<i>Turboella similis</i> (Scacchi, 1836)	11
<i>Rissoa variabilis</i> , Muhlfeld, 1824	2
<i>Rissoa violacea</i> , Desmarest, 1814	2 y 1 frag.
<i>Rissoa</i> sp.	1
<i>Rissoina bruguieri</i> (Payraudeau, 1826)	22 y 1 frag.
<i>Petalocochus subcancellatus</i> (Bivona, 1832)	6
<i>Bivonia afin semisurrecta</i> (Bivona, 1832)	6
<i>Spiroglyphus glomeratus</i> (Bivona, 1832)	1
<i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)	1
<i>Bittium reticulatum</i> var. <i>latreillei</i> (Payraudeau, 1826)	60
* <i>Bittium reticulatum</i> var. <i>exigua</i> , Monterosato, 1884	1
<i>Thericium vulgatum</i> (Bruguière, 1792)	7 y 3 frag.
<i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1802)	1
<i>Triphora perversa</i> (Linné, 1758)	41
<i>Opalia crenata</i> (Linné, 1767)	11
<i>Trivia europaea</i> (Montagu, 1808)	5 y 1 frag.
<i>Trivia pulex</i> (Gray, 1828)	1
<i>Payraudeautia intricata</i> (Donova, 1803)	1
<i>Semicassis undulata</i> (Gmelin, 1789)	1 frag.
<i>Trunculariopsis trunculus</i> (Linné, 1758)	1
<i>Ocenebrina edwardsi</i> (Payraudeau, 1826)	1
<i>Ocenebra erinacea</i> var. <i>tarentina</i> , (Lamarck, 1822)	2
<i>Coralliophila meyendorffi</i> (Calcara, 1845)	1

<i>Mitrella scripta</i> (Linné, 1767)	2 y 1 frag.
<i>Columbella rustica</i> (Linné, 1767)	27 y 7 frag.
<i>Cantharus viverratus</i> (Kiener, 1834)	2 frag.
<i>Chauvetia minima</i> (Montagu, 1803)	17 y 1 frag.
<i>Hinia costulata</i> (Renieri, 1804)	1
<i>Hinia incrassata</i> (Müller, 1776)	13
<i>Hinia incrassata</i> var. <i>elongata</i> (B. D. D., 1882)	3
<i>Pusia tricolor</i> (Gmelin, 1789)	2
<i>Mitra cornicula</i> (Linné, 1767)	1
<i>Mitra ebenus</i> , Lamarck, 1811	14
<i>Gibberula miliaria</i> (Linné, 1767)	27
<i>Hyalina secalina</i> (Philippi, 1844)	2
<i>Conus mediterraneus</i> , Bruguière, 1789)	8 y 3 frag.
<i>Mitrolumna olivoidea</i> (Cantraine, 1835)	1
<i>Cythara rugulosa</i> (Philippi, 1844)	1
<i>Cythara bertrandi</i> (Payraudeau, 1826)	1
<i>Cythara taeniata</i> (Deshayes, 1832)	5
<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)	1
* <i>Bela laevigata</i> (Philippi, 1836)	1
* <i>Smithiella smithi</i> , (Forbes, 1840)	2
<i>Raphitoma laviae</i> (Philippi, 1844)	1
<i>Raphitoma linearis</i> (Montagu, 1808)	2

CRUSTACEA

Dáctilos de quelípedos de Brachyuros 7

OSTEICHTHYES

Dientes de *Sparidae* 4

El número total de ejemplares determinados ha sido de 1003, los cuales se reparten entre 114 especies pertenecientes a 9 clases distintas. Siendo las clases *Bivalvia* y *Gastropoda* las que presentan mayor número de ejemplares (figura 5). De la clase *Bivalvia*, han aparecido 332 ejemplares que constituyen el 31,7% del total de la muestra, los cuales se reparten en 33 especies (figura 6). La clase *Gastropoda* presenta 610 ejemplares que representan el 58,3%, pertenecientes a 69 especies (figura 7). Las tres clases de moluscos (*Bivalvia*, *Scaphopoda* y *Gastropoda*) suman el 98% del total de ejemplares determinados.

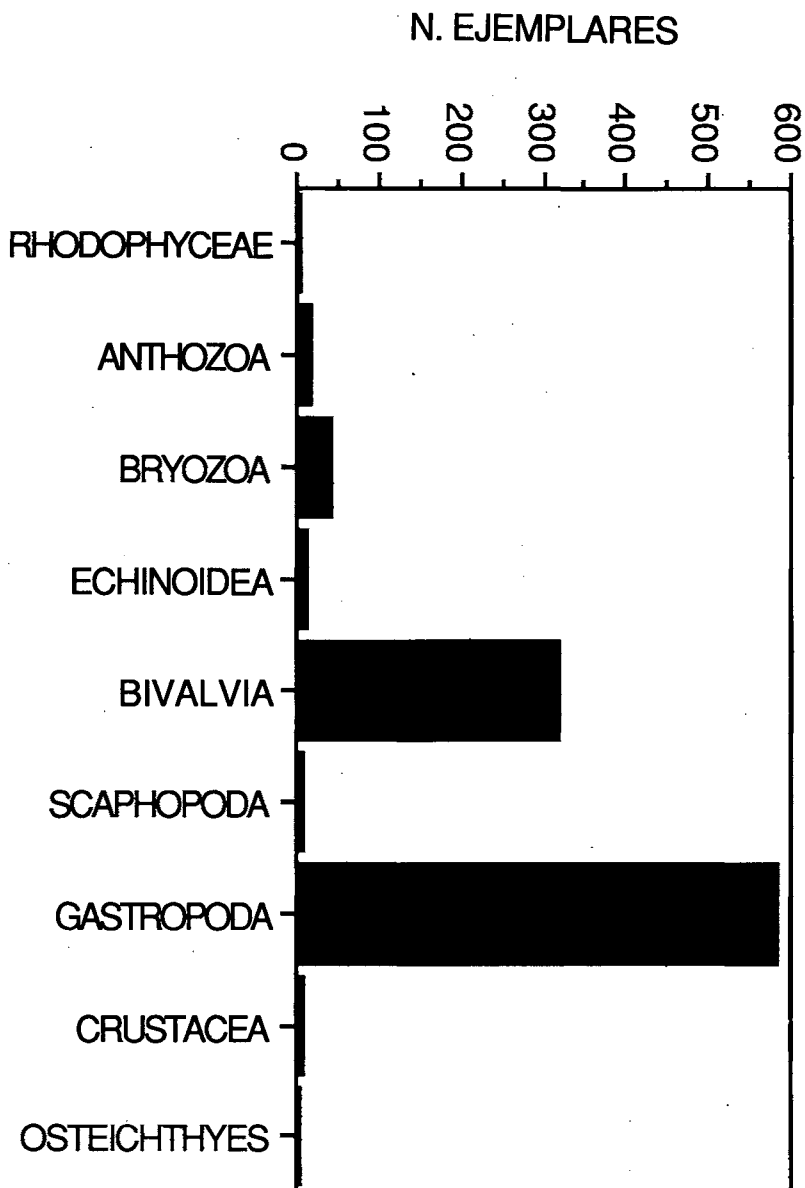


Fig. 5.- Distribución de frecuencias de las distintas Clases halladas en el yacimiento S.T.II.
Frequency distribution of the different classes in the S.T.II. deposit.

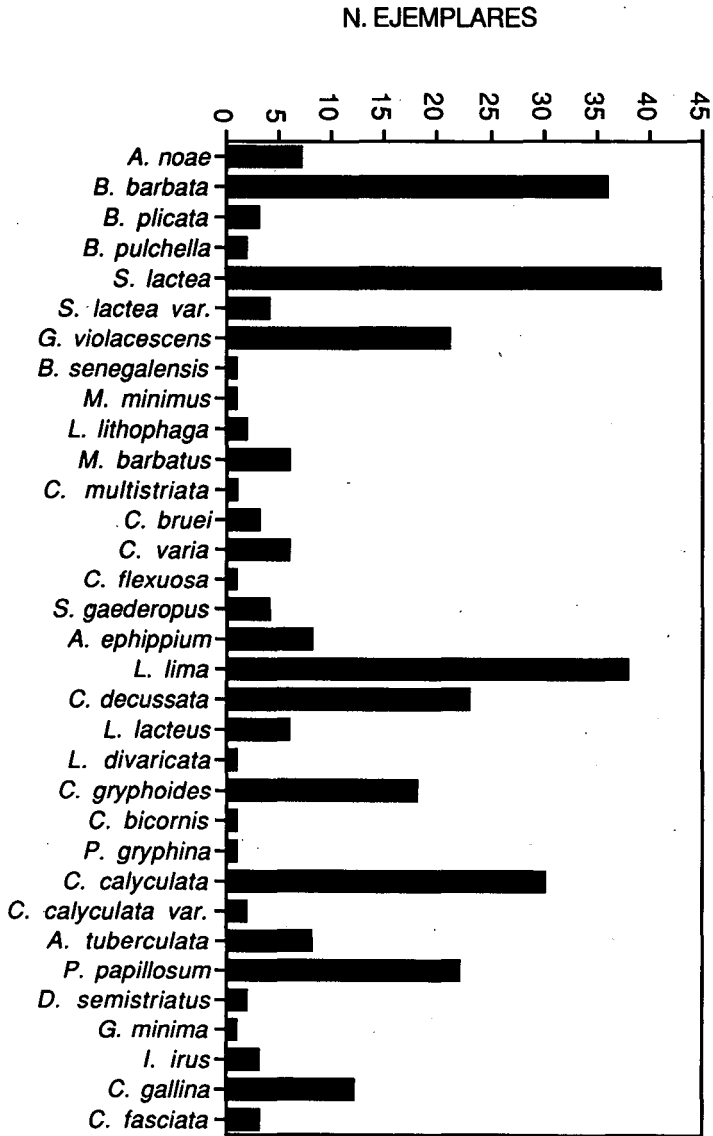


Fig. 6.- Distribución de frecuencias de las especies de la Clase *Bivalvia* halladas en el yacimiento S.T.II.

Frequency distribution of the species of *Bivalvia* in S.T.II. deposit.

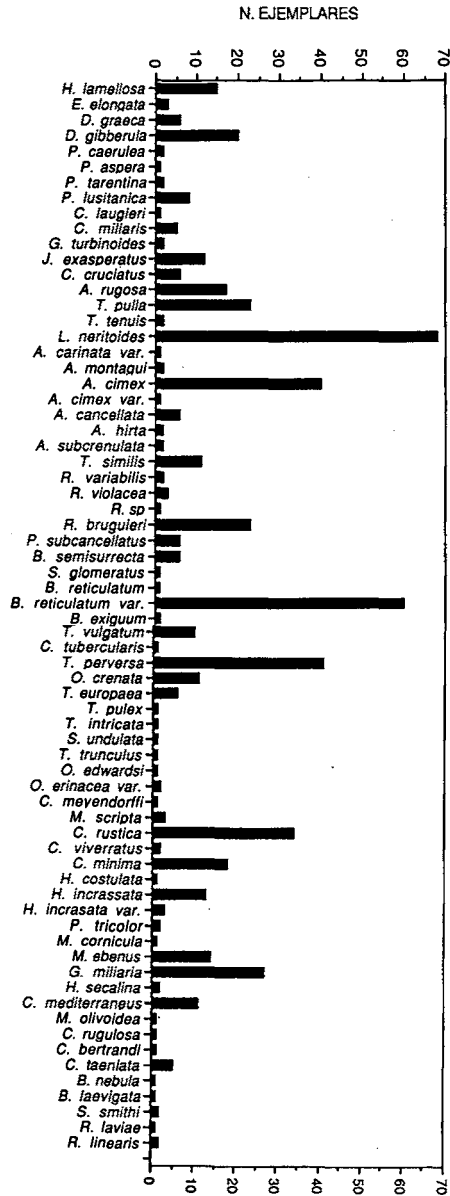


Fig. 7.- Distribución de frecuencias de las especies de la Clase *Gastropoda* halladas en el yacimiento S.T.II.

Frequency distribution of the species of *Gastropoda* in S.T.II deposit

Del estudio de las numerosas especies de moluscos recogidas en este yacimiento se deduce que todas ellas pertenecen a una fauna estrictamente litoral, ya que figuran en esta relación ejemplares del género *Patella* que tiene su hábitat sobre las rocas de la zona intermareal y por otra parte son muy numerosos los ejemplares de *Littorina neritoides* (figura 7), pequeño gasterópodo que vive hasta dónde llegan las salpicaduras de las olas. Por ello creemos que los sedimentos marinos estudiados y las especies fósiles que contienen, fueron arrojados por el oleaje sobre la antigua plataforma en la que se encuentran, la cual alcanza unos 3 m de altitud sobre el nivel del mar. Así parece confirmarlo el hecho de que la mayoría de las especies son de pequeño tamaño y frecuentemente reducidas a fragmentos. Por consiguiente creemos que corresponden a un nivel marino más bajo, pero siempre de altitud superior al actual nivel del mar.

La fauna hallada en este yacimiento procede de diversos tipos de fondo, ya que del total de ejemplares determinados el 42,4% son propios de roca, el 16,6% de arena-fango, el 16,5% de alga y el 24,5% restante de fondo mixto (figura 8).

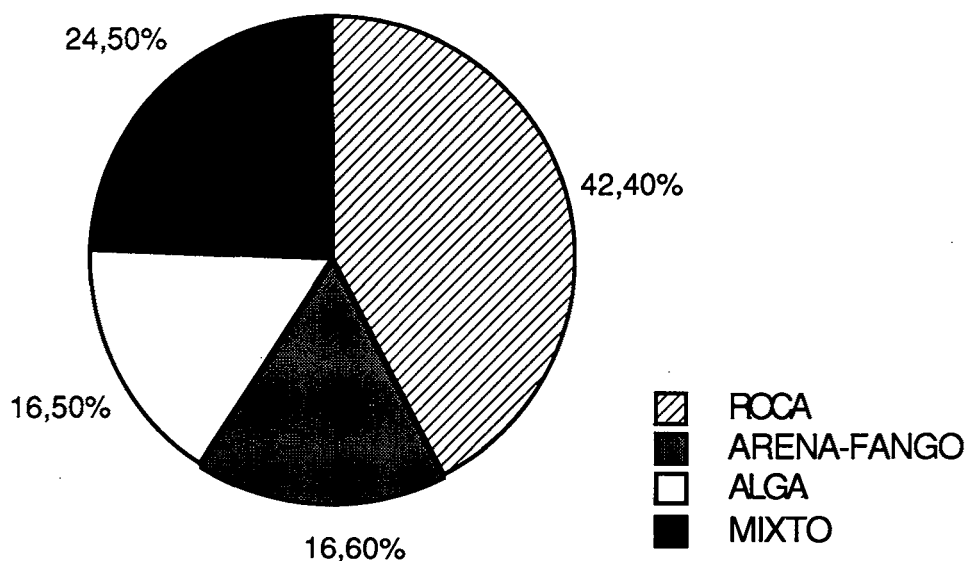


Fig. 8.- Porcentajes referidos al total de ejemplares según los diferentes tipos de fondo en que habitan las especies halladas en el yacimiento S.T.II.

Relative percentages of specimens in the various types of sediment in the S.T.II. deposit.

También se observa en este yacimiento, la presencia de tres especies de interés estratigráfico, por no vivir actualmente en nuestras costas. Estas son: *Barbatia plicata*, *Brachidontes senegalensis* y *Cantharus viverratus*, esta última reducida al estado fragmentario.

La primera de ellas, viviente hoy en el Mar Rojo, *Barbatia plicata*, es especie ya conocida en el Mioceno europeo (DOLLFUS & DAUTZENBERG, 1909) y en el Pleistoceno inferior y superior Mediterráneo (IAWORSKY, 1963), pero desaparece de dicho mar a partir de la segunda fase fría de la última glaciación cuaternaria (Würm II).

La segunda especie, *Brachidontes senegalensis*, es una de las denominadas especies senegalesas que, a favor de un clima más cálido del hoy reinante en nuestras costas, se introducen a través del estrecho en nuestro mar durante el último interglacial. Estas especies entre las que destaca el característico *Strombus bubonius* se extinguen en el Mediterráneo a causa de las bajas temperaturas de la última glaciación cuaternaria (CUERDA, 1975).

Brachidontes senegalensis vive hoy día en las costas africanas atlánticas desde el Senegal a Angola (NICKLÈS, 1950) y en el Mar Rojo, habiéndose de nuevo introducido en el Mediterráneo a través del Canal de Suez, acantonándose en las costas egipcias cercanas a dicho Canal (SABELLI, 1982). La tercera especie de interés estratigráfico *Cantharus viverratus*, pertenece como la anterior al grupo de las denominadas senegalesas y es abundante junto con ellas en los yacimientos eutyrrhenienses del Mediterráneo, pero es rarísima en los pertenecientes al Neotyrrheniense, debido a que ambos pisos del Pleistoceno superior están separados por la primera fase fría de la última glaciación (Würm I). Lo mismo sucede con la mayoría de las otras especies senegalesas ya que en el Neotyrrheniense se suelen recoger sólo fragmentos de las mismas, que pueden pertenecer incluso a ejemplares rodados del Eutyrrheniense, piso que ofrece algunos de sus niveles marinos muy parecidos en altitud a los del Neotyrrheniense (CUERDA, 1987).

No obstante en los yacimientos neotyrrhenienses baleáricos todavía están presentes *Barbatia plicata* y *Brachidontes senegalensis* y en ellos hemos hallado también fragmentos de *Cantharus viverratus*, que se extingue en el Mediterráneo al igual que las dos anteriores especies a partir del Würm II, viviendo hoy día en las costas africanas atlánticas desde Mauritania hasta Angola (NICKLÈS, 1950).

Por todo ello el yacimiento estudiado lo consideramos perteneciente al piso Neotyrrheniense del Pleistoceno superior.

CONCLUSIONES

- Los dos nuevos yacimientos son distintos tanto en fauna como en estratigrafía.
- La paleontología y estratigrafía son propias del piso Neotyrreniense del Pleistoceno superior.
- La fauna hallada en S.T.I indica un ambiente costero-lagunar, con especies resistentes a los cambios de salinidad.
- El yacimiento S.T. II denota un ambiente litoral estrictamente marino, habiendo suministrado abundante fauna.
- Las especies fósiles halladas en S.T. II soan de pequeño tamaño, ya que fueron arrojadas por el oleaje sobre una antigua plataforma de abrasión marina a unos 3 m de altitud sobre el nivel del mar.
- Se citan seis especies y dos variedades de moluscos nuevas para el Pleistoceno marino Balear.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestra más sincera gratitud a María del Pilar Roig por la ayuda prestada en la extracción de las muestras, así como también a Antonio Rosselló y Ernesto Santiesteban por su colaboración en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AARTSEN, J.J. 1982a.– Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europaea. *La Conchiglia* 156-157: 20-21. 2 lám. Roma.
- AARTSEN, J.J. 1982b.– Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europea. *La Conchiglia* 160-161: 16-17. 1 lám. Roma.
- AARTSEN, J.J. 1982c.– Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europea. Gen. *Alvania*. *La Conchiglia*, 162-163: 8. 1 lám. Roma.
- ALMERA, J. 1894.– *Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y Llano de Barcelona*. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Tomo III: 335 pp., 13 figs. y 28 láms. Barcelona.
- BALLESTEROS, E. & J. ROMERO. 1985.– Els rodòfits o algues vermelles. In: *Història Natural dels Països Catalans*. Vol. 4: 255-308. Barcelona.
- BATE, D.M.A. 1914.– The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands. *Geological Magazine Decade VI* Vol. 1: 337-345. 1 fig. y 2 pl. London.
- BAUCHOT, M. & A. PRAS. 1982.– *Guía de los peces de mar de España y de Europa*. Ed. Omega 432 pp., 64 láms. Barcelona.
- BOGI, G., M. COPPINI & A. MARGELLI. 1980.– Molluscan fauna of the Central Tyrrhenian Sea. *La Conchiglia* 132-133: 15-17 y 3 láms. Roma.
- BOGI, G., M. COPPINI & A. MARGELLI. 1983.– Contributo alla Conoscenza de la malacofauna del Alto Tirreno. *La Conchiglia* 172-173: 6 y 1 lám. Roma.
- BUCQUOY, E., PH. DAUTZENBERG & G.E. DOLLFUS.– 1884. *Les Mollusques marins du Roussillon*. 2 Vol. 1454 pp. y 165 láms. París.
- CERULLI-IRELLI, S. 1907-1916.– *Fauna malacológica Mariana*. Paleont. Italica. Vol. XIII, XX, XXII y XXIV. 501 pp. y 60 láms. Pisa.

- CUERDA, J. 1975.- *Los Tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Bal., 304 pp. 20 láms. y 51 figs. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. 1987.- *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp., 9 figs. y 30 láms. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. & SACARES, J. 1963.- Sobre la edad de las brechas con *Myotragus* de Porto Colom y sus relaciones con las playas cuaternarias tirrenienses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 8: 20-21.
- D'ANGELO, G. & GARGIULLO, S. 1981.- *Guida alle Conchiglie Mediterranée*. Fabri ed. 224 pp. y numerosas ilustraciones en color. Milán.
- DOLLFUS, G.E. & DAUTZENBERG, PH. 1902-1920.- *Conchyliologie du Miocene moyen du bassin de la Loire*. Mem. Soc. Geologique de France. 27: 500 pp. y 51 láms. París.
- GARGALLO, G. 1958-1961.- Reperti malacologici del plano tirreniano del canale Mussolini. *Quaternaria*. 5: 241-256. y 1 lám. París.
- GIGNOUX, M. 1913.- *Les formations marines Pliocenes et Quaternaries de l'Italie du Sud et de la Sicile*. Ann. Universidad de Lyon. Vol. 36. 693 pp., 42 figs, 4 pl. y 21 láms. Lyon.
- GRECO, A. 1970.- La Malacofauna pliocenica di Contrada Cerausi presso Serradifaldo (Caltanissetta). *Geologia Romana*. 9: 275-314. 5 figs. y 6 láms. Roma.
- HARMER, F.W. 1914.- *The Pliocene Mollusca of Great Britain*. Paleontographical Society. Mem. 2 Vol. 900 pp. y 65 London.
- IAWORSKY, G. 1963.- Quelques coupes dans les terrains Quaternaires a Monaco et dans les Alpes Maritimes. *Bull. Musée d'Antropologie Prehistorique*, 10: 25-61. 17 figs. Monaco.
- KOBELT, W. 1887-1908.- *Iconographie des schlentragenden europäischen Meeresconchylien*. 4 vol. 126 láms. Cassel-Wiesbaden.
- LOCARD, A. 1892.- *Les coquilles marines des côtes de France*. 327 pp. y 348 figs. París.
- MALATESTA, A. 1954.- Fossili delle Spiagge tirreniane. Boletín del Serv. Geologico de Italia. 76: 9-17 y 6 láms.
- MONTEROSATO, T.A. DE., 1878.- Enumeraciones e sinonimia dell conchiglie mediterranee. Parte 1 *Giorn. Sc. Natur. Econ. Palermo XIII*, 55 pp. Palermo.
- MORENO, I. & MUNAR, J. 1985.- Equinoideos Mediterráneos. *Claves para la identificación de la fauna española*, 24:1-34.
- MUNTANER, A. 1955.- Nota preliminar sobre nuevas localidades del Cuaternario en la Isla de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 84-86.
- NICKLÉS, M. 1950.- *Mollusques testacés marins de la côte Occidentale d'Afrique*. 269 pp. y 464 figs. Ed. Paul Chevalier. París.
- NORDSIECK, F. 1969.- *Die europäischen Meeresmuscheln (Bivalvia) vom Eis mer bis Kapverden, Mittelmer und Schwarzes Meer*. Ed Gustav Fisher. 256 pp. y 25 láms. Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1972.- *Die Europäischen Meeresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae, Rissoacea) vom Eismeer bis Kapverden, Mittelmer und Scharzes Meer*. Ed. Gustav Fisher. 327 pp., 37 láms. y 4 fot. Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1976.- Il genere *Bittium*, Leach 1847 nei mari d'Europa. *La Conchiglia*, 93-94: 6-9.
- NORDSIECK, F. 1977.- *The Turridae of European Seas*. 26 láms. y 130 pp. Roma.
- PAYRAUDEAU, B. 1826.- *Catalogue descriptif et Methodique des Annelides et des Mollusques de l'île de Corse*. 218 pp. y 8 láms. París.
- RIEDL, R. 1986.- *Fauna y Flora del Mar Mediterráneo*. 858 pp. y 298 láms. Ed. Omega. Barcelona.
- ROCA, I. & MORENO, I. 1987.- *Pocilloporidae, Faviidae y Dendrophyllidae (Anthozoa: Scleractinia)* de las aguas costeras de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 31: 105-114.
- SABELLI, B. 1982.- *Guía de Moluscos*. Ed. Grijalbo. 512 pp. 358 ilustraciones en color. Barcelona.

NUEVAS CITAS MALACOLÓGICAS (*BIVALVIA* Y *GASTROPODA*) DEL PLEISTOCENO MARINO BALEAR

J. CUERDA,¹ F. GRACIA,² & D. VICENS³

PALABRAS CLAVE: Cuaternario, nuevas citas, *Bivalvia*, *Gastropoda*, Islas Baleares.

KEYWORDS: Quaternary, new records, *Bivalvia*, *Gastropoda*, Balearic Islands.

RESUMEN. Se describen seis especies y dos variedades nuevas para el Cuaternario de las Islas Baleares, dos pertenecientes a la clase *Bivalvia* y seis a la clase *Gastropoda*, indicando el hábitat y la distribución geográfica y estratigráfica para cada especie.

SUMMARY. NEW MALACOLOGICAL RECORDS (*BIVALVIA* AND *GASTROPODA*) FOR THE MARINE BALEARIC PLEISTOCENE. Six species and two new varieties for the Quaternary in the Balearic Islands, Two pertaining to the Class *bivalvia* and six to the Class *gastropoda* are described. The habitat, geographic distribution and stratigraphy are discusses for each species.

RESUM. NOVES CITES MALACOLOGIQUES (*BIVALVIA* I *GASTROPODA*) DEL PLEISTOCENE MARÍ BALEAR. Es descriuen sis espècies i dues varietats noves per al Quaternari de les Illes Balears, dues pertanyents a la classe *Bivalvia* i sis a la classe *Gastropoda*; també es fa referència a l'hàbitat i a la distribució geogràfica i estratigráfica per a cada espècie.

INTRODUCCIÓN

En el yacimiento de Sa Tanca de Sa Torre II, situado entre Cala S'Algar y el faro de Porto Colom (Mallorca) se estudió el registro paleontológico de los sedimentos marinos Neotyrrhenienses. Aparecieron numerosas especies de pequeño tamaño o reducidas a fragmentos, ya que fueron arrojados por el oleaje sobre una antigua plataforma de abrasión marina situada a 3 m sobre el nivel del mar (CUERDA *et al.*, 1989-1990).

La bibliografía utilizada para la determinación de los ejemplares ha sido la siguiente:

AARTSEN (1982 a, b y c), ALMERA (1894), BLAINVILLE (1826-1830), BOGI *et al.* (1980 y 1983), BUCQUOY *et al.* (1884), CERULLI-IRELLI (1907-1916),

¹ Societat d'Història Natural de les Balears, C/ St. Roc 4.- 07001. Palma de Mallorca.

² C/ Cazador nº 3, 1.- 07002. Palma de Mallorca.

³ C/ G. Font Martorell nº 18, 1 - 1.- 07011. Palma de Mallorca.

CUERDA (1975 y 1987), D'ANGELO & GARGIULLO (1981), DOLLFUS & DAUTZENBERG (1902-1920), GARGALLO (1958-1961), GIGNOUX (1913), GRECO (1970), HARMER (1914), KOBELT (1887-1908), LOCARD (1892), MALATESTA (1954), MONTEROSATO (1878), NICKLES (1950), NORDSIECK (1969, 1972, 1976 y 1977), PAYREDEAU (1826) y SABELLI (1982).

Se determinaron 1003 ejemplares pertenecientes a 114 especies, entre ellas, dos especies de la clase *Bivalvia* y cuatro especies y dos variedades de la clase *Gastropoda* son nuevas citas para el Cuaternario de las Islas Baleares (CUERDA *et al.*, 1989-1990).

SISTEMÁTICA

FAMILIA PECTINIDAE, Rafinesque, 1815

Género: *Chlamys*, Röding, 1798

Subg. *Chlamys* s.s.

Chlamys (Chlamys) bruei (Payraudeau, 1826) (Figura 1).

Pecten bruei Payraudeau, 1826

Chlamys bruei Nordsieck, 1969

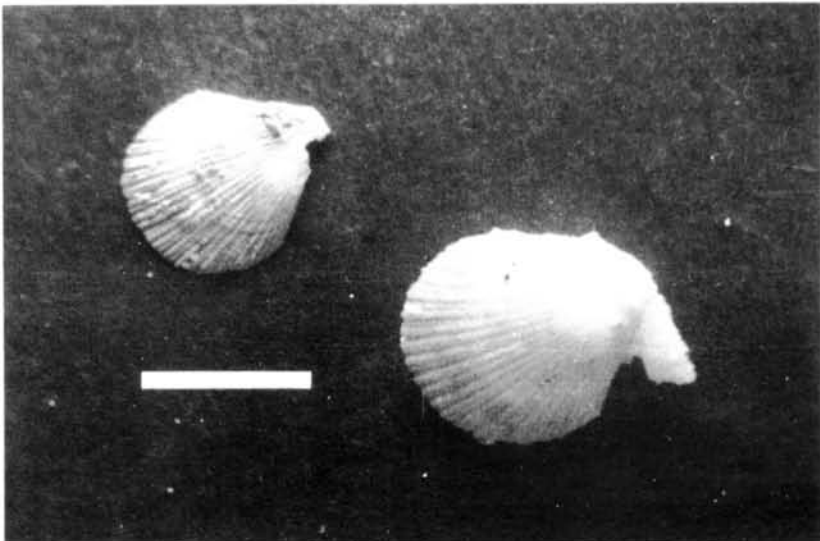


Fig. 1.- *Chlamys bruei* Escala 10 mm.
Scale 10 mm.

DESCRIPCIÓN. Concha pequeña con la región anterior y posterior redondeadas, siendo su valva inferior algo más convexa que la superior, presentando ambas valvas unas veinte costillas, que generalmente son bifidas en la valva inferior y alternantes con otras más pequeñas en la superior. Su tamaño oscila entre los 18 y 20 mm de diámetro antero-posterior.

HÁBITAT. Esta especie tiene su hábitat en la zona infralitoral.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Ha sido citada viviente en el Atlántico, en las islas Lofoden y Cabo Verde (NORDSIECK, 1969), y en el Mediterráneo en Córcega (PAYRAUDEAU, 1826).

Al estado fósil únicamente conocemos la citación de esta especie hecha por GIGNOUX (1913) en el Calabriense de Monte Corvo (Italia).

En el yacimiento mallorquín de Porto Colom han sido hallados dos ejemplares de la misma, en sedimentos neotyrrhenienses.

FAMILIA CHAMIDAE Lamarck, 1809

Género: *Chama* Linné, 1758

Subg. *Psilopus* poli, 1795

Chama (Psilopus) bicornis, Gmelin, 1790 (Figura 2)

Chama bicornis Nordsieck, 1969

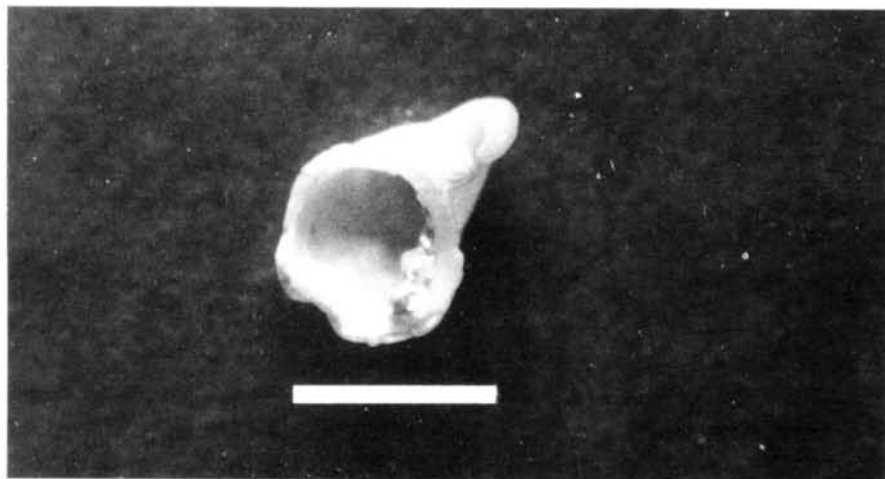


Fig. 2.- *Chama bicornis* Escala 8 mm.
Scale 8 mm.

DESCRIPCIÓN. Las valvas de esta especie son bastante semejantes presentando sus lamellos más dilatados que en *Chama gryphoides* y su valva inferior algo menos ventruda que en esta especie. La concha presenta sus umbos alargados en forma de cuerno y recurvados hacia atrás.

Su tamaño es de unos 25 mm de diámetro antero-posterior.

HÁBITAT. Esta especie vive en la zona infralitoral.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Esta especie actualmente es muy rara en el Mediterráneo, y al estado fósil ha sido citada en el Tyrrheniense de la isla de Cerdeña, en la localidad de Alguero (MALATESTA, 1954), considerada por este autor como simple variedad de la *Chama gryphoides*.

En Baleares únicamente ha sido hallado un ejemplar en el yacimiento mallorquín neotyrrheniense de Porto Colom.

OBSERVACIONES. Esta especie es sinónima de *Chama unicornis* Lamarck, 1819, haciendo notar NORDSIECK (1969) que el umbo alargado y recurvado hacia atrás aparece en ambas valvas, por cuya razón se decide a adoptar la denominación dada por GMELIN (1790) para esta especie.

FAMILIA RISSOIDAE, Gray, 1857

Género: *Alvania*, Risso, 1826

Subg.: *Galeodina*, Monterosato, 1884

Alvania (Galeodina) carinata* var. *ecarinata, Monterosato, 1884 (Figura 3)

Rissoa carinata var. *ecarinata* Bucquoy et al., 1884.

Alvania carinata var. *ecarinata* Nordsieck, 1972.

DESCRIPCIÓN. La especie tipo es de forma ventruda con 5 a 6 vueltas muy angulosas y con carena saliente, siendo sus vueltas embrionarias lisas y presentando tres cordones lamellosos sobre cada vuelta. Su variedad *ecarinata* ofrece sus vueltas menos escalonadas y los cordones transversos más numerosos y estrechos. Esta variedad suele presentar una variz gruesa en su última vuelta. Su tamaño puede alcanzar los 4 a 4.5 mm de altura por 2 a 2.75 mm de diámetro.

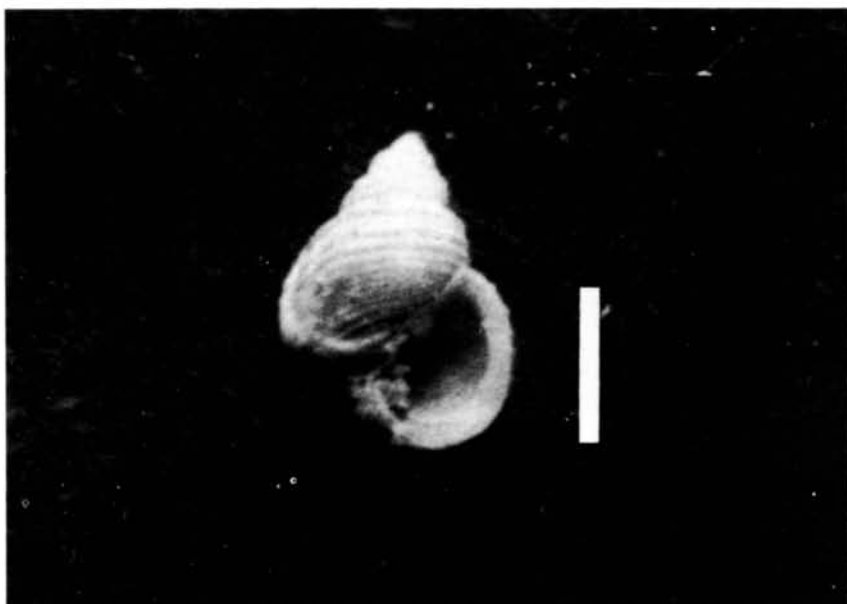


Fig. 3.- *Alvania carinata* var. *ecarinata* Escala 2 mm.
Scale 2 mm.

HÁBITAT. Vive en la zona infralitoral.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Esta variedad se la considera como forma de la *Alvania carinata*, propia del Mediterráneo, mientras que la forma típica además de vivir en el Mediterráneo ha sido citada en el Atlántico, desde las costas Inglesas hasta Portugal.

El tipo de la especie en estado fósil ya es conocido en el Plioceno de Cataluña (ALMERA, 1894) y en el de Sicilia y en el Pleistoceno de Rodas (BUCQUOY *et al.*, 1884). La variedad *ecarinata* ha sido citada en el Tyrrheniense con *Strombus* del Canal de Mussolini (Italia) por GARGALLO (1958), aunque este último autor le da valor específico.

En el yacimiento neotyrrheniense de Porto Colom solamente ha sido hallado un ejemplar de la misma.

OBSERVACIONES. La variedad que tratamos debe considerarse sinónima de *Alvania russinioniaca* Locard, 1892.

Subg.: *Turbona* Leach, 1847

Alvania (Turbona) cimex* var. *varicosa Bucquoy *et al.*, 1884 (Figura 4)

Rissoa cimex var. *varicosa* Bucquoy *et al.*, 1884

Rissoa cimex f. *varicosa* Van Aartsen, 1982.

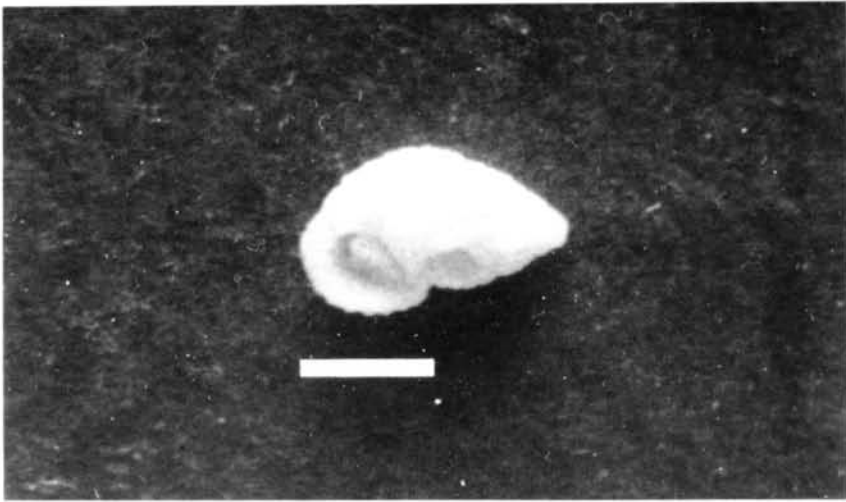


Fig. 4.- *Alvania cimex* var. *varicosa* Escala 2.5 mm.
Scale 2.5 mm.

DESCRIPCIÓN. Esta variedad presenta la ornamentación de la concha semejante a la de la especie tipo, pero con una gruesa variz en su última vuelta. Su tamaño oscila entre los 4 a 5 mm de altura y los 3.5 a 4 mm de diámetro.

HÁBITAT. Presenta el mismo hábitat que la forma típica, en la zona infralitoral en fondo de algas.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Esta variedad de la *Alvania cimex* ha sido citada viviente en las costas francesas e italianas mediterráneas. Posiblemente su distribución geográfica es parecida a la especie tipo que ha sido citada además de en el Mediterráneo, donde es muy abundante, en las costas del Senegal. Al estado fósil no conocemos citación alguna de esta variedad, de la que ha sido recogido un ejemplar en el yacimiento neotyrrheniense de Porto Colom.

Subg. *Acinopsis* Monterosato 1884.

***Alvania (Acinopsis) hirta* Monterosato, 1884. (Figura 5)**

Acinopsis hirta Nordsieck, 1972

Alvania hirta Van Aartsen, 1981

Alvania hirta Van Aartsen, 1982

Acinopsis hirta Bogi *et al.*, 1980

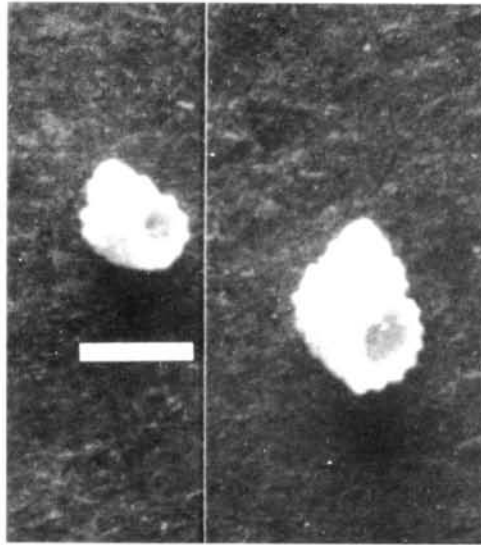


Fig. 5.- *Alvania hirta* Escala 2 mm.
Scale 2 mm.

DESCRIPCIÓN. Concha más pequeña que la de *Alvania cancellata* con sus vueltas más escalonadas y la sutura profunda. La última vuelta es también más alta, presentando la penúltima cordones transversos. El borde externo del labro presenta un aspecto dentellado. Su tamaño oscila entre los 2.5 a 3 mm de altura y los 1.5 a 1.75 mm de diámetro.

HÁBITAT. Vive en la zona infralitoral en fondo de algas.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTATIGRÁFICA. Esta especie vive hoy en el Mediterráneo, donde es bastante rara, habiendo sido citada en dicho mar en las costas de Provenza (LOCARD, 1892), en el mar Tirreno (BOGI *et al.*, 1983) y también en Ibiza (NORDSIECK, 1972).

No conocemos ninguna citación de esta especie en estado fósil, habiendo sido hallados dos ejemplares de la misma en el yacimiento neotyrrheniense de Porto Colom.

FAMILIA CERITHIDAE, Fleming, 1822

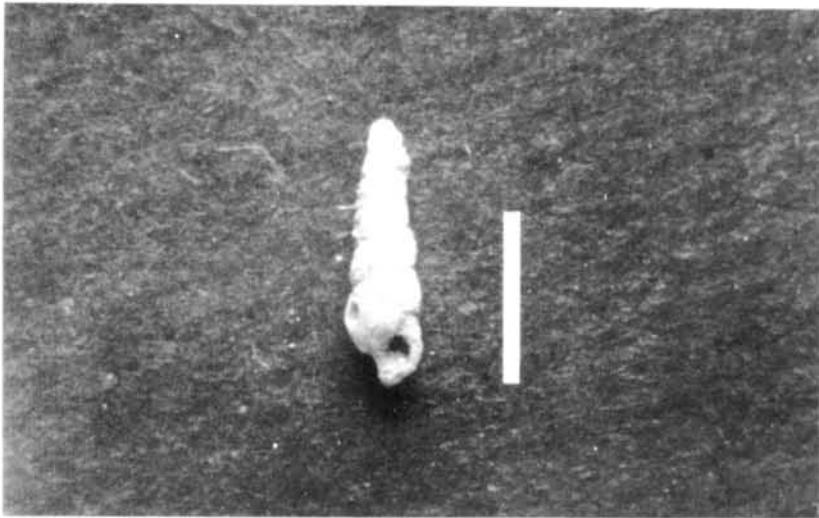
Género *Bittium* Leach, 1847Subg. *Bittium* s.s.***Bittium (Bittium) reticulatum* var. *exigua*** Monterosato, 1884 (Figura 6)*Bittium reticulatum* var. *exigua* Bucquoy *et al.*, 1884*Bittium exiguum* Nordsieck, 1976.*Bittium exiguum* D'Angelo y Gargiullo, 1981.

Fig. 6.- *Bittium reticulatum* var. *exigua* Escala 5 mm.
Scale 5 mm.

DESCRIPCIÓN. Concha alargada, pequeña, con vueltas convexas, subangulosas en su medio, presentando una sutura muy profunda. Sus costillas longitudinales son gruesas en las primeras vueltas y atenuadas en las tres últimas, con cinco cordones transversos bien marcados.

Su tamaño oscila entre los 12-14 mm de alto y los 1.75 a 2.25 mm de diámetro.

HÁBITAT. En fondo arenoso-fangoso, en la zona infralitoral.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Esta variedad del *Bittium reticulatum* ha sido citada en el Atlántico en los Mares del Norte (NORDSIECK, 1976) y también en el Mediterráneo donde es poco abundante.

En estado fósil únicamente conocemos una citación de esta variedad en el Plioceno de Contrada Cerausi, cerca de Serradifalco (Italia) (GRECO, 1970).

En el Neotyrrheniense del yacimiento de Porto Colom, únicamente ha sido hallado un ejemplar de esta variedad.

OBSERVACIONES. Son varios los autores que conceden a esta variedad valor específico (MONTEROSATO, 1878; LOCARD, 1892 y NORDSIECK, 1976).

FAMILIA TURRIDAE Woodring, 1928

Género: *Bela* Gray, 1847

Subg. *Bela* s.s.

Bela (Bela) laevigata (Philippi, 1836) (Figura 7)

Pleurotoma laevigatum Philippi, 1844

Raphitoma laevigatum Locard, 1892

Raphitoma laevigata Kobelt, 1905

Raphitoma nebula var. *laevigata* Cerulli-Irelli, 1910.

Bela laevigata Nordsieck, 1977

Bela laevigata Bogi et al., 1980.

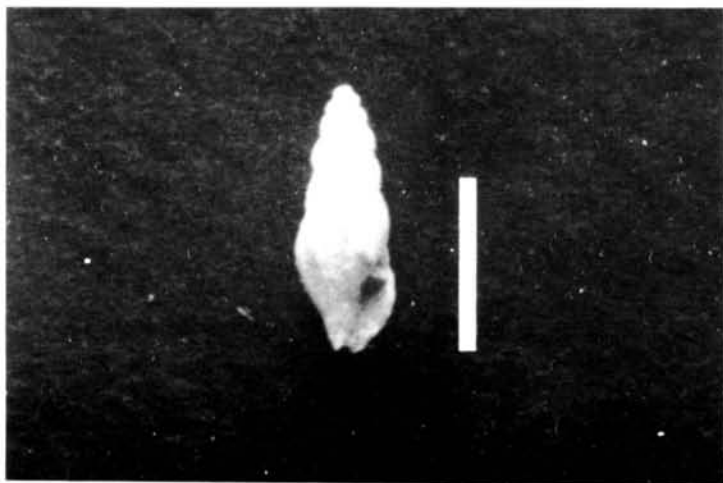


Fig. 7.- *Bela laevigata* Escala 4 mm.
Scale 4 mm.

DESCRIPCIÓN. Concha turriculada con espira de 8 a 10 vueltas, aplanadas y lisas. Costillas longitudinales poco salientes y atenuadas a partir de la parte central de las vueltas. La abertura es oblonga, midiendo ésta aproximadamente un tercio de la altura de la concha.

El tamaño de esta especie oscila entre los 8-9 mm de altura y 2.5 a 3 mm de diámetro.

HÁBITAT. En la zona infralitoral, no sobrepasando los 30 m de profundidad.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Ha sido citada en el Atlántico, en el Norte y Sur de España y Portugal, siendo una especie actualmente abundante en el Mediterráneo.

En estado fósil ha sido citada en el Calabriense de Monte Mario (Italia), por CERULLI-IRELLI (1910), considerada como simple variedad de *Bela nebula*.

En Baleares en el yacimiento neotyrrheniense de Porto Colom ha sido hallado un ejemplar de esta especie.

Género *Smithiella* (*Smithiella*) *smithi* (Forbes, 1840)

Subg. *Smithiella* s.s.

Smithiella* (*Smithiella*) *smithi (Forbes, 1840) (Figura 8)

Raphitoma striolatum Locard, 1892

Raphitoma striolatum Kobelt, 1905

Mangilia smithii Harmer, 1915

Smithiella smithi Nordsieck, 1977

Smithiella smithi Bogi *et al.*, 1980.

DESCRIPCIÓN. Concha relativamente pequeña, lanceolada con espira alta; ocho vueltas bien escalonadas con sutura ondulada; costillas longitudinales atenuadas en la base de la última vuelta y un poco flexuosas en su parte alta. Estrias transversales muy finas.

Su tamaño oscila entre los 9 a 10 mm de altura y 2.75 a 3 mm de diámetro.

HÁBITAT. Vive en la zona infralitoral.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA. Actualmente esta especie vive en el Atlántico, en las costas de Inglaterra, Francia y Mauritania, así como en el Mediterráneo.

Al estado fósil ha sido citada en el Plioceno de Inglaterra (HARMER, 1914).

En el yacimiento de Porto Colom han sido hallados dos ejemplares, faltando en uno de ellos sus primeras vueltas.

OBSERVACIONES. NORDSIECK (1977) considera al *Raphitoma striolatum* como sinónima de esta especie, la cual por otra parte es muy difícil de diferenciar de *Smithiella costulata* (BLAINVILLE, 1826-1830) por el gran polimorfismo que presenta.



Fig. 8.- *Smithiella smithi* Escala 2.5 mm.
Scale 2.5 mm.

CONCLUSIONES

El presente trabajo amplia en seis especies y dos variedades nuevas el catálogo de *Moluscos Marinos y Salobres del Pleistoceno Balear* (CUERDA, 1987).

Dos especies pertenecientes a la clase *Bivalvia*: *Chlamys bruei* (Payraudeau, 1826) y *Chama bicornis*, Gmelin, 1790 y seis a la clase *Gastropoda*: *Alva-*

nia carinata var. *ecarinata*, Monterosato, 1884; *Alvania cimex* var. *varicosa*, Bucquoy et al., 1884; *Bela laevigata* (Philippi, 1836) y *Smithiella smithi* (Forbes, 1840).

El que estas especies no hayan sido citadas anteriormente, puede deberse a que no en todos los yacimientos pleistocénicos se encuentran especies de pequeño tamaño y que en la mayoría de las ocasiones se presentan en un estado de conservación que hace difícil su identificación.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestra más sincera gratitud a Maria del Pilar Roig por la ayuda prestada en la extracción de las muestras.

BIBLIOGRAFIA

- AARTSEN, J.J. 1982 a.- Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europaea. *La Conchiglia*, 156-157: 20-21. 2 lám. Roma.
- AARTSEN, J.J. 1982 b.- Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europaea. *La Conchiglia*, 160-161: 16-17. 1 lám. Roma.
- AARTSEN, J.J. 1982 c.- Tavole sinottiche di conchiologia Mediterranea ed Europaea. Gen. *Alvania*. *La Conchiglia*, 162-163: 8. 1 lám. Roma.
- ALMERA, J. 1894.- *Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y Llano de Barcelona*. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Tomo III: 335 pp., 13 figs. y 28 láms. Barcelona.
- BLAINVILLE, H.M.D. DE. 1826-1830. *Faune française et histoire naturelle et particulière des animaux qui se trouvent en France.*, 320 pp. y 42 láms. París.
- BOGI, C., M. COPPINI & A. MARGELLI. 1980.- Molluscan fauna of the Central Tyrrhenian Sea. *La Conchiglia*, 132-133: 15-17 y 3 láms. Roma.
- BOGI, C., M. COPPINI & A. MARGELLI. 1983.- Contributo alla Conoscenza de la malacofauna del Alto Tirreno. *La Conchiglia*, 172-173: 6 y 1 lám. Roma.
- BUCQUOY, E., PH. DAUTZENBERG & G.E. DOLLFUS. 1884.- *Les Mollusques marins du Roussillon*. 2 vol. 1454 pp. y 165 láms. París.
- CERULLI-IRELLI, S. 1907-1916.- *Fauna malacológica Mariana*. Paleont. Italica. Vol. XI, XX, XXII y XXIV. 501 pp. y 60 láms. Pisa.
- CUERDA, J. 1975.- *Los tiempos Cuaternarios en Baleares*. Inst. Est. Bal., 304 pp. 20 láms. y 51 figs. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J. 1987.- *Moluscos marinos y salobres del Pleistoceno Balear*. Caja de Baleares "Sa Nostra". 420 pp., 9 figs. y 30 láms. Palma de Mallorca.
- CUERDA, J., F. GRACIA & D. VICENS. 1989-1990. Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno Superior marino en Porto Colom (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33: 49-66.
- D'ANGELO, G. & S. GARGIULLO. 1981.- *Guida alle Conchiglie Mediterranée*. Fabri ed. 224 pp. y numerosas ilustraciones en color. Milán.
- DOLLFUS, G.E. & PH. DAUTZENBERG. 1902-1920.- *Conchyliologie du Miocene moyen du bassin de la Loire*. Mem. Soc. Geologique de France. 27: 500 pp. y 51 láms. París.

- GARGALLO, G.. 1958-1961.- Reperti malacologici del plano tirreniano del canale Mussolini. *Quaternaria*, 5: 241-256. y 1 lám. París.
- GIGNOUX, M. 1913.- *Les formations marines Pliocenes et Quaternaries de l'Italie du Sud et de la Sicilie*. Ann. Universidad de Lyon. vol. 36. 693 pp., 42 figs, 4 pl. y 21 láms. Lyon.
- GRECO, A. 1970.- La Malacofauna pliocenica di Contrada Cerausi preso Serradifaldo (Caltanisseta). *Geologia Romana*, 9: 275-314. 5 figs. y 6 láms. Roma.
- HARMER, F.W. 1914.- *The Pliocene Mollusca of Great Britain*. Paleontographical Society. Mem. 2 vol. 900 pp. y 65. London.
- KOBELT, W. 1887-1908.- *Iconographie des schlentragenden europäischen Meeresconchylien*. 4 vol. 126 láms Cassel-Wiesbaden.
- LOCARD, A. 1892.- *Les coquilles marines des côtes de France*. 327 pp. y 348 figs. París.
- MALATESTA, A. 1954.- Fossili delle Spiagge tirreniane. *Boletín del Serv. Geologico de Italia*, 76: 9-17. y 6 láms.
- MONTEROSATO, T.A. DE., 1878.- Enumeraciones e sinonimia dell conchiglie mediterranee. Parte 1. *Giorn. Sc. Natur. Econ. Palermo XIII*, 55 pp. Palermo.
- NICKLES, M. 1950.- *Mollusques testacés marins de la côte Occidentale d'Afrique*. 269 pp. y 464 figs. Ed. Paul Chevalier. París.
- NORDSIECK, F. 1969.- *Die europäischen Meeresmuscheln (Bivalvia) vom Eis mer bis Kapverden, Mittelmer und, Schwarzes Meer*. Ed Gustav Fisher. 256 pp. y 25 láms. Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1972.- *Die europäischen Meeresschnecken (Opisthobranchia mit Pyramidellidae, Rissoacea) vom Eismer bis Kapverden, Mittelmer und, Schwarzes Meer*. Ed Gustav Fisher. 327 pp., 37 láms. y 4 fot. Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1976.- Il genere *Bittium*, Leach 1847 nei mari d'Europa. *La Conchiglia*, 93-94: 6-9, 2 láms. Roma.
- NORDSIECK, F. 1977.- *The Turridae of European Seas*. 26 láms. y 130 pp. Roma.
- PAYRAUDEAU, B. 1826.- *Catalogue descriptif et Methodique des Annelides et des Mollusques de l'île de Corse*. 218 pp. y 8 láms. París.
- SABELLI, B. 1982.- *Guía de Moluscos*. Ed. Grijalbo. 512 pp. 358 ilustraciones en color. Barcelona.

DAIRA SPECIOSA REUSS, 1871 (CRUSTACEA, DECAPODA, XANTHIDAE) EN EL MIOCENO DE LA ISLA DE MALLORCA (BALEARES)

LL. GARCIA SOCIAS,¹

PALABRAS CLAVE: *Crustacea*, *Decapoda*, Mioceno, Mediterráneo occidental.

KEY WORDS: *Crustacea*, *Decapoda*, Miocene, Western Mediterranean.

RESUMEN. Se comunica el hallazgo de restos del cangrejo fósil *Daira speciosa* Reuss 1871, en depósitos arrecifales del Mioceno superior del Sur de la Isla de Mallorca (Balears, Mediterráneo Occidental). Se completa la nota con algunos datos sobre la paleofauna carcínica de las Balears.

SUMMARY. *DAIRA SPECIOSA* REUSS 1871, IN THE MIOCENE OF MAJORCA ISLAND (BALEARICS) (CRUSTACEA, DECAPODA, XANTHIDAE). Remains of the fossil crab *Daira speciosa* Reuss 1871 have been discovered in reef deposits on the Upper Miocene of Majorca Island (Balearics, Western Mediterranean). Other data of the carcinic palaeofauna of the Balearic Island are given.

RESUM. *DAIRA SPECIOSA* REUSS 1871 (CRUSTACEA, DECAPODA, XANTHIDAE), AL MIOCÈ DE L'ILLA DE MALLORCA (BALEARS). Es comunica la troballa de restes del cranc fòssil *Daira speciosa* Reuss 1871, als dipòsits d'esculls del Miocè superior, al Sud de l'Illa de Mallorca. Es donen també algunes dades sobre la resta de la paleofauna carcínica de les Balears.

INTRODUCCIÓN

Las referencias de Crustáceos decápodos fósiles en las Islas Baleares son muy escasas, limitándose hasta el momento a cuatro especies: *Cyphoplax impressa* (Haime, 1855) del Mioceno de Mallorca y, por otra parte, *Eriphia ve-*

¹ Museu Balear de Ciències Naturals, Apartat de Correus n° 55, 07100 Sóller, Illes Balears.

rrucosa (Forskal, 1775), *Xantho poressa* (Olivi, 1792) y *Ocypoda cursor* (Liné, 1758) del Cuaternario de la misma isla (HAIME, 1855; CUERDA, 1975; VÍA 1966; SOLÉ & VÍA, en prensa).

El hallazgo de abundante material de *Daira speciosa* Reuss, 1871, en las formaciones arrecifales del Mioceno del Sur de la Isla de Mallorca, viene a ampliar la exígua lista de carcinofauna fósil de las Baleares, al tiempo que representa el segundo registro de esta especie en el ámbito de la Península Ibérica.

MATERIAL EXAMINADO

Se han estudiado las exúvias de doce caparazones, cinco de ellas prácticamente completas, un molde interno de caparazón completo (figura 1, a) y pequeños fragmentos de quelípedos.

En cuatro de los ejemplares se puede observar el pereion en posición dorsal y pueden apreciarse los detalles de la costra, muy característica de esta especie (GUINOT, 1967) (figura 1, b, c). En el resto de los ejemplares, las exúvias se encuentran unidas a la roca por el dorso, apreciándose claramente los detalles de la parte interior del caparazón. En dos de los ejemplares también se puede apreciar muy bien la parte posterior de las cavidades orbitales (figura 1, d, e).

El material ha sido recogido en los depósitos arrecifales del Mioceno superior, unidad "complejo-arrecifal" de POMAR *et al.* (1983a; 1983b), más concretamente en facies de "lagoon" externo, cerca de Cala Pí (Sur de Mallorca), por L. Pomar, J. Xamena, J. Tebar, M. Llobera, A. Ferriol y M. J. Bauzá y se encuentra depositado en la colección paleontológica del Laboratorio de Geología, Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears.

AFINIDADES Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA

El género *Daira* De Haan, 1833, está representado en la actualidad por dos especies: *Daira americana* Stimpson, 1860, de las costas pacíficas de América Central (desde la Baja California hasta el Ecuador) (RATHBUN, 1930) y *Daira perlata* (HERBST, 1790) de amplia distribución indo-pacífica (desde las

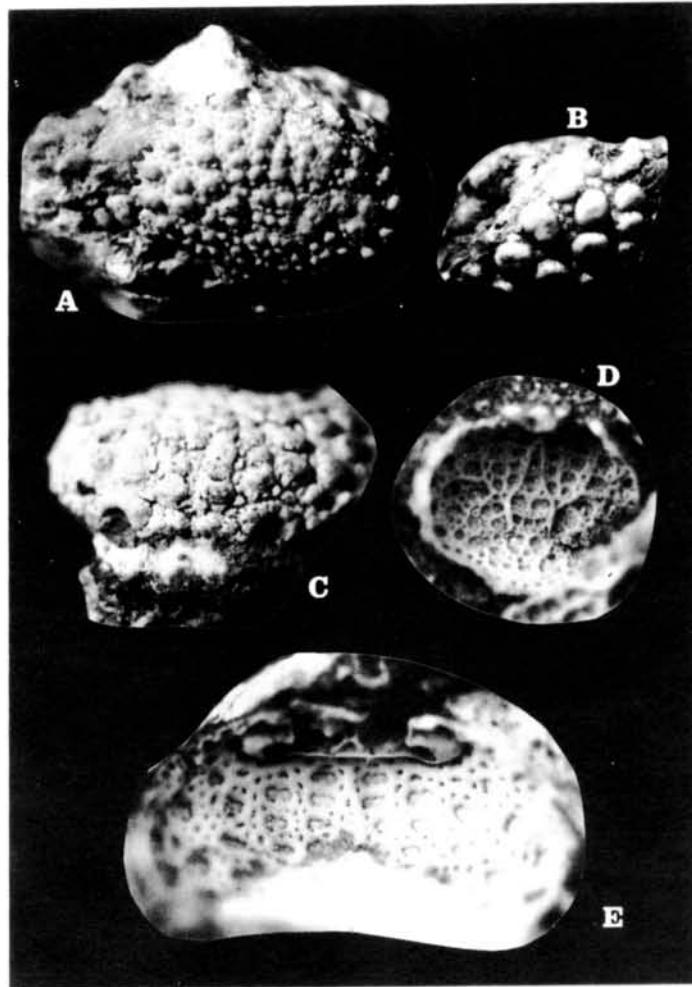


Fig. 1.- *Daïra speciosa*

- a. Molde interno del caparazón
Cast of the caparison
- b. Fragmento de caparazón correspondiente al borde anterolateral izquierdo, región hepática y reborde orbitario.
Piece of caparison corresponding to the left anterolateral margin, hepatic region and orbital rim.
- c. Caparazón visto desde el lado frontal
Frontal view of caparison
- d. Aspecto interior del caparazón
Inner appearance of the caparison
- e. Interior del caparazón, con la parte posterior de las cavidades orbitales.
Inner part of caparison, with the hind part of the orbital cavities.

Hawai hasta el Mar Rojo y las costas de Africa Oriental) (SAKAI, 1976). Esta última especie también es conocida en estado fósil (Neógeno de las Islas Fiji) (MÜLLER, 1984b; cf. VÍA, 1969).

En estado fósil se conocen *Daira eocenica* (Lorenthey, 1898) y *Daira eoecenica* ssp. *sicula* (Di Salvo, 1933), del Bartonense de Hungría y de Sicilia, respectivamente, y *Daira depressa* del Estampienso italiano. *Daira speciosa* se encuentra siempre en estructuras arrecifales del Parathetys y en el Mioceno mediterráneo (MÜLLER, 1984b) y ha sido reconocida en el Tortonense de Austria y de Hungría y en el Badeniense (Mioceno medio) de este último país (MÜLLER, 1984b; cf. VÍA, 1969). También ha sido citada de depósitos messinienses de Orán (Argelia) y de Iráklion (Grecia) (MÜLLER, 1984a).

En la Península Ibérica ha sido encontrada únicamente en los arrecifes miocénicos (premessinienses) de Olèrdola (Alt Penedès) (MÜLLER, 1984a).

CONCLUSIÓN

La escasez de datos relativos a Decápodos fósiles en Baleares es significativa y puede ser atribuida a la falta de investigaciones en este sentido y a la rareza de depósitos marinos susceptibles de contener restos de antiguas biocenosis carcínicas. Como se ha venido señalando (VÍA, 1988), los Decápodos representan un interesante material de estudio, tanto desde el punto de vista puramente paleontológico, como paleobiogeográfico y cronoestratigráfico. De hecho de las cinco especies fósiles conocidas hasta el momento en Baleares, tres han resultado altamente sugestivas e interesantes bajo alguno de los aspectos más arriba mencionados: *Cyphoplax impressa* (cuya procedencia exacta se ignora y cuyos tipos probablemente se han perdido) es el único género exclusivamente fósil reconocido en los depósitos miocénicos de los Países Catalanes (VÍA, 1988), teniendo por lo tanto un notable valor paleontológico; *Ocypoda cursor*, de actual distribución disyunta, ha dado pie a interesantes sugerencias de tipo paleoclimatológico y biogeográfico (VÍA, 1966; 1976), al igual que la especie motivo de la presente nota, *Daira speciosa*, por su conjunto de afinidades indopacíficas (MÜLLER, 1979).

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Lluís Pomar, del Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears, por haber puesto a mi disposición el material al que se hace referencia en esta nota. Igualmente al Dr. Lluís Vía, del Museo Geológico del Seminario

Coniliar de Barcelona y al Dr. Enric Macpherson, del Institut de Ciències del Mar, de la misma ciudad, a quienes he importunado con mis consultas. Finalmente al Sr. Josep Lluís Gradaille, del Museu Balear de Ciències Naturals, de Sóller, por su paciencia en la realización de las fotografías.

BIBLIOGRAFÍA

- CUERDA, J. 1975.- *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Publ. Inst. Estudios Baleàrics, Palma de Mallorca, 1-304, 20 lám.
- GUINOT, D. 1967.- Recherches préliminaires sur les groupements naturels chez les Crustacés Décapodes Brachyours, III: A propos des affinités des genres *Dairoides* Stebbing et *Daira* De Haan. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris*, 2e, 39 (3): 540-563.
- HAIME, J. 1855.- Notice sur la géologie de l'île de Majorque. *Bull. Soc. géol. France*, 2 sér., 12: 750.
- MÜLLER, P. 1979.- The Indo-West-Pacific character of the Badenian Decapod Crustaceans of the Paratethys. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, Tome hors sér., 2: 25-34.
- MÜLLER, P. 1984a.- Messinian and older Decapods from the Mediterranean with description of two new species. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, 32: 25-34
- MÜLLER, P. 1984b.- Decapod Crustacea of the Badenian. *Geologia hungarica* (Pal.), 42: 1-317.
- POMAR, L., M. MARZO y S. BARÓN 1983.- El Terciario de Mallorca. En: *El Terciario de las Baleares, Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*, Menorca, 1983. (L. POMAR, A. OBRADOR, J. FORNÓS y A. RODRÍGUEZ-PEREA, eds.). Inst. Estudios Baleàrics, Univ. Palma de Mallorca, 21-44.
- POMAR, L., M. ESTEBAN, F. CALVET y A. BARÓN 1983.- La unidad arrecifal del Mioceno superior de Mallorca. En: *El Terciario de las Baleares. Guía de las excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología*, Menorca, 1983. (L. POMAR, A. OBRADOR, J. FORNÓS y A. RODRÍGUEZ-PEREA, eds.). Inst. Estudios Baleàrics, Univ. Palma de Mallorca, 139-175.
- RATHBUN, M.J. 1930.- The Cancroid Crabs of America. *Smithson. Inst. Bull.*, 152: 1-609.
- SAKAI, T. 1976.- *Crabs of Japan and the adjacent Seas*. Kodansha, Tokio, 1-773, 251 lám.
- SOLÉ, J. y L. VÍA, en prensa. Crustacis decàpodes fòssils dels Països Catalans (Recopilació i actualització de dades desde 1855 a 1988). Batalleria, 2:
- VÍA, L. 1966.- Abundantes restos de *Ocypoda cursor* (crustáceo decápodo) en el Cuaternario de Mallorca. *Acta Geológica Hispánica*, 1 (1): 22-44.
- VÍA, L. 1969.- Crustáceos Decápodos del Eoceno español. *Pirineos*, 91/94: 1-479, 39 lám.
- VÍA, L. 1976.- Paleoclimatología y distribución biogeográfica. *Publ. Cent. pir. Biol. exp.*, 7(1): 117-121.
- VÍA, L. 1988.- Els Decàpodes. En: *Història Natural dels Països Catalans*, 15 (Registre fòssil): 343-352.

COMPOSICIÓN CUALITATIVA DEL FITOPLANCTON DE LOS EMBALSES DE CÚBER Y GORG BLAU (SERRA DE TRAMUNTANA, MALLORCA). I. CYANOPHYTA Y DINOPHYTA

G. BENNASAR, C. FRAU, L. GARCÍA, M. GÓMEZ, G. MOYÀ & G. RAMON¹

PALABRAS CLAVE: Fitoplancton, Embalses, Catálogo

KEYWORDS: Phytoplankton, Reservoirs, Catalogue

RESUMEN. Se inicia el catálogo de los taxones hallados en las aguas libres de los embalses de Cúber y Gorg Blau, y que integran las comunidades fitoplanctónicas. Los dos grupos considerados, cianófitos y dinófitos, representan en conjunto 19 taxones e incluyen 12 especies que son nuevas citas para la flora algológica de Mallorca y 9 de ellas lo son para el conjunto de las Baleares.

RESUM. COMPOSICIÓN CUALITATIVA DEL FITOPLANCTON DELS EMBASSAMENTS DE CÚBER I EL GORG BLAU (SERRA DE TRAMUNTANA, MALLORCA). I. CIANÒFITS I DINÓFITS. Amb aquest treball s'inicia el catàleg dels tàxons trobats a les aigües lliures dels embassaments de Cúber i Gorg Blau formant part de les comunitats fitoplanctòniques. Els dos grups considerats inicialment són els cianòfits i els dinòfits que en conjunt representen 19 tàxons, dels quals 12 són noves cites per a l'Illa de Mallorca i 9 ho són per a les Balears.

SUMMARY: QUALITATIVE PHYTOPLANKTON COMPOSITION FROM CÚBER AND GORG BLAU RESERVOIRS (MAJORCA, BALEARIC ISLANDS). I. CYANOPHYTA AND DINOPHYTA. This paper is the start of a catalogue of the taxons found in the open waters of Cúber and Gorg Blau reservoirs which form part of the phytoplankton communities. Among the nineteen taxons found, twelve are new citations for Majorca Island, and nine for the Balearic Islands.

INTRODUCCIÓN

La producción primaria en los ambientes acuáticos continentales puede ser canalizada por un amplio número de organismos con características bien dife-

¹ Dpt. de Biología Ambiental. Área d'Ecología. Universitat de les Illes Balears. Ctra. de Valldemossa, km 7.5, 07071 Palma (Mallorca).

renciadas: bacterias, cianofíceas (cianobacterias), algas microscópicas bentónicas y planctónicas, algas macroscópicas y fanerógamas.

Las algas planctónicas son organismos de fácil dispersión y que rápidamente colonizan cualquier masa de agua; sin embargo, en general no encuentran condiciones óptimas en la mayoría de los ambientes acuáticos existentes en las Baleares. En el contexto insular, las masas de aguas superficiales tranquilas o remansadas suponen volúmenes muy reducidos, de poca profundidad y mayoritariamente de escasa persistencia; por ello aparecen como dominantes algas oportunistas, de amplia distribución.

Las algas planctónicas existentes en las Baleares fueron consideradas en trabajos exhaustivos sobre el grupo (RODRÍGUEZ FEMENÍAS, 1889) y en otros específicos relativos a las aguas continentales (MARGALEF, 1951, 1952 y 1953). Obviamente, en tales trabajos no se incluyen ambientes originados posteriormente, como resultado de la actividad humana, y que resultan particularmente interesantes para el desarrollo de las formas planctónicas.

La puesta en funcionamiento de los embalses de Cúber y del Gorg Blau (SERVICIO HIDRÁULICO DE BALEARES, 1972, 1973a y 1973b), destinados al abastecimiento de agua para la ciudad de Palma, supuso la creación en la isla de Mallorca de dos masas de agua de volúmenes considerables en relación a los existentes hasta el momento, y posibilitó su colonización por organismos planctónicos, algunos de ellos anteriormente no observados en Baleares.

El seguimiento limnológico continuado de los embalses facilitó la detección de un buen número de dichas formas fitoplanctónicas y que mayoritariamente ya han sido referenciadas en trabajos anteriores de carácter global (MOYÀ & RAMON, 1983, 1984a y 1987) o específicos para determinadas especies o grupos de algas (MOYÀ & RAMON, 1984b; RAMON & MOYÀ, 1984a, 1984b y 1987).

Con este trabajo se inicia el catálogo de los organismos fitoplanctónicos observados en los embalses de la Serra de Tramuntana de Mallorca. El término fitoplancton es utilizado en sentido amplio, para hacer referencia a todos los organismos fotosintéticos microscópicos que se hallan en suspensión en el agua, incluso cuando su presencia puede ser considerada accidental.

El objetivo global radica en facilitar a las personas interesadas el acceso a una información hasta el presente muy dispersa y siempre fragmentaria, así como la ampliación de las citas anteriores como resultado de estudios más recientes que han puesto de manifiesto la existencia de variaciones significativas en determinados parámetros limnológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los embalses de Cuber y Gorg Blau se caracterizan por sus reducidas dimensiones, con diferencias notorias en algunos de los parámetros morfométricos (RAMON & MOYÀ, 1982). Constituyen dos masas de agua mineralizadas (MOYÀ & RAMON, 1981) que pueden ser tipificadas como monomícticas cálidas (RAMON & MOYÀ, 1983) y con unas características oligotróficas o ligeramente mesotróficas (MOYÀ & RAMON, 1984c).

El estudio de los organismos fitoplanctónicos presentes en las aguas de los embalses se ha planteado siempre como uno de los objetivos de un trabajo limnológico general de tales sistemas. Por ello, la identificación se ha llevado a cabo a partir de dos tipos de muestras.

Por una parte, muestras obtenidas por arrastre horizontal de una red cónica tipo Zeppelin (SCHWOERBEL, 1975) de 60 μm de diámetro de poro, y fijadas con solución de formaldehído al 4%. Por otra parte, muestras procedentes de diferentes profundidades y en distintos puntos de los embalses, de conformidad con los criterios habituales en trabajos de esta índole (CASSIE, 1974; HARJULA & GRANBERG, 1976; KAATRA & HARJULA, 1976; MARGALEF *et al.*, 1976; PITT, 1981), obtenidas con la ayuda de una botella tomamuestras (GOLTERMAN & CLYMO, 1969; GOLTERMAN *et al.*, 1978) y fijadas mediante solución de Lugol (SARACENI & RUGGIU, 1974). Estas últimas muestras se utilizaron específicamente para la cuantificación de los organismos fitoplanctónicos, haciendo uso de la técnica de sedimentación en cámaras tubulares y recuento al microscopio invertido (UTERMÖHL, 1931 y 1932; LUND, 1951; LUND *et al.*, 1958; UTERMÖHL, 1958; NAUWERCK, 1963; ELORANTA, 1974; MARGALEF, 1974; SCHWOERBEL, 1975; KAATRA & HARJULA, 1976; ELORANTA, 1978; HARTULA *et al.*, 1979; CLARK, 1981; ROTT, 1981; entre otros).

La identificación de los organismos incluidos en el presente trabajo se llevó a cabo mediante la utilización de bibliografía de carácter general para el fitoplancton (HUBER-PERTALOZZI, 1932-1982; MARGALEF, 1944, 1955 y 1956; WARD & WHIPPLE, 1959; FOTT, 1967; BOURRELLY, 1968-1972; GARCÍA, 1973; PLANAS, 1973; STEIN, 1975 y MARGALEF *et al.*, 1976); así como de monografías específicas para los grupos y especies ahora tratados (GEITLER, 1932; JOST, 1965; BOURRELLY, 1968; DROUET, 1968 y RIPPKA *et al.*, 1979).

RELACIÓN DE TAXONES DETERMINADOS

DIVISIÓN CYANOPHYTA

CLASE CYANOPHYCEAE

ORDEN NOSTOCALES

FAMILIA NOSTOCACEAE

***Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Brébisson**

Filamentos de longitud variable, provistos de heterocistes alejados de los extremos. Su máximo desarrollo tuvo lugar a finales de verano, coincidiendo con unas concentraciones muy bajas de nitrógeno en el agua. Esporádicamente, fuera del período de mayor densidad, se observaron filamentos provistos de acinetos, 16.6 x 8.6 μm .

Encontrada en ambos embalses. Es la primera cita para las Islas Baleares.

FAMILIA SCYTONEMATACEAE

***Tolypothrix* sp.**

Filamentos provistos de una gruesa vaina, con pseudoramificaciones que suelen salir de un heterociste. Se trata de una forma adaptada a la vida bentónica que accidentalmente puede encontrarse en el plancton.

Encontrada una sola vez, en el embalse del Gorg Blau.

ORDEN CHROOCOCCALES

FAMILIA CHROOCOCCACEAE

***Aphanothece castagnei* (Brébisson) Rabenhorst**

Agrupaciones irregulares de células, la mayoría esféricas, diámetro de 2 a 5 μm . Antes de la división las células son alargadas y comprimidas en el centro. Encontrada en los dos embalses, principalmente durante el verano, pero siempre con escasa densidad.

Citada anteriormente en Eivissa, Menorca y Mallorca (MARGALEF, 1951, 1952 y 1953).

Coelosphaerium kuetzingianum Nägeli

Forma colonias de unos 90 μm de diámetro, compuesta por células esféricas, de 4 a 8 μm , que se disponen separadas en el interior de la colonia.

Su presencia, inicialmente ocasional en ambos embalses, se ha visto ampliada recientemente, presentando máximos importantes durante el otoño. Citada con anterioridad en Eivissa y Menorca (MARGALEF, 1951 y 1952), es la primera cita para la Isla de Mallorca.

Gomphosphaeria lacustris Chodat

(=*Coelosphaerium lacustre* (Chod.) Ostenfeld)

Colonias de células ovoideas de 8-9 x 3-5 μm . Las células se hallan separadas unas de otras pero permanecen unidas al centro de la colonia. Observada una sola vez en el embalse de Cúber.

Había sido citada anteriormente en Eivissa y Menorca (MARGALEF y 1951, 1952). Es nueva cita para la Isla de Mallorca.

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Nägeli

Colonias planas de 20-25 x 20 μm . Las células cuadrangulares, de 5 μm de lado, se hallan dispuestas regularmente en grupos de cuatro. Ha sido encontrada en los dos embalses, a lo largo de la primavera y el verano, siempre con una densidad muy baja.

Citada con anterioridad en Eivissa y Mallorca (MARGALEF, 1951 y 1953).

Microcystis aeruginosa Kützing

(=*Clathrocystis aeruginosa* (Kützing))

Masas mucosas irregulares en cuyo interior se disponen, de forma compacta, las células esféricas de 3 μm de diámetro.

Tuvo crecimientos importantes en los dos embalses, principalmente durante los meses de verano.

Citada en Eivissa por MARGALEF (1951). Es nueva cita para la Isla de Mallorca.

ORDEN OSCILLATORIALES
FAMILIA OSCILLATORIACEAE

Oscillatoria formosa Bory

Tricomas rectos, curvados en el ápice, sin vaina, con células aproximadamente cuadradas de 4 a 6 μm . Se trata de una forma de vida bentónica que fue encontrada ocasionalmente en el plancton del embalse de Cúber.

Citada en Menorca (MARGALEF, 1952, GÓMEZ ARBONA, 1984) y en Mallorca (MARGALEF, 1953).

Oscillatoria limnetica Lemmermann

Tricomas rectos sin vaina. Células de 2 a 3 μm de diámetro, unas cuatro veces más largas que anchas. Presencia irregular en ambos embalses.

Es la primera referencia para las Islas Baleares.

Oscillatoria rubescens De Candolle

Células de 6 a 10 μm de diámetro en tricomas rectos sin vaina, de longitud muy variable; los filamentos más cortos aparecen en las fases iniciales del crecimiento de la población, mientras que los más largos abundan en las etapas finales.

Fue la especie más característica del fitoplancton del embalse del Gorg Blau en sus primeros años de funcionamiento y también se localizó en el embalse de Cúber, si bien su densidad en este último embalse fue siempre mucho menor que en el Gorg Blau. La dinámica de la población de esta especie en los embalses fue objeto de un trabajo anterior (RAMON & MOYÀ, 1984b). Recientemente ha perdido significación en la comunidad fitoplanctónica, siendo escasa o rara.

Es una especie que parece preferir aguas de una elevada reserva alcalina (MARGALEF *et al.*, 1976), asimismo se ha considerado indicadora de aguas eutróficas (PELLETIER, 1968, MEYBECK, 1978, GOLDMAN & HORNE, 1983). Cuando se halla en concentraciones elevadas el agua aparece de un color marrón-rojizo; esta circunstancia no fue detectada en ningún momento en los embalses, a pesar de la importante densidad que alcanzaron sus poblaciones.

Las únicas referencias para las Islas Baleares corresponden a trabajos relativos a los embalses (MOYÀ & RAMON, 1983, 1984a, 1984b y 1987; RAMON & MOYÀ, 1984a, 1984b y 1987).

***Phormidium* sp.**

Tricomas provistos de vaina, el diámetro conjunto es de 4 a 6 μm . Su presencia sólo ha sido observada en el embalse del Gorg Blau y siempre de una forma irregular y con una densidad muy baja.

DIVISIÓN DYNOPHYTA

CLASE DYNOPHYCEAE

ORDEN PERIDINIALES
FAMILIA CERATIACEAE

Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Schrank
(=*Bursaria hirundinella* O.F. Müller, *Ceratium macroceras* Schrank, *C. tetraceras* Schrank, *C. reticulatum* Imhof, *C. longicorne* Perty, *C. cumaonense* Carter, *C. brevicorne*, *leptoceras*, *pumilum* Zacharias, *C. Handellii* Skuja).

La mayoría de las formas presentan tres cuernos antiapicales; no obstante, con frecuencia se observan cambios morfológicos de distinta naturaleza: mayor o menor longitud de dichos cuernos, ausencia o escaso desarrollo de uno de ellos y variaciones del ángulo de separación entre los mismos; todas estas variaciones probablemente están relacionadas con fenómenos de ciclomorfosis. Las primeras observaciones de esta especie en los dos embalses indicaban que su máximo desarrollo tenía lugar durante los meses de verano (MOYÀ & RAMON, 1984b, RAMON & MOYÀ, 1987); sin embargo en muestreos posteriores se ha podido constatar que puede mantener densidades altas en otros momentos del ciclo anual.

Las únicas referencias de esta especie para las Islas Baleares corresponden a las anteriormente mencionadas.

FAMILIA PERIDINIACEAE

***Glenodinium* sp.**

Células esféricas, de 25 μm de diámetro, divididas en dos mitades prácticamente iguales por el surco transversal. Membrana muy fina en la que no se distingue la presencia de placas.

Encontrada con una cierta regularidad durante el verano y el otoño, en ambos embalses.

Peridinium cinctum (Müller) Ehrenberg
(=*P. cinctum* var. *lemmermanni* G.S. WEST)

Células esféricas, desprovistas de poro apical. Presente en ambos embalses, pero sin ninguna regularidad en su distribución.

Esta especie había sido encontrada en Eivissa, Menorca y Mallorca (MARGALEF, 1951, 1952 y 1953).

Peridinium elpatiewskyi (Ostenfeld) Lemmermann

(=*Peridinium umbonatum* var. *elpatiewskyi* Ostenfeld, *P. marchicum* var. *simplex* Woloszynska, *Glenodinium elpatiewskyi* (Ostenfeld) Schiller).

Células de 25 a 37 μm de largo por 20 a 32 μm de ancho, provistas de poro apical y de espinas antiapicales, las placas están separadas por suturas amplias y presentan poros bien visibles. Sus máximos en ambos embalses ocurren durante el verano y principios del otoño (RAMON & MOYÀ, 1987).

Esta especie no había sido citada con anterioridad en las Islas Baleares.

Peridinium palatinum Lauterborn

(=*Peridinium marssonii* Lemmermann, *P. laeve* subsp. *marssonii* Lindemann, *P. apiculatum* (E.) Lindemann, *P. palatinum* var. *minor* (Denis) Lefèvre = *P. laeve* Huitfeld-Kaas var. *minor* Denis).

Células de 40 a 48 μm x 36 a 40 μm . Aunque no alcanzó en ningún momento densidades importantes, su presencia fue constante durante todo el año en los dos embalses; esta dinámica la diferencia del resto de las dinoflageladas (RAMON & MOYÀ, 1987).

Su presencia en los embalses supone la primera cita para las Islas Baleares.

Peridinium volzii Lemmermann

(=*Peridinium gwestrowiense* Lindemann, *P. volzii* var. *maximum* Bernard, *P. volzii* var. *australe* G.S. West).

Células redondeadas de 40 a 47 μm de diámetro, desprovistas de poro apical. Sus máximos en ambos embalses ocurren durante el verano y principios del otoño (RAMON & MOYÀ, 1987).

No existen referencias anteriores para las Islas Baleares.

Peridinium willei Huitfeld-Kaas

(=*Peridinium alatum* Garbini).

Células aproximadamente esféricas de 50 a 60 μm de diámetro. Es una especie muy parecida a *Peridinium volzii*, sus características diferenciales son la presencia de una estructura membranosa que parece recubrir epicono e hipocono, y un mayor tamaño. Apareció de forma esporádica en ambos embalses.

No había sido citada anteriormente en las Islas Baleares.

ORDEN GYMNODINIALES
FAMILIA GYMNODINIACEAE

***Gymnodinium lacustre* Schiller**

Células pequeñas, algo asimétricas, con una membrana muy delgada, difícil de observar, y el cíngulo bien marcado.

Su presencia fue constante en las aguas de ambos embalses, con máximos significativos desde mayo hasta septiembre, principalmente en los niveles intermedios (RAMON & MOYÀ, 1987).

La observación de la especie en las aguas de los embalses supone la primera cita para las Islas Baleares.

CONCLUSIONES

Se han identificado un total de diecinueve taxones, de los cuales once son cianofíceas y ocho dinofíceas; dieciseis de estos taxones han podido ser clasificados a nivel de especie y tres sólo a nivel de género.

De los diecinueve taxones determinados quince se han encontrado en ambos embalses, de los cuatro restantes dos de ellos, *Tolypothrix* sp. y *Phormidium* sp. se hallan en el Gorg Blau y otros dos *Gomphosphaeria lacustris* y *Oscillatoria formosa* en Cúber.

La comunidad fitoplanctónica de las aguas de los embalses supone incrementar la flora algal de la isla de Mallorca en seis nuevas especies de cianofíceas y otras seis de dinoflageladas; éstas últimas son igualmente nuevas citas para el total de las Islas Baleares, mientras que sólo tres especies de cianofíceas tienen idéntica categoría.

BIBLIOGRAFÍA

- BOURRELLY, P. 1968.— Notes sur les Péridiniens d'eau douce. *Protistologica*, 4: 5-14.
- BOURRELLY, P. 1968-1972.— *Les algues d'eau douce*. N. Boubée. Paris. 3 vols. 572 + 439 + 516 pp.
- CASSIE, R.M. 1974.— Statistical aspects of sampling and recording data. IN: *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. (R.A. VOLLENWEIDER, ed.): 181-196. Blackwell. Oxford.
- CLARK, W.J. 1981.— The key organism-percent composition procedure: a microplankton enumeration technique. *J. Freshwater Ecol.*, 1: 237-241.
- DROUET, F. 1968.— *Revision of the classification of the Oscillatoriaceae*. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Fulton Press. Lancaster. 370 pp.

- ELORANTA, P. 1974.— Studies on the phytoplankton in Lake Keuruselkä, Finnish Lake District. *Ann. Bot. Fennici*, 13: 42-48.
- ELORANTA, P. 1978.— Effects of size of sample counted in phytoplankton analyses. *Ann. Bot. Fennici*, 15: 169-176.
- FOTT, B. 1967.— *Sinice a rasy*. Ceskoslovenka akademie Ved. Praha. 518 pp.
- GARCÍA, M.O. 1973.— Fitoplancton de la laguna del Vilà (Gerona, España). *Oecologia aquatica*, 1: 107-155.
- GEITLER, L. 1932.— *Cyanophyceae*. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. Akad. Verlag. Leipzig. 1196 pp.
- GOLDMAN, C.R. & A.J. HORNE. 1983.— *Limnology*. Mc Graw-Hill. New York. 464 pp.
- GOLTERMAN, H.L. & R.S. CLYMO (eds.). 1969.— *Methods for Chemical Analysis of Freshwaters*. Blackwell. Oxford. 172 pp.
- GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO & M.A.M. OHNSTAD (eds). 1978.— *Chemical Analysis of Fresh Waters*. Blackwell. Oxford. 214 pp.
- GÓMEZ ARBONA, J.R. 1984.— *Els cianòfits del Barranc d'Aljandar (Menorca)*. Aproximació al seu cicle estacional. Tesis de Llicenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona. 207 pp.
- HARJULA, H. & K. GRANBERG, 1976.— On the sampling frequency of phytoplankton. *Aqua Fennica*, 1975: 12-23.
- HARJULA, H., A. ROOS, K. GRANBERG & K. KAATRA. 1979.— On phytoplankton counting. *Ann. Bot. Fennici*, 16: 76-78.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1938-1982.— *Das Phytoplankton des Süßwasser*. Die Binnengewässer, 1-8. E. Schweizerbartsche. Verlag. Stuttgart.
- JOST, M. 1965.— Die ultrastruktur von *Oscillatoria rubescens* D.C. *Arch. Mikrobiol.*, 50: 211-245.
- KAATRA, K. & H. HARJULA. 1976.— Methodological aspects of phytoplankton sampling and counting. *Aqua Fennica*, 1975: 69-90.
- LUND, J.W.G. 1951.— A sedimentation technique for counting algae and other organisms. *Hydrobiologia*, 3: 390-394.
- LUND, J.W.G., C. KIPLING & E.D. LECREN. 1958.— The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
- MARGALEF, R. 1944.— Datos para la flora algológica de nuestras aguas dulces. *Publ. Inst. Bot. Barcelona*, 4: 1-130.
- MARGALEF, R. 1951.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza. *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 9-70.
- MARGALEF, R. 1952.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Menorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 11: 5-112.
- MARGALEF, R. 1953.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Mallorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 15: 5-111.
- MARGALEF, R. 1955.— *Los organismos indicadores en la Limnología*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 300 pp.
- MARGALEF, R. 1956.— Algas de agua dulce del noroeste de España. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 22: 43-152.
- MARGALEF, R. 1974.— Counting. IN: *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. (R.A. Vollenweider, ed.): 7-14. Blackwell. Oxford.
- MARGALEF, R., D. PLANAS, J. ARMENGOL, A. VIDAL, N. PRAT, A. GUISET, J. TOJA & M. ESTRADA. 1976.— *Limnología de los embalses españoles*. Dirección General de Obras Hidráulicas. M.O.P. Madrid. 2 vols. 422 + 85 pp.
- MEYBECK, M. 1978.— La pollution des lacs. *La Recherche*, 94: 965-973.

- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1981.- Contribución al conocimiento de la mineralización de las aguas de los embalses de Cúber y Gorg Blau y de sus principales aportes. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 21-30.
- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1983.- Características limnológicas del embalse de Cúber (Mallorca). *Actas I Cong. Esp. Limnol.*: 83-92.
- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1984a.- Composition and dynamics of phytoplankton in the Cúber reservoir, Spain. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 1541-1545.
- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1984b.- Variación espacio temporal de *Ceratium hirundinella*, en los embalses de Cúber y Gorg Blau (Mallorca). *Limnética*, 1: 285-290.
- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1984c.- Evolución del contenido de oxígeno disuelto en las aguas de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 28: 81-93.
- MOYÀ, G. & G. RAMON. 1987.- Estudio comparado de las comunidades fitoplanctónicas en dos embalses de aguas mineralizadas. *Act. VI. Simp. Nac. Bot. Cript.* (1987): 89-97.
- NAUWERCK, A. 1963.- Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb. Bot. Upsal.*, 17: 1-163.
- PELLETIER, J. 1968.- Première colonisation de Léman par *Oscillatoria rubescens* D.C. *Rev. Algol.*, 9: 186-192.
- PITT, W.W. Jr. 1981.- Monitoring strategies and sampling protocols. *J. Water Poll. Control Fed.*, 53: 675-678.
- PLANAS, M.D. 1973.- Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Bañolas. *Oecologia aquatica*, 1: 3-106.
- RAMON, G. & G. MOYÀ. 1982.- Características morfológicas y morfométricas de los embalses de Cúber y Gorg Blau. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 26: 145-150.
- RAMON, G. & G. MOYÀ. 1983.- Regímenes térmicos de los embalses de la Serra de Tramuntana (Mallorca). Estudio comparado. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 27: 91-102.
- RAMON, G. & G. MOYÀ. 1984a.- Distribución estacional de *Planctonema lauterbornii* (Ulotrichaceae) en dos embalses de aguas mineralizadas (Cúber y Gorg Blau, Mallorca). *Limnética*, 1: 291-296.
- RAMON, G. & G. MOYÀ. 1984b.- Seasonal variations in the vertical distribution of *Oscillatoria rubescens* in the Gorg Blau reservoir, Spain. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 1546-1549.
- RAMON, G. & G. MOYÀ. 1987.- Fluctuaciones de las poblaciones de dinoflageladas en los embalses de Mallorca. *Act. VI. Simp. Nac. Bot. Cript.* (1987): 109-118.
- RIPPKA, R., J. DERUELLES, J.B. WATERBURY, M. HERDMAN & R.Y. STANIER. 1979.- Generic assignments, strain histories and properties of pure culture of Cyanobacteria. *J. Gen Microbiol.*, 111: 1-61.
- RODRÍGUEZ FEMENÍAS, J.J. 1889.- Algas de las Baleares. *Anal. R. Soc. Hist. Nat.*, 28: 199-274.
- ROTT, E. 1981.- Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 43: 34-62.
- SARACENI, C. & D. RUGGIU. 1974.- Techniques for sampling water and phytoplankton. IN: *A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments*. (R.A. VOLLENWEIDER, ed.): 5-7. Blackwell. Oxford.
- SCHWOERBEL, J. 1975.- *Métodos de Hidrobiología. Biología del agua dulce*. Blume. Madrid. 262 pp.
- SERVICIO HIDRÁULICO DE BALEARES. 1972.- *Ampliación del abastecimiento de agua de Palma de Mallorca*. Dirección General de Obras Hidráulicas. M.O.P. Madrid. Folleto.
- SERVICIO HIDRÁULICO DE BALEARES. 1973a.- *Embalse de Cúber*. XI Congress Internat. Comm. Large Dams. Madrid. 13 pp.

- SERVICIO HIDRÁULICO DE BALEARES. 1973b.- *Embalse del Gorg Blau*. XI Congress Internat. Comm. Large Dams. Madrid. 14 pp.
- STEIN, J.R. 1975.- Freshwater algae of British Columbia: the Lower Fresh Valley. *Syesis*, 8: 119-184.
- UTERMÖHL, H. 1931.- Über das umgekehrte mikroskop. *Archiv. Hydrobiol.*, 22: 643-645.
- UTERMÖHL, H. 1932.- Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 5: 567-595.
- UTERMÖHL, H. 1958.- Zur vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Verein Limnol.*, 9: 1-23.
- WARD, H.B. & G.C. WHIPPLE (W.T. EDMONDSON, ed.). 1959.- *Fresh water biology*. John Wiley & Sons. New York. 2nd ed. 1250 pp.

ELS HERBEIS DE *CAULERPA PROLIFERA* (FORSSKAL) LAMOUREUX DE LA BADIA DE POLLENÇA (MALLORCA, MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL)

E. BALLESTEROS¹

PARAULES CLAU: Fitobentos, *Caulerpa*, fitosociologia, biomassa, Mediterrània Occidental.
KEY WORDS: Phytobenthos, *Caulerpa*, phytosociology, biomass, Western Mediterranean.

RESUM. Els herbeis de *Caulerpa prolifera* de la badia de Pollença constitueixen un bon exemple d'aquest tipus de comunitats a la Mediterrània Occidental. La dominància correspon a *Caulerpa prolifera*, bé sola, bé acompanyada per *Cymodocea nodosa*, una dictiotàcia no identificada, *Halimeda tuna* o diverses espècies de *Cladophora*. Malgrat que hi ha diferències entre els inventaris efectuats –la qual cosa queda ben reflectida en les anàlisis de correspondències– hom atribueix tots ells a l'associació *Caulerpetum proliferae*, associació que és redefinida en aquest treball i que és caracteritzada pel grup ecològic de les espècies fotòfiles de substrat tou i per l'elevat grau de presència de les espècies antiestaciòfiles i les espècies pròpies d'ambients estuàrics. La riquesa específica oscil·la entre 17 i 49 espècies per inventari, el recobriment entre el 96 i el 1051%, la biomassa entre 81 i 1450 g ps m⁻² i la diversitat entre 1 i 3 bits. La biomassa mitjana de *Caulerpa* és de 78.4 g ps m⁻², valor semblant a l'obtingut en d'altres poblaments mediterranis d'aquesta espècie. En base a aquestes dades hom remarca la importància dels herbeis de *Caulerpa* en la producció global de la badia.

ABSTRACT. THE *Caulerpa prolifera* MEADOWS FROM THE BAY OF POLLENÇA (BALEARIC ISLANDS, WESTERN MEDITERRANEAN). The *Caulerpa prolifera* meadows from the Bay of Pollença are a good example of this kind of communities in the Western Mediterranean. *Caulerpa prolifera* is usually the dominant species but it can share its dominance with other species such as the little seagrass *Cymodocea nodosa* and the algae *Halimeda tuna*, some *Cladophora* species and an unidentified Dictyotaceae. Although some differences in species composition between inventories have been found (as reflected in an R-Q analysis) they do not seem to be highly significant. Therefore, all the "relevés" are considered to belong to the association *Caulerpetum proliferae*, association which is redefined from Funk's original description. The *Caulerpetum proliferae*

¹ Centre d'Estudis Avançats de Blanes. CSIC. C. Sta. Bàrbara s/n. 17300 Blanes. Girona. Espanya.

is characterized by the ecological group of photophilic species on soft bottoms and by the high incidence of antisciphilic species and some species typical of estuarine habitats. Species richness ranges from 17 to 49 species per inventory, percentage coverage from 96 to 1051%, biomass from 81 to 1450g dwt m^{-2} and species (Shannon's) diversity from 1 to 3 bits. Mean *Caulerpa* biomass amounts to 78.4 g dwt m^{-2} , which is close to other values obtained in different Mediterranean populations of this species. The importance of *Caulerpa* meadows on the primary production of the whole Bay of Pollença is pointed out in the basis of these data.

INTRODUCCIÓ

Caulerpa prolifera és una espècie de distribució atlàntico-mediterrània, exclusiva de les àrees càlides (FELDMANN, 1937), que, a causa del seu aparell rizomatós pot créixer tant sobre fons tous (fang, sorra) com sobre substrat dur (roca, rizomes de *Posidonia*) (MEINESZ, 1980). La seva distribució a la Mediterrània Occidental està versemblantment determinada per la temperatura (MEINESZ, 1980) i manca a tota la zona de Golf de Lleó compresa entre la desembocadura del Rhône fins la badia de Roses (MEINESZ, 1973). A Catalunya és una espècie de distribució meridional (BALLESTEROS & ROMERO, 1982) amb una única estació a la costa gironina (Roses). *Caulerpa*, és però, molt comuna a la Mediterrània Central, d'aigües més càlides, i està extesa per les costes peninsulars del País Valencià (BARCELÓ, 1987) i el SE ibèric (PÉREZ & HONRUBIA, 1984; SOTO, 1987) i a totes les illes Balears (RIBERA & GOMEZ, 1985). En general, a la Mediterrània Central *Caulerpa prolifera* pot construir densos herbeis en zones ben il·luminades sobre substrat tou, on ella sola o, acompanyada per les fanerògames *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*, és l'espècie dominant (PERES, 1967; MEINESZ, 1973; MEINESZ & LEFEVRE, 1978; BRAMBATI *et al.*, 1980; CALVO *et al.*, 1982; PÉREZ *et al.*, 1987). A les Balears, les comunitats de *Caulerpa prolifera* estan àmpliament distribuïdes per les zones d'aigües menys profundes de les badies i les zones arrecerades (MOLINIER, 1954; RIBERA, 1983).

Tot i la gran quantitat d'informació existent sobre la reproducció, la biomassa, el creixement i la producció de *Caulerpa prolifera* a la Mediterrània (GESSNER & HAMMER, 1960; MEINESZ, 1979a,b,c; BALLESTER, 1985; TERRADOS, 1986; PÉREZ, 1989) i les nombroses referències sobre les comunitats que constitueix, hom disposa de pocs inventaris que reflecteixin la seva composició específica. L'estudi dels herbeis d'aquesta espècie a la badia de Pollença constitueix, doncs, una aportació important al coneixement de la constitució espe-

cífica d'aquestes comunitats a la Mediterrània. Els valors de biomassa, recobriment i diversitat que es dedueixen dels inventaris aporten també noves dades per a precisar l'estructura dels herbeis de *Caulerpa prolifera*.

MATERIAL I MÈTODES

Les mostres van ésser recollides en els mesos de juny de 1985 i maig de 1986 durant el transcurs de dues campanyes oceanogràfiques del projecte CARBAL. Totes les mostres provenen de la badia de Pollença (UTM 31T EEO1) (figura 1) i han estat recol·lectades mitjançant el mètode de recol·lec-

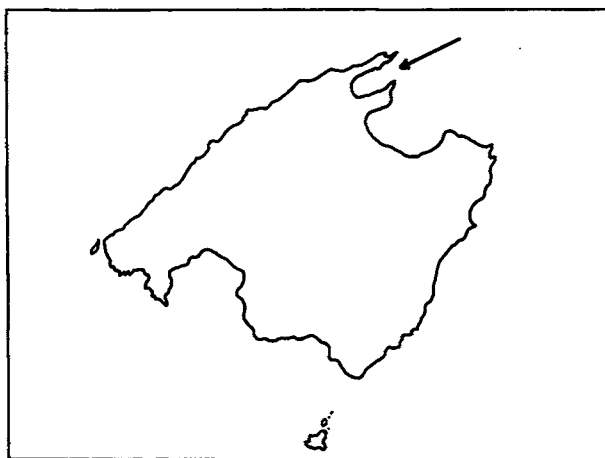


Fig. 1.- Situació de la Badia de Pollença a Mallorca.

Location of the Bay of Pollença in the Island of Majorca.

ció total (BOUDOURESQUE, 1971) amb la utilització d'equips d'immersió autònoms. La superfície mostrejada era sempre igual o superior a 400 cm², superfície que engloba l'àrea mínima de les comunitats d'algues fotòfiles mediterrànies (COPPEJANS, 1977; VERLAQUE, 1987). Les mostres eren netejades de sediment un cop recollides i, posteriorment, eren fixades amb formaldehid al 4% en aigua de mar. La separació, determinació i quantificació de les mostres va realitzar-se en el laboratori segons la metodologia descrita a BALLESTEROS (1986). *Caulerpa* va ser separada en tres compartiments a fi d'avaluar la biomassa de frondes, estolons i arrels per separat. Com a paràmetres indicadors d'estructura han estat determinats la biomassa total (extrapolada al m²), el recobriment i la diversitat de cadascun dels inventaris. La taula global d'inventaris també ha estat treballada fitosociològicament a fi de cercar els grups

ecològics dominants (BOUDOURESQUE, 1985). Finalment, s'han realitzat una sèrie d'anàlisis de correspondències en un intent d'esbrinar les possibles diferències i semblances entre els inventaris. Les espècies presents en tres o menys inventaris han estat suprimides de les anàlisis a fi d'eliminar l'efecte distorsionador de les espècies poc abundants.

La nomenclatura de les espècies segueix els criteris de BALLESTEROS (1990a).

RESULTATS

Els inventaris efectuats es presenten a la taula 1. Els inventaris 1-10 van ser recollits sobre substrat sorrenc i fangós, mentre que els inventaris 11-16 procedeixen de rizomes morts de *Posidonia oceanica*. La dominància correspon a *Caulerpa prolifera* (invs. 1, 2, 4, 5, 8, 10), *Caulerpa-Cymodocea nodosa* (invs. 6, 7, 14), *Caulerpa-Dictyotaceae* no identificada (invs. 9, 11, 12, 15), *Caulerpa-Cladophora* sp. pl. (invs. 3, 13) i *Halimeda tuna* (16). Hem de remarcar que sota el nom de Dictyotaceae no identificada hem considerat els tal·lus d'una dictiotàcia de creixement reptant que, probablement, sigui la mateixa que ha estat recentment determinada per PEREZ (1989) com a *Dictyota linearis* f. *divaricata* (= *Dictyota pusilla*) del mar Menor. Això no obstant, nosaltres no l'hem trobada mai fèrtil i no podem assegurar que no es tracti d'una espècie de *Dilophus* o de l'aparell rizoidal d'alguna altra dictiotàcia.

Taula 1. Inventaris de la comunitat de *Caulerpa prolifera* de la badia de Pollença. La primera línia de valors indica percentatge de recobriment i la segona biomassa en g ps m⁻².

Inventories of the *Caulerpa prolifera* community in the Bay of Pollença. Top row for each species: percentatge cover. Bottom row: biomass in g dwt m⁻².

Espècies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. <i>Caulerpa prolifera</i>	169.81	160.27	198.97	574.73	176.85	36.07	50.95	178.07	9.31	48.42	34.20	37.47	38.97	41.00	55.82	4.99
	164.57	140.80	191.26	206.08	88.60	41.83	51.80	135.57	5.94	38.74	28.15	32.88	52.98	34.48	39.17	4.38
2. <i>Chaetomorpha linum</i>	28.68	11.82	0.01	416.63	289.80	23.25	9.97	211.82	0.09	0.01	3.25	0.30	2.35	1.85	0.09	1.36
	32.78	11.48	0.01	363.05	237.30	18.00	5.13	191.73	0.09	0.01	1.68	0.30	1.83	1.33	0.10	1.36
3. <i>Udotea petiolata</i>	3.11	3.60	0.32	.	19.02	0.30	0.17	10.02	0.37	1.13	3.32	3.52	8.45	18.35	.	6.82
	3.12	2.40	0.47	.	14.98	0.19	0.12	7.83	0.41	2.14	3.30	3.25	6.98	13.23	.	3.41
4. <i>Sphacelaria cirrosa</i>	0.01	0.07	0.44	.	0.12	0.12	0.12	0.15	3.12	0.33	0.87	4.00	7.10	0.20	0.71	0.16
	0.01	0.07	0.44	.	0.13	0.08	0.09	0.09	3.09	0.26	0.45	3.58	5.50	0.16	0.63	0.16
5. <i>Dasycladus vermicularis</i>	2.22	0.08	10.86	0.63	2.53	20.15	9.15	3.25	20.64	0.07	.	3.12	15.05	4.77	11.69	.
	7.69	0.08	39.13	2.70	4.80	76.58	44.28	8.33	107.31	0.07	.	13.88	44.10	16.58	65.07	.
6. <i>Cladophora prolifera</i>	2.71	1.08	85.52	1.57	4.13	3.10	3.30	10.00	0.34	0.64	0.75	.	40.60	15.03	.	0.26
	2.52	1.53	85.80	1.30	4.63	3.90	4.60	9.83	0.37	0.69	0.55	.	35.20	12.03	.	0.26

Fauna I (cont.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7. <i>Cladophora rupestris</i>	0.26	0.06	10.63	0.80	0.53	2.20	2.68	9.10	0.24	6.89	.	0.55	51.97	22.53	0.01	.
	0.26	0.06	10.63	0.65	0.90	2.00	2.20	7.53	0.24	5.59	.	0.50	40.38	19.93	0.01	.
8. <i>Lophosiphonia reptabunda</i>	0.28	.	0.40	0.27	0.43	0.20	0.35	0.08	0.06	.	18.38	5.50	0.15	0.83	.	0.01
	0.28	.	0.40	0.23	0.43	0.15	0.25	0.08	0.06	.	9.43	5.63	0.10	0.80	.	0.01
9. <i>Lophosiphonia subadunca</i>	0.04	0.02	.	0.30	0.15	0.01	0.01	0.43	0.08	.	2.00	0.70	0.30	0.15	0.18	.
	0.04	0.02	.	0.30	0.15	0.01	0.01	0.33	0.08	.	1.00	0.65	0.25	0.10	0.20	.
10. <i>Spyridia filamentosa</i>	0.08	.	0.31	.	0.01	.	.	0.01	7.16	0.21	3.70	10.40	0.23	0.50	0.01	0.16
	0.08	.	0.31	.	0.01	.	.	0.01	6.43	0.21	1.90	12.40	0.18	0.50	0.01	0.16
11. <i>Lyngbya majuscula</i>	.	.	1.67	0.01	0.01	.	0.01	0.01	56.61	0.09	0.08	0.01	0.23	0.01	88.36	.
	.	.	0.56	0.01	0.01	.	0.01	0.01	55.96	0.03	0.02	0.01	0.18	0.01	99.08	.
12. <i>Laurencia gr. obtusa</i>	7.54	5.22	.	52.23	0.08	.	0.01	0.01	0.23	0.50	.	1.57	.	.	0.01	88.69
	10.03	4.88	.	33.30	0.08	.	0.01	0.01	0.23	0.50	.	1.67	.	.	0.01	88.11
13. <i>Calothrix confervicola</i>	0.01	.	0.01	.	0.10	.	0.01	0.33	2.50	0.18	.	.	.	0.01	0.01	0.01
	0.01	.	0.01	.	0.03	.	0.01	0.03	0.83	0.04	.	.	.	0.01	0.01	0.01
14. <i>Dictyotaceae n.i.</i>	.	0.18	0.76	.	0.05	.	0.01	0.52	20.64	.	57.93	106.50	6.88	1.38	35.34	.
	.	0.18	0.57	.	0.05	.	0.01	0.50	17.31	.	52.85	120.70	7.88	1.70	39.63	.
15. <i>Polysiphonia subulifera</i>	14.20	0.04	.	1.37	0.18	.	.	0.10	0.33	22.29	.	6.63	.	0.13	.	0.51
	16.43	0.04	.	1.13	0.18	.	.	0.10	0.33	21.39	.	6.30	.	0.13	.	0.51
16. <i>Acetabularia acetabulum</i>	0.31	0.23	0.03	.	.	.	0.01	.	0.21	.	0.08	0.90	0.32	0.30	0.01	.
	0.69	0.52	0.07	.	.	.	0.01	.	0.21	.	0.08	0.90	0.33	0.30	0.01	.
17. <i>Dasya aff. corymbifera</i>	0.01	0.03	0.01	.	.	.	.	.	0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.74
	0.01	0.03	0.01	.	.	.	.	.	0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.74
18. <i>Cladophora vagabunda</i>	.	.	0.26	.	0.20	40.28	89.90	.	0.25	.	10.88	2.73	14.18	8.65	.	.
	.	.	0.26	.	0.20	31.18	46.30	.	0.25	0.01	5.73	2.50	11.03	8.15	.	.
19. <i>Chondria cf. corulescens</i>	.	.	0.01	.	0.15	.	0.01	0.01	.	0.02	1.75	5.25	0.01	0.13	.	.
	.	.	0.01	.	0.15	.	0.01	0.01	.	0.02	0.90	5.55	0.01	0.13	.	.
20. <i>Polysiphonia subulata</i>	.	.	.	0.13	0.65	0.01	.	0.05	.	.	2.36	1.25	0.01	0.18	.	.
	.	.	.	0.13	0.65	0.01	.	0.05	.	.	1.23	1.33	0.01	0.16	.	.
21. <i>Spermothamion flabellatum</i>	.	.	.	.	0.01	0.01	.	0.01	.	.	0.40	0.18	0.01	0.01	0.01	0.21
	.	.	.	.	0.01	0.01	.	0.01	.	.	0.30	0.13	0.01	0.01	0.01	0.15
22. <i>Rytidophloea tinctoria</i>	0.59	.	.	0.25	.	.	.	0.08	0.08	0.56	.	.	1.95	0.60	.	.
	0.88	.	.	0.25	.	.	.	0.08	0.08	0.77	.	.	1.95	0.88	.	.
23. <i>Polysiphonia setigera</i>	0.04	0.01	.	0.20	0.08	.	.	.	.	.	1.50	0.33	.	.	0.27	.
	0.04	0.01	.	0.20	0.08	.	.	.	.	.	0.78	0.35	.	.	0.30	.
24. <i>Cymodocea nodosa</i>	.	.	.	.	19.35	59.20	46.28	35.00	13.60	.	.	.	.	82.98	4.11	.
	.	.	.	.	27.18	94.95	43.33	41.68	22.49	.	.	.	.	115.00	14.45	.
25. <i>Dipterosiphonia rigens</i>	.	.	.	.	0.08	0.33	.	0.18	.	0.11	2.43	0.43	.	.	.	0.01
	.	.	.	.	0.08	0.26	.	0.13	.	0.08	1.25	0.40	.	.	.	0.01
26. <i>Halimeda tuna</i>	32.50	22.11	.	1.70	3.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.01	571.84
	79.27	44.82	.	2.48	9.30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.01	999.90
27. <i>Cladophora nigrescens</i>	.	.	39.78	.	.	0.58	.	0.73	.	.	.	.	37.90	11.28	.	0.01
	.	.	39.99	.	.	0.58	.	0.73	.	.	.	.	29.38	9.98	.	0.01
28. <i>Chondria tenuissima</i>	.	.	.	0.01	.	.	.	0.01	0.02	.	0.55	.	.	.	0.01	0.10
	.	.	.	0.01	.	.	.	0.01	0.02	.	0.48	.	.	.	0.01	0.10
29. <i>Ceramium circinatum</i>	0.07	.	.	0.18	.	.	.	.	0.05	.	0.90	.	.	.	.	0.10
	0.07	.	.	0.18	.	.	.	.	0.05	.	0.45	.	.	.	.	0.10
30. <i>Cladophora cf. laetevirens</i>	.	.	.	.	.	25.50	13.48	.	0.63	.	0.95	1.10	.	6.75	.	.
	.	.	.	.	.	24.10	14.55	.	0.63	.	0.70	1.00	.	5.98	.	.
31. <i>Polysiphonia fruticulosa</i>	1.44	.	.	.	4.15	.	.	.	.	.	0.01	.	.	.	.	0.48
	1.68	.	.	.	3.43	.	.	.	.	.	0.01	.	.	.	.	0.48
32. <i>Kuckuckia spinosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.01	0.01	0.50	.	.	.	.	0.09	.
	.	.	.	.	.	.	.	0.01	0.01	0.50	.	.	.	.	0.10	.
33. <i>Jania sp.</i>	.	0.03	.	.	0.01	.	.	.	15.51	.	.	.	.	.	0.09	.
	.	0.03	.	.	0.01	.	.	.	27.63	.	.	.	.	.	0.10	.

Tabla 1 (cont. 2)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
34. <i>Cladophora retroflexa</i>	2.50	.	.	.	.	.	.	2.97	0.95	10.18	.	.
	3.15	.	.	.	.	.	.	3.23	0.73	8.13	.	.
35. <i>Herposiphonia tenella</i> v. <i>secunda</i>	0.01	0.45	.	.	0.08	.	.	0.09	.
	0.01	0.40	.	.	0.07	.	.	0.10	.
36. <i>Stilophora rhizodes</i>	0.06	0.04	.	0.15	.	.	0.18	.
	0.06	0.04	.	0.15	.	.	0.20	.
37. <i>Aphanocapsa littoralis</i>	0.45	0.01	.	0.38	.	.	.	.	.	.	.	.
	0.15	0.01	.	0.04	.	.	.	.	.	.	.	.
38. <i>Halopteris scoparia</i>	.	.	3.16	.	.	.	.	.	.	.	.	0.08	.	.	0.89	.
	.	.	4.76	.	.	.	.	.	.	.	.	0.08	.	.	0.94	.
39. <i>Fosliella farinosa</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	0.01	1.23
	0.01	.	.	.	.	.	.	0.01	0.41
40. <i>Dictyopteris membranacea</i>	0.16	.	.	.	.	0.31	0.14
	0.08	.	.	.	.	0.20	0.07
<i>Champia parvula</i>	0.08	.	0.01	.	.	.	0.21
<i>Cladophora</i> sp.	0.62	.	2.66	.	.	.	.	.	.	0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Spermothamnion repens</i>	0.01	.	2.66	.	.	.	.	.	0.10	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phaeophila viridis</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.	0.10	.	.	.	.	.	.	0.05
<i>Siphonocladus pusillus</i>	0.01	.	.	0.01	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lomentaria chylocodiella</i>	0.01	.	.	0.01	.	0.01	0.05	.	.	.	.	.
<i>Lophosiphonia scopulorum</i>	0.01	0.03	.	.	.	.	.	.
<i>Ceramium codii</i>	0.01	0.03	.	.	.	.	.	.
<i>Coelosphaerium</i> sp.	0.04	.	.	.	.	.	0.01	.
<i>Callithamnion byssoides</i>	0.04	.	.	.	.	.	0.01	.
<i>Crouania attenuata</i>	0.01	0.22	.	.	.	.	.	.
<i>Herposiphonia tenella</i>	0.01	0.07	.	.	.	.	.	.
<i>Nithophyllum micropunctatum</i>	0.01	0.01	.	.	.	.	.	0.01
<i>Rhodophyllis strafforellii</i>	0.01	0.01	.	.	.	.	.	0.01
<i>Griffithsia</i> sp.	0.01	0.01	.	.	.	.	.	0.01
<i>Dictyota dichotoma</i>	0.01	5.97	.	.	.	.	.	0.14
<i>Halicystis parvula</i>	.	0.01	.	.	.	.	.	.	.	6.18	.	.	.	.	.	0.37
<i>Rhizoclonium riparium</i>	.	0.01	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polysiphonia</i> sp.	.	.	0.01	.	.	.	.	.	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocoleum glutinosum</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.

Taula 1 (cont. 3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Dasya hutchinsiae</i>	0.69	.	.	.	.	.	.	.
	0.06	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symploca hydroides</i>	0.16	.	.	.	.	.	.	.
	0.16	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lyngbya lutea</i>	0.36	.	.	.	.	.	.	.
	0.04	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brongniartella byssoides</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Wrangelia penicillata</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castagnea irregularis</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Antithamnionella spirographidis</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phaeophila dendroides</i>	0.01	.	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aisidium corallinum</i>		1.76	.	.	.	.	.	.
		1.90	.	.	.	.	.	.
<i>Polysiphonia cf. flocculosa</i>		0.87	.	.	.	.	.	.
		0.87	.	.	.	.	.	.
<i>Titanoderma sp.</i>		0.24	.	.	.	.	.	.
		0.08	.	.	.	.	.	.
<i>Halopteris filicina</i>		0.17	.	.	.	.	.	.
		0.17	.	.	.	.	.	.
<i>Lyngbya baculum</i>		1.11	.	.	.	.	.	.
		0.36	.	.	.	.	.	.
<i>Phyllophora crispa</i>		0.11	.	.	.	.	.	.
		0.11	.	.	.	.	.	.
<i>Zanardinia prototypus</i>		0.07	.	.	.	.	.	.
		0.07	.	.	.	.	.	.
<i>Polysiphonia sanguinea</i>		0.06	.	.	.	.	.	.
		0.06	.	.	.	.	.	.
<i>Antithamnion tenuissimum</i>		0.03	.	.	.	.	.	.
		0.03	.	.	.	.	.	.
<i>Halodictyon mirabile</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Giraudia sphacelarioides</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Stylonema alsidii</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Ceramium diaphanum</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Jania corniculata</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Ptilothamnion pluma</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Symphoricoccus stelleris</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Microdictyon tenue</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Dasyopsis spinella</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.
<i>Myriactula sp.</i>		0.01	.	.	.	.	.	.
		0.01	.	.	.	.	.	.

Taula 1 (cont. 4)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Asperococcus sp.	0.01	.	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.	.
Corallina granifera	0.01	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.
Gelidiella sp.	0.01	.	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.	.
Polysiphonia tripinnata	0.01	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.
Castagnea sp.	0.01	.	.	.	.
	0.01	.	.	.	.
Posidonia oceanica	57.94	.
	21.43	.
Audouinella daviesii	0.01	.
	0.01	.
Castagnea cylindrica	0.01	.
	0.01	.
Cladophora coelothrix	0.01	.
	0.01	.
Corallinaceae n.i.	29.60
	14.80
Myrionema magnusii	4.80
	1.60
Trichosolen myura	0.40
	0.30
Phymatolithon calcareum	0.14
	5.25
Dilophus ligulatus	0.08
	0.04
Monosporus pedicellatus	0.08
	0.04
Cladophora dalmatica	0.01
	0.01
Callithamnion decompositum	0.01
	0.01
Bryopsis duplex	0.03
	0.03
Antithamnion cruciatum	0.01
	0.01
Erythrocyctis montagnei	0.01
	0.01
Dasya punicea	0.01
	0.01

Procedència dels inventaris:

Inv. 1.- Hotel Pollentia, 1.5 m, 260685.
 Inv. 2.- Es Pinaret, 2.5 m, 260685.
 Inv. 3.- Es Barcarès, 1.5 m, 280685.
 Inv. 4.- Pollença Park, 1.0 m, 260586.
 Inv. 5.- Hotel Illa d'Or, 2.0 m, 300586.
 Inv. 6.- Base aeronaval, 2.0 m, 280586.
 Inv. 7.- Base aeronaval, 1.5 m, 280586.
 Inv. 8.- Base aeronaval, 2.0 m, 280586.

Inv. 9.- Es Barcarès, 2.0 m, 280685.
 Inv. 10.- Badia, 21 m, 270685.
 Inv. 11.- Punta Avançada, 1.0 m, 290586.
 Inv. 12.- Punta Avançada, 1.0 m, 290586.
 Inv. 13.- Base aeronaval, 3.0 m, 300586.
 Inv. 14.- Base aeronaval, 3.0 m, 300586.
 Inv. 15.- Es Barcarès, 2.0 m, 280685.
 Inv. 16.- Pollença Park, 1.0 m, 260685.

Molts dels inventaris realitzats l'any 1986 (invs. 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13) tenen una gran abundància de dues espècies oportunistes pròpies d'ambients estuàrics, *Chaetomorpha linum* i *Cladophora vagabunda*, les quals recobrien totalment els herbeis per sobre de l'estrat de *Caulerpa*. Per altra banda, els inventaris de l'any 1985 provinents del Barcarès, tenen un recobriment important del cianòfit filamentós *Lyngbya majuscula*. Com a espècies amb una significació important dins la comunitat hem d'esmentar, també, les clorofícies *Udotea petiolata*, *Dasycladus vermicularis* i diverses *Cladophora* (*C. prolifera*, *C. rupestris*, *C. nigrescens*), la feofícia *Sphacelaria cirrosa* i les rodofícies *Lophosiphonia reptabunda*, *L. subadunca*, *Spyridia filamentosa*, *Laurencia gr. obtusa* i *Polysiphonia subulifera*.

Fitosociològicament, hom observa una dominància absoluta de les espècies d'afinitats fotòfiles (50.1% de dominància quantitativa; 30.6% de dominància qualitativa), principalment del grup ecològic d'espècies fotòfiles de substrats tous. Les algues antiesciòfiles i les espècies de zones estuàriques responen, pràcticament, del reste de la dominància quantitativa (taula 2). Les algues esciòfiles, bé que abundants en nombre, no assoleixen ni tan sols el 1% de la dominància quantitativa.

Grup ecològic	Dominància Qualitativa	Dominància Quantitativa
Fotòfiles substrat tou (PHIM)	2.78	39.35
Fotòfiles infralitorals (PHI)	5.56	3.40
Fotòfiles infralitorals termòfiles (PHIT)	9.26	2.59
Fotòfiles infralitoral calmat (PHIC)	19.22	4.68
Fotòfiles infralitoral batut (PHIB)	1.85	0.11
Herbei de Posidònies (HP)	4.63	1.12
Antiesciòfiles (AS)	4.63	20.26
Zones estuàriques	2.78	22.05
Esciòfiles (SI, SC, SCI, SIC, SCIT, HSPP, SSBc, CCT, CC, SRh, SM)	21.30	0.91
Mediolitorals (FM, RMM)	1.85	0.51
Infralitorals substrat rocós (ISR)	3.70	.
Altres	30.56	4.96

Taula 2. Dominància qualitativa i quantitativa dels diferents grups ecològics en el *Caulerpetum proliferae* de la badia de Pollença.

Qualitative and quantitative dominance of the various ecological groups within the *Caulerpetum proliferae* association in the Bay of Pollença.

Les anàlisis de correspondències realitzades amb les mesures de biomassa i recobriment donen resultats molt semblants. En ambdós casos l'eix de variació principal és atribuïble a la gran abundància d'*Halimeda tuna* en l'inventari 16 (figura 2) mentre que el segon eix principal segrega els inventaris amb abundància de la Dictyotaceae n.i. del reste. Per tal d'eliminar l'efecte de l'inventari 16 van repetir-se les anàlisis suprimint aquest inventari. El resultat es presenta a la figura 3. Els dos primers eixos expliquen un 43.5% de la variància total. Es distingeixen els grups d'inventaris delimitats *a priori* en funció de les espècies dominants. Al llarg del segon eix principal hi ha una gradació més o menys contínua entre els inventaris dominats només per *Caulerpa* dels dominats conjuntament amb *Cymodocea nodosa*. Els inventaris amb codominància de *Caulerpa* i *Cladophora* sp. pl. es situen en un nivell intermig. El primer eix segrega clarament les mostres on la dictiotàcia no identificada és abundant, de forma semblant al que feia el segon eix en l'anàlisi anterior. Aquests inventaris es diferencien també del reste per la gran abundància de *Sphacelaria cirrosa* i, en alguns casos, de *Lyngbya majuscula*.

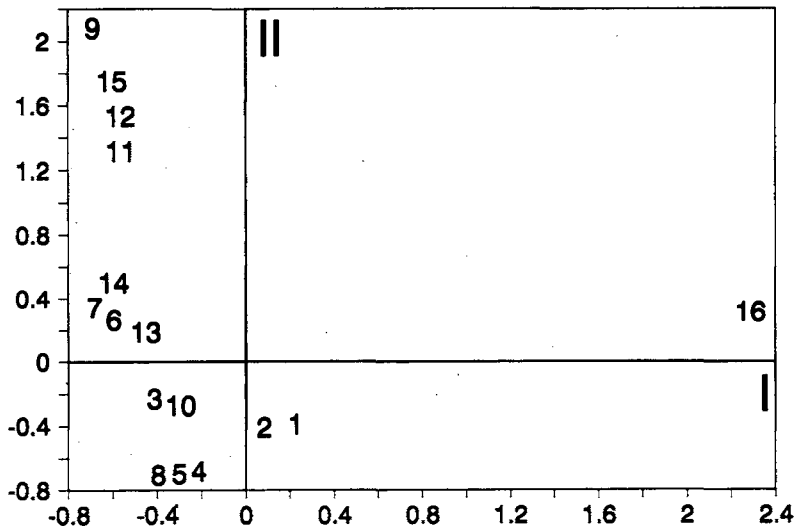


Fig. 2.- Ordenació dels inventaris en funció dels dos primers eixos principals obtinguts en una anàlisi de correspondències efectuada tenint en compte 42 espècies i 16 inventaris.

Arrangement of the inventories as a function of the two first principal axes derived from a correspondence analysis based on 42 species and 16 inventories.

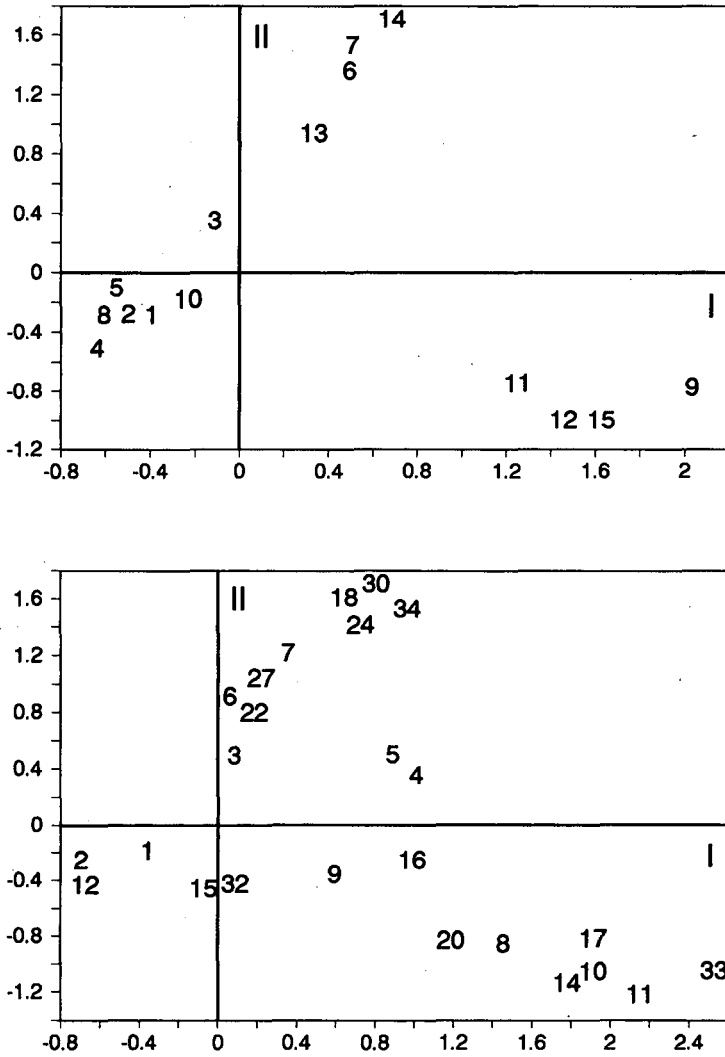


Fig. 3.- Ordenació dels inventaris (*a dalt*) i les espècies més significatives (*a baix*) en funció dels dos primers eixos principals obtinguts en una anàlisi de correspondències efectuada tenint en compte 42 espècies i els 15 primers inventaris de la Taula 1. Les espècies es representen indicant-se la seva posició en la Taula 1.

Arrangement of the inventories (*above*) and most significant species (*below*) as a function of the two first principal axes derived from a correspondence analysis based on 42 species and the first 15 inventories in Table 1.

El nombre d'espècies per inventari oscil·la entre 17 i 49 (mitjana de 27), éssent màxim en l'inventari efectuat a major fondària. El recobriment varia entre el 96% i el 1051%, éssent màxim en les situacions de gran desenvolupament de *Chaetomorpha linum* i *Cladophora vagabunda*, a més de l'inventari amb *Halimeda tuna*, i mínim a l'inventari més profund. La biomassa té un comportament paral·lel al recobriment, amb un màxim molt destacat (1445 g ps m⁻²) en l'inventari dominat per *Halimeda*. La diversitat oscil·la entre 1.2 i 3 bits, llevat de l'inventari amb *Halimeda*, en què és inferior a 1.1 bits (taula 3). El valor mitjà és de 2.1 bits, tant si la quantificació és feta en unitats de recobriment com en biomassa.

No inventari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
No d'espècies	23	17	20	17	26	18	18	29	42	49	24	30	21	24	29	41
% recobriment	264.0	204.9	355.8	1051.0	522.6	213.8	226.4	460.4	154.8	96.3	145.8	224.2	227.5	227.8	257.9	714.2
Biomassa	320.5	207.0	377.4	612.0	393.5	297.0	212.7	404.8	251.2	81.6	110.8	218.0	239.0	247.7	281.8	1449.3
H'(rec)	1.81	1.18	1.84	1.32	1.56	2.74	2.31	1.80	2.89	2.33	2.70	2.43	3.01	2.94	2.30	1.09
H'(bio)	2.06	1.39	2.02	1.38	1.74	2.55	2.52	1.90	2.47	2.38	2.38	2.44	2.97	2.72	2.45	0.56

Taula 3. Paràmetres estructurals dels inventaris del *Caulerpetum proliferae* de la badia de Pollença.

Structural parameters of the inventories of *Caulerpetum proliferae* of the Bay of Pollença.

La biomassa de *Caulerpa prolifera* oscil·la entre 4.3 i 206.1 g ps m⁻² (mitjana de 78.4 g ps m⁻²) i el recobriment entre el 5 i el 575% (mitjana del 140%). La contribució mitjana de frondes, estolons i arrels a la biomassa total és de 58:32:10.

DISCUSSIÓ

Les comunitats de *Caulerpa prolifera* estudiades es caracteritzen per la dominància d'aquesta espècie, bé única, bé acompanyada de *Cymodocea nodosa*, *Halimeda tuna*, una dictiotàcia no identificada i diverses espècies de *Cladophora* (*C. vagabunda*, *C. prolifera*, *C. rupestris*, *C. nigrescens*) i *Chaetomorpha linum*. Hi ha pocs inventaris d'aquesta comunitat en d'altres indrets de les costes mediterrànies i els que proporcionen CALVO *et al.* (1982) i PEREZ (1989) provenen d'aigües interiors (estany de Marsala, mar Menor). Només MEINESZ (1973) descriu, mitjançant el mètode sigmatista, les comunitats amb *Caulerpa prolifera* del litoral mediterrani francès. Aquest autor diferencia els poblaments d'indrets sorrencs-fangosos (on *Caulerpa* coexis-

teix amb *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*) dels presents en indrets fangosos, on predominen *Caulerpa* i *Cladophora prolifera*.

La descripció de l'associació de *Caulerpa prolifera* per FUNK (1927) és molt incompleta i no proporciona una idea precisa de la comunitat. A més, la nomenclatura d'aquests poblaments sovint s'efectua sota el nom d'herbei de *Caulerpa prolifera* o herbei mixte de *Caulerpa* i *Cymodocea* (MEINESZ *et al.*, 1983), la qual cosa és molt poc precisa si el que interessa és la seva composició florística. Tot i que BOUDOURESQUE (1985) considera l'associació *Caulerpetum proliferae* Funk en el seu recull de les fitocenosis marines vegetals mediterrànies, el grau de confusió en relació a la composició d'aquesta associació és palès, ja que de les espècies considerades per BOUDOURESQUE (1985) com a característiques de l'associació, només *Caulerpa prolifera* apareix en la descripció de FUNK (1927).

Si atenem a l'article 7 del Codi de Nomenclatura Fitosociològica (BARKMAN *et al.*, 1986), l'associació descrita per FUNK (1927) no és vàlida ja que la seva diagnosi és clarament insuficient. Proposem, però, conservar el mateix nom per a aquestes comunitats tan característiques dels indrets d'aigües encalmades i poc profundes de les zones càlides de la Mediterrània Occidental i designem l'inventari 1 de la taula 1 com a tipus de l'associació.

Fitosociològicament, l'associació és dominada pel grup ecològic d'espècies fotòfiles de substrat tou i caracteritzada també pels grups ecològics d'algues antiesciòfiles i per una sèrie d'espècies pròpies d'ambients estuàrics. Proposem també la inclusió de *Chaetomorpha linum*, *Cladophora vagabunda* i *Lophosiphonia subadunca* en un nou grup ecològic (algues fotòfiles d'ambients estuàrics). Afegim *Cladophora retroflexa* al grup ecològic PhIM (fotòfiles substrat tou). Si bé *Penicillus capitatus* no apareix en cap dels inventaris que presentem, aquesta espècie és una bona característica del grup ecològic PhIM i de l'associació. Nosaltres l'hem observada en els poblaments de *Caulerpa prolifera* del port de Cabrera, la badia de Fornells (Menorca) i l'illa de Tabarca (Alacant). Atenent als coneixements actuals sobre l'ecologia de determinades espècies a la Mediterrània, hem assignat *Siphonocladus pusillus* al grup PhIT (fotòfiles, termòfiles), *Cladophora rupestris* i *Cladophora nigrescens* al grup AS (antiesciòfiles) i *Polysiphonia subulata*, *P. setigera* i *Symploca hydnooides* al grup PhI (fotòfiles).

Les diferents variants identificables en aquest estudi, juntament amb els inventaris proporcionats per MEINESZ (1973) i PÉREZ (1989), donen una idea bastant ajustada dels diferents aspectes que pot oferir l'associació. Els dos

tipus de poblaments diferenciats per MEINESZ (1973) no queden ben delimitats en les nostres mostres com ho demostren els mateixos inventaris i les anàlisis de correspondències. Hem d'apuntar també que els inventaris realitzats sobre rizoma mort de *Posidonia* (atribuïbles segons BOUDOURESQUE (1985) al *Thanato-Posidonietum oceanicae*) no són tampoc distingibles dels inventaris implantats sobre substrat fangós.

Es remarcable l'accentuat grau de tropicalitat de la flora del *Caulerpetum proliferae* ja que gairebé tots els gèneres als que pertanyen les espècies dominants són distribuïts per aigües càlides i manquen en els mars temperats: *Caulerpa*, *Udotea*, *Halimeda*, *Dasycladus*, *Lophosiphonia*, *Acetabularia*, *Rytiphloea*, *Cymodocea*, *Dipterosiphonia*, etcètera. D'altra banda, altres gèneres de distribució més àmplia, com *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Sphacelaria*, *Spyridia*, *Laurencia* i *Polysiphonia*, tenen un elevat nombre d'espècies (de vegades les mateixes dels nostres inventaris) freqüents en els mars tropicals. L'aspecte de la comunitat recorda, en molts casos, la fisiognomia de les comunitats vegetals que poblen l'interior de les albuferes tropicals, semblança que està accentuada per la similitud en les espècies constituents.

Comunitat	Nº espècies	biomassa g ps m ⁻²	XRecobriment	H'(recobriment)	Localitat	Referència
<i>Caulerpetum proliferae</i>	17-49	81-1449	96-1055	1.1-3.0	Pollença	aquest treball
<i>Caulerpetum proliiferae</i>	2-23	22-337	44-250	-	Mar Menor	PEREZ (1989)
<i>Anadyomeno-Padinetum pavonicae</i>	86	-	-	3.9	Còrsega	VERLAQUE (1987)
<i>Cystoseiretum balearicae</i>	84	-	-	3.6	Còrsega	VERLAQUE (1987)
<i>Padino-Cladostephetum hirsutae</i>	194	2085	376	3.4	Fossa de Mar	BALLESTEROS (1988a)
<i>Cystoseiretum caespitosae</i>	105	1439	499	3.5	Fossa de Mar	BALLESTEROS (1988b)
<i>Herposiphonio-Coralinetum elongatae</i>	35	2852	790	1.2	Fossa de Mar	BALLESTEROS (1988a)
<i>Cystoseiretum mediterraneae</i>	51	1699	431	2.3	Fossa de Mar	BALLESTEROS (1988b)

Taula 4. Comparació de diversos paràmetres estructurals obtinguts a diferents associacions d'algues fotòfiles de la Mediterrània Occidental.

Comparison between various structural parameters derived from different associations of photophilic algae in the Western Mediterranean.

Estructuralment, els poblaments amb *Caulerpa prolifera* de la badia de Pollença són més complexos que els poblaments del Mar Menor, la qual cosa es reflecteix en un major nombre d'espècies i en un recobriment i biomassa mitjans més elevats (taula 4). El *Caulerpetum proliferae* té, però, una estructura molt més senzilla que les comunitats fotòfiles de substrat rocós de modus calmat, tant les corresponents a la Mediterrània Central (*Anadyomeno-Padinetum pavonicae*, *Cystoseiretum balearicae*) com les de la zona del Golf

de Lleó (*Padino-Cladostephetum hirsutae*, *Cystoseiretum caespitosae*); el nombre d'espècies i la diversitat en són bons indicadors (taula 4). El recobriment del *Caulerpetum proliferae* és similar o lleugerament inferior; però la biomassa és sempre molt menor a causa de l'absència d'un estrat d'algues incrustants. Les comunitats de substrat rocós d'indrets batuts tenen, en canvi, una riquesa específica i una diversitat més semblant a la del *Caulerpetum proliferae*, tot i que el recobriment i la biomassa són sensiblement inferiors. La inestabilitat del substrat actua, doncs, com un mecanisme que limita la complexitat de les comunitats, de forma semblant al que passa a les comunitats de les zones molt exposades a les onades sobre substrat rocós.

Localitat	Biomassa g ps m ⁻²	Referència
Pollença	4-206	Aquest treball
Villefranche sur Mer	365	GESSNER & HAMMER (1960)
Crouton	87-223	MEINESZ (1979c)
Mar Menor	22-175	BALLESTER (1985)
Mar Menor	4-154	TERRADOS (1986)
Mar Menor	27-282	PEREZ (1989)

Taula 5. Biomassa de *Caulerpa prolifera* a diferents herbeis mediterranis d'aquesta espècie.

Biomass of *Caulerpa prolifera* from different Mediterranean meadows of this species.

La biomassa de *Caulerpa* a la badia de Pollença és del mateix ordre que l'observada en d'altres indrets de la Mediterrània (taula 5). Hem d'esmentar, però, que les nostres mostres van ésser recollides en el període en què els autors que han fet cicles anuals troben una menor biomassa, ja que encara no s'ha iniciat el creixement de les frondes estiuenques i les frondes de l'any anterior han, pràcticament, desaparegut (MEINESZ, 1980; BALLESTER, 1985). La important contribució dels estolons i les arrels en la biomassa total de *Caulerpa* és similar a l'obtinguda per MEINESZ (1980) a l'herbei de Crouton.

A partir de la totalitat dels inventaris efectuats a la badia de Pollença hom pot avaluar una biomassa mitjana de *Caulerpa* de 78.4 g ps m⁻² pel mes de juny, biomassa semblant als 87 g ps m⁻² trobats per MEINESZ (1979c) a Crouton durant la mateixa època de l'any. Si suposem una fisiologia de les plantes semblant a ambdós indrets i unes condicions ambientals també similars, la producció de *Caulerpa prolifera* a la badia de Pollença es situaria al voltant dels 210 g ps m⁻² any⁻¹, valor que, tot i ser sensiblement inferior a l'obtingut

en els herbeis de *Posidonia* (vegeu revisió a ROMERO, 1985), és molt considerable. Si a aquest valor hi afegim la producció de la resta de les espècies (en molts casos igual o superior a la seva biomassa màxima atès el desenvolupament anual de moltes de les espècies) la importància dels herbeis de *Caulerpa* en el funcionament tròfic de la badia és prou significatiu, a causa, també, de la gran superfície ocupada per aquests herbeis.

AGRAÏMENTS

Aquest treball és una contribució del projecte de recerca Carbal (CAICYT 3210/83). Agraïm a Catalina Massuti, Mikel Zabala i Javier Romero l'ajuda rebuda en la recollida de les mostres.

BIBLIOGRAFIA

- BALLESTER, R. 1985.— Biomasa, estacionalidad y distribución de tres macrófitos: *Ruppia cirrhosa*, *Cymodocea nodosa* y *Caulerpa prolifera* en el Mar Menor (Murcia, SF de España). *Anales Biol.*, 4(1): 31-36.
- BALLESTEROS, E. 1984.— *Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 587 pp.
- BALLESTEROS, E. 1986.— Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular del fitobentos. *Oecol. Aquat.*, 8: 117-131.
- BALLESTEROS, F. 1988a.— Composición y estructura de la comunidad infralitoral de *Corallina elongata* Ellis & Solander de la Costa Brava (Mediterráneo Occidental). *Inv. Pesq.*, 52(1): 135-151.
- BALLESTEROS, E. 1988b.— Estructura y dinámica de la comunidad de *Cystoseira mediterranea* Sauvageau en el Mediterráneo Noroccidental. *Inv. Pesq.*, 52(3): 313-334.
- BALLESTEROS, F. 1990a.— Checklist of the benthic marine algae from Catalonia (North-Western Mediterranean). *Treb. Inst. Bot. Barcelona*, 13: 1-52.
- BALLESTEROS, F. 1990b.— Structure and dynamics of the *Cystoseira caespitosa* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) community in the North-Western Mediterranean. *Scient. Mar.*, 54: 155-168.
- BALLESTEROS, E. & ROMERO, J. 1982.— Catálogo de las algas bentónicas (con exclusión de las diatomeas) de la costa catalana. *Collect. Bot.*, 13(2): 723-765.
- BARCELÓ, M.C. 1987.— *Estudi de la flora bentònica marina del País Valencià*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 485 pp.
- BARKMANN, J.J., MORAVEC, J. & RAUSCHERT, S. 1986.— Code de Nomenclature Phytosociologique. *Vegetatio*, 67: 145-195.
- BOUDOURESQUE, C.F. 1971.— Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, 3(1): 79-104.
- BOUDOURESQUE, C.F. 1985.— Groupes écologiques d'algues marines et phytocoenoses benthiques en Méditerranée Noroccidentale: une revue. *Giorn. Bot. Ital.*, 118: 7-42.
- BRAMBATI, A., GHIRARDELLI, E., GIACCONE, G., OREL, G. & VIO, E. 1980.— Bionomia del canale di San Pietro (Sardegna): ricerche sedimentologiche, ideologiche e rilievo acroftogrammetrico in funzione della tipologia e della distribuzione della comunità bentonica. *Nova Thalassia*, 4: 135-171.

- CALVO, S., GIACCONE, G. & RAGONESE, S. 1982.— Tipologia della vegetazione sommersa dello stagnone di Marsala (TP). *Natur. Sicil.*, 4(6): 187-196.
- COPPEJANS, E. 1977.— *Bijdrage tot de studie van der wierpopulaties (Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae) van het fotofiel infralittoraal in het noordwestelijk mediterranean bekken*. Doktoraat Thesis. Rijksuniversiteit. Gent.
- FELDMANN, J. 1937.— Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Rev. Algol.*, 10: 1-339.
- FUNK, G. 1927.— Die Algenvegetation des Golfs von Neapel. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, 7 (suppl.): 1-507.
- GESSNER, F. & HAMMER, L. 1960.— Die Primärproduktion in Mediterraneen *Caulerpa-Cymodocea* wiesen. *Bot. Mar.*, 2: 157-160.
- MEINESZ, A. 1973.— Répartition de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux sur les côte continentales françaises del Méditerranée. *Téthys*, 4(4): 843-858.
- MEINESZ, A. 1979a.— Contribution à l'étude de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (Chlorophycée, Caulerpales). I. Morphogénese et croissance dans une station des côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Bot. Mar.*, 22: 27-39.
- MEINESZ, A. 1979b.— Contribution à l'étude de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (Chlorophycée, Caulerpales). II. La reproduction sexuée sur les côte occidentales de la Méditerranée. *Bot. Mar.*, 22: 117-121.
- MEINESZ, A. 1979c.— Contribution à l'étude de *Caulerpa prolifera* (Forsskal) Lamouroux (Chlorophycée, Caulerpales). III. Biomasse et productivité primaire dans une station des côtes continentales françaises de la Méditerranée. *Bot. Mar.*, 22: 123-127.
- MEINESZ, A. 1980.— *Contribution à l'étude des Caulerpales (Chlorophytes)*. Thèse. Université de Nice. 262 pp.
- MEINESZ, A. & LEFEVRE, J.R. 1978.— Destruction de l'étage infralittoral des Alpes Maritimes (France) et de Monaco par les restructurations du rivage. *Bull. Ecol.*, 9(3): 259-276.
- MEINESZ, A., BOUDOURSQUE, C.F., FALCONETTI, C., ASTIER, J.M., BAY, D., BLANC, J.J., BOURCIER, M., CINELLI, F., CRIK, S., CRISTIANI, G., DI GERONIMO, I., GIACCONE, G., HARMELIN, J.G., LAUBIER, L., LOVRIC, A.Z., MOLINIER, R., SOYER, J. & VAMVAKAS, C. 1983.— Normalisation des symboles pour la représentation et la cartographie des biocoenoses benthique littorales de la Méditerranée. *Annales Inst. Océanogr.*, N.S., 59(2): 155-172.
- MOLINIER, R. 1954.— Première contribution à l'étude des peuplements marins superficiels des îles Pithyuses (Baléares). *Vie Milieu*, 3(2): 226-242.
- PERES, J.M. 1967.— The Mediterranean Benthos. *Oceanogr. Mar. Biol. ann. Rev.*, 5: 449-533.
- PÉREZ, A., MARCOS, C., PÉREZ, I. & ROS, J.D. 1987.— Evolución de las características ambientales de los poblamientos del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Anales Biol.*, 12(3): 53-65.
- PÉREZ, I.M. 1989.— *Fitobentos de una laguna costera. El Mar Menor*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 356 pp.
- PÉREZ, I.M. & HONRUBIA, M. 1984.— Aportación al conocimiento de la flora algal bentónica de la costa murciana, III. *Anales Biol.*, 2(2): 135-146.
- RIBERA, M.A. 1983.— *Estudio de la flora bentónica marina de las islas Baleares*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 636 pp.
- RIBERA, M.A. & GOMEZ, A. 1985.— Catálogo de la flora bentónica marina de las islas Baleares II. Phaeophyceae, Chlorophyceae. *Collect. Bot.*, 16(1): 25-41.

- ROMERO, J. 1985.— *Estudio ecológico de las fanerógamas marinas de la costa catalana: producción primaria de Posidonia oceanica (L.) Delile en las Islas Medas*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 261 pp.
- SOTO, J. 1987.— *Estudio florístico, corológico, autoecológico y sinecológico de las algas bentónicas marinas del sureste de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 587 pp.
- TERRADOS, J. 1986.— *Pigmentos fotosintéticos y producción primaria de las comunidades macrofitobentónicas del Mar Menor, Murcia*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia. 135 pp.
- VERLAQUE, M. 1987.— *Contribution à l'étude du phytobenthos d'un écosystème photophile thermophile marin en Méditerranée Occidentale*. Thèse. Université d'Aix-Marseille II. 389 pp.

AISLAMIENTO GEOGRÁFICO Y AISLAMIENTO ECOLÓGICO EN LAS COMUNIDADES DE GASTERÓPODOS DE DUNA: EL EJEMPLO DE CERDEÑA¹

C.F. SACCHI²

PALABRAS CLAVE: Gasterópodos, aislamiento, dunas.

KEYWORDS: Landsnails, isolation, littoral dunes.

RESUMEN. Se analizan los mecanismos de aislamiento y los patrones de flujo faunístico y genético, en comunidades de caracoles terrestres de países circum-Mediterráneos, para hábitats continentales e insulares.

Comparadas con hábitats calcáreos, las dunas litorales no pueden ser consideradas como sistemas cerrados en los que sería esperable encontrar elementos paleoendémicos o especies particularmente significativas para el biogeógrafo. Sin embargo en Cerdeña, debido principalmente a la presencia de materiales silíceos que no permiten penetraciones hacia el interior ni intercambios faunísticos en comunidades dependientes de suelos haloides, se pueden reconocer algunos ejemplos de islas ecológicas "oceánicas" y "continentales". En estas últimas, las especies xerófilas de hábitats no litorales, procedentes de los montes circundantes, pueden reemplazar a las comunidades dunares típicas. Las islas "oceánicas", igualmente sometidas a condiciones de aislamiento fuerte y prolongado, pueden ser colonizadas por especies extrañas a la fauna sarda. Ambos casos representan modelos de explotación local, por inmigrantes fortuitos, de unos recursos disponibles, que no pueden ser utilizados por un tipo de fauna más especializada.

RESUM. AÏLLAMENT GEOGRÀFIC I AÏLLAMENT ECOLÒGIC A LES COMUNITATS DE GASTERÒPODES DE DUNA: L'EXEMPLE DE SARDENYA. S'analitzen els mecanismes d'aïllament i els patrons de flux faunístic i genètic, a comunitats de caragols terrestres i aquàtics de països circum-Mediterranis, tant per a hàbitats continentals com insulars.

¹ Este trabajo corresponde a la conferencia inaugural de las *II Jornades del Medi Ambient a les Balears*, pronunciada por el autor el día 23 de abril de 1990.

² Dipartimento di Genetica, sezione di Ecologia, Università di Pavia, Piazza Botta, 10, 27100 Pavia (Italia).

Comparades amb hàbitats calcaris, les dunes litorals no poden ésser considerades com a sistemes tancats en els que seria esperable trobar elements paleoendèmics o espècies particularment significatives per als biogeògrafs. Però a Sardenya, degut fonamentalment a la presència de materials silícics, que no permeten penetracions vers l'interior ni intercanvis faunístics a les comunitats lligades a sòls salins, és possible reconèixer alguns exemples d'illes ecològiques "oceàniques" o "continentals". En aquestes darreres, als sistemes arenosos litorals sotmesos a un aïllament important, les espècies xeròfiles d'hàbitats no litorals, provinents de les muntanyes envoltants, poden substituir les comunitats dunars característiques. Les illes "oceàniques" suposen la colonització d'aquests mateixos sistemes, en condicions d'aïllament fort i prolongat, per espècies estranyes a la fauna sarda. Ambdós casos representen models d'explotació local, per immigrants fortuits, d'uns recursos abundants, que no poden ésser emprats per un tipus de fauna més especialitzada.

SUMMARY. GEOGRAPHICAL AND ECOLOGICAL ISOLATION IN DUNE-INHABITING LAND SNAILS: THE CASE OF SARDINIA. Barriers of faunistic and genetic flow patterns between typical land snails communities in circum-Mediterranean countries are shortly outlined, both for insular and continental habitats.

As compared with calcareous rocks or other lime-rich habitats, the littoral dunes cannot be considered as "closed" habitats, where we may expect to find palaeoendemic elements or particularly significant species for the biogeographer and the landscape historian. However in Sardinia, due to a mainly siliceous hinterland that does not allow inland penetrations and faunistic exchanges for communities tied to haloid soils, a few examples of "oceanic" and "continental" ecological islands can be recognized. In the latter, local drought-adapted species of non-littoral habitats, coming from the surrounding hills, can replace the dune communities in strongly isolated sandshore systems. The former, also in conditions of marked and long-lasting isolation, can be settled even by alien species not really belonging to Sardinian fauna. Both cases represent models of local exploitation, through fortuitous immigrant, of the spare resources that more specialized fauna is so unable to reach.

**Mucho aprenderemos en los libros, pero más aprendemos
en la contemplación de la Naturaleza, causa y ocasión de todos los libros.**

(Santiago Ramón y Cajal)

AISLAMIENTO EN LOS MOLUSCOS TERRESTRES DEL MUNDO MEDITERRÁNEO: ENDEMISMOS

La fauna malacològica de las grandes islas mediterràneas ofrece frecuentes ejemplos de fragmentación microalopátrica, parecidos a los que se hallan en regiones continentales próximas. Son manifestaciones microevolutivas, a nivel específico o subespecífico, que se observan con esquemas particularmente evidentes y puntuales en organismos con ecología rupícola y calcícola. Para ellos, cada macizo montañoso, cada pared o peñasco e incluso, a veces, modestas rocas topográficamente fragmentadas, constituyen islas edáficas, rodeadas por suelos y vegetación de tipo diferente. Estas fragmentaciones menudas han

sido estudiadas en la región mediterránea, principalmente entre los Helícidos, familia que muestra, en sus géneros y especies, llamativos abanicos de variaciones morfológicas de las conchas. Aunque menos evidentes, relaciones entre aislamiento y microevolución pueden estudiarse en otras familias de Pulmonados continentales, como los Clausiliidos, Condrinidos y Enidos, y también en grupos de prosobranquios de nuestras montañas (SACCHI, 1956 y 1963).

La analogía de procesos ecológicos y evolutivos entre islas de gran superficie y continentes, está fundada sobre la constatación evidente que una isla como Cerdeña, o como Mallorca, en realidad tiene el valor de un pequeño continente (figura 1) con un espacio zoogeográfico casi ilimitado para animales minúsculos, ectotérmicos, con etología sedentaria, adaptados a condiciones edáficas especializadas y conservadoras, como son los gasterópodos rupícolas (SACCHI, 1989).

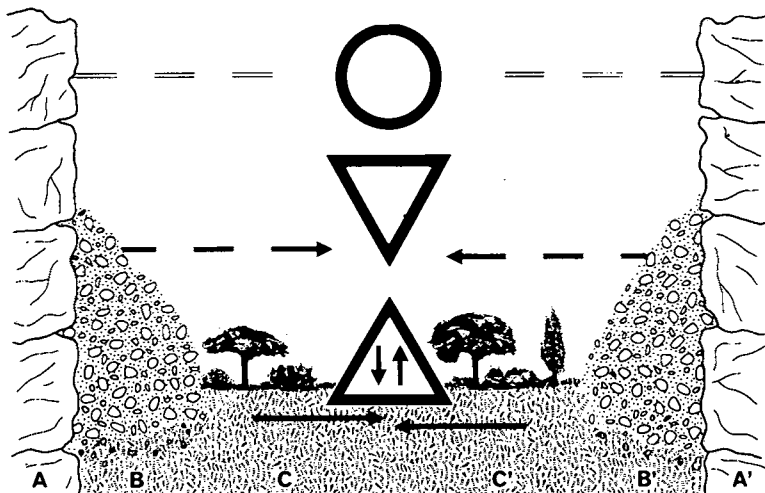


Fig 1.- Aislamiento ecológico y posibilidades de flujo faunístico y génico entre taxocenosis de Moluscos terrestres mediterráneos. Según SACCHI (1963), redibujado. A-A' = asociaciones estrictamente rupícolas; B-B' = asociaciones calcícolas de zonas pedregosas y suelos haloides; C-C' = asociaciones edáficas eurioicas.

Outlines of faunistic and genetic flows between land snail associations of the Mediterranean. A-A' = strictly rock-inhabiting associations; B-B' = associations from rubble and related lime-rich soils; C-C' = edaphism-indifferent associations. Redrawn from SACCHI (1963).

Fenómenos que se desarrollan en espacios de pocos kilómetros no obedecen a modelos muy diferentes, según se trate del mundo bético o del balear, de las montañas de los Apeninos, o de las sierras del norte de Sicilia, tanto si esta microevolución es el resultado de efectos de fundación o de otros mecanismos de dispersión fortuita del polimorfismo genético, o como consecuencia evolutiva de presiones selectivas análogas y paralelas.

La mediación del mar, como aislamiento geográfico, puede favorecer la fragmentación de especies y su radiación hacia formas extremas de la concha, *Exzessivformen*, verdaderas "razas astilla", *Splitterrassen*, tal como lo demostró JAECKEL (1952) y lo confirmaron otros autores (CUERDA, 1989) para la radiación de las *Xeroplexa*, en los islotes circumbaleáricos. En esta línea está la propuesta de RENSCH (1937) para la miriada de especies y subespecies de *Murella*, puntiformes en su distribución en la parte occidental de Sicilia; en esta zona la acción de transgresiones marinas pleistocénicas fragmentó las sierras litorales en pequeñas islas, que volvieron a integrarse a la isla principal al final de las glaciaciones.

Sin embargo, hemos comprobado que un aislamiento paleogeográfico de este tipo no es indispensable para la formación de razas-astilla, es suficiente el aislamiento ecológico dentro de un "mar" de suelos no colonizables, como ha sido puesto de manifiesto para *Murella* y para otros muchos casos (SACCHI, 1956 y 1963). También se conocen en artefactos humanos de piedra caliza, perdidos entre extensiones de tierra de cultivo (BACCI, 1951).

A pesar de la edad, bastante moderna, de las costas e islas mediterráneas (GIUSTI & MANGANELLI, 1984), podemos calificar de paleoendemismos los grupos principales de Pulmonados rupícolas de distribución aislada y limitada; estos Gasterópodos viven en ambientes poco accesibles, ecológicamente muy selectivos por razones tróficas y, más genéricamente, energéticas; al mismo tiempo se mantienen al amparo de invasiones y de la competencia por especies ecológicamente menos especializadas. Constituyen, pues, comunidades poco contaminadas por la ola de poblamientos post-glaciales que han modificado la identidad faunística de las costas mediterráneas, "europeizándola" con la llegada de especies ecológicamente "modernas", eurítopas y eurioicas, procedentes de zonas de refugio periféricas, sobre todo sud-occidentales; estas especies han provocado homogeneización faunística en medios abiertos, menos exclusivos, más fácilmente colonizables (SACCHI, 1963 y 1989, LA GRECA & SACCHI, 1957). De esta forma quedan las taxocenosis rupícolas al amparo de la potentísima componente de trivialización del paisaje representada por

la actividad humana. Sicilia ha podido así conservar sus *Murella*, Baleares sus *Iberellus*, Mallorca su *Allognathus*, y Canarias sus *Hemicycla*, fomentando la radiación evolutiva local de estos elementos antiguos.

AISLAMIENTO EN TAXOCENOSIS NO RUPÍCOLAS

En distintas islas mediterráneas también se hallan elementos paleoendémicos en especies no rupícolas, habitualmente calcífilas. El aislamiento ecológico en estas especies es menos estricto (figura 1) aunque deban cruzar flujos faunísticos y genéticos a través de ambientes poblados por faunas de otra ecología. En este segundo tipo fundamental de paleoendemismos contamos, por ejemplo, con Helicelinas, Clausiliidos o Enidos de zonas pedregosas, que pueden establecer flujos aprovechando una relativa movilidad de sus substratos típicos: movilidad natural, o alentada por la intervención milenaria del hombre.

Por otro lado, en los ensayos de colonización de substratos nuevos, estos elementos petrícolas tienen que pasar por condiciones nuevas, compitiendo y enfrentándose a otras especies de taxocenosis intermedias entre zonas pedregosas con el riesgo de encontrarse con predadores y competidores previamente desconocidos.

Según varios autores, esta segunda categoría de malacofauna puede incluirse en taxocenosis ruderales. Creo que sería mejor conservar el término ruderal para especies, si no polinitrófilas, sí, al menos, antropócoras. Seguramente el verdadero elemento ruderal tiene problemas de difusión y aislamiento bastante parecidos, aunque las especies auténticas ruderales tienen un valor ecológico globalmente superior que las especies de zonas pedregosas, y su moderna difusión, a veces pandémica, puede fundamentarse en una adaptabilidad, individual y específica, mucho más amplia, junto a una relativa indiferencia edáfica. Por otra parte, como en nuestro mundo el predominante ambiente humano es creador, o condicionador potente de medios intrínsecamente multiformes y movedizos, continuamente modificados en el espacio y el tiempo, las especies animales que se adaptan más directamente a convivir pagan ciertas ventajas con una incertidumbre de supervivencia. El hecho de presentarse situaciones con recursos energéticos más abundantes y constantes, explotados por ecologías polinitrófilas, omnívoras, coprófagas; situaciones de destrucción de barreras geográficas y ecológicas; situaciones

con ausencia de parásitos, predadores, competidores, etc., tiene como contrapartida la precaria existencia del ambiente mismo, que el hombre crea y destruye según ritmos imprevisibles para la especie ruderal. De esta forma, los espacios más intensamente antropizados son teatros de apariciones y desapariciones de especies adventicias, potenciales cabezas de puente para ensayos de adaptación y naturalización de especies que pueden, en caso de tener éxito, llegar a ocupar grandes regiones geográficas (SACCHI, 1952a; 1960, LA GRECA & SACCHI, 1957).

En el aspecto morfológico hay que señalar el paralelismo morfológico (sensu SACCHI, 1985b) de muchas especies pertenecientes a esta fauna malacológica ruderal. Son convergencias particularmente evidentes las de Helicelinas mediterráneas que desde taxones diferentes llegan a formar conchas muy parecidas bajo una misma presión selectiva. En *Cernuella*, *Candidula*, *Xerotricta*, *Xeroplexa*, *Trochoidea*..., estas adaptaciones se traducen en conchas aplastadas, rugosas, de color pardo o lívido, con bandas poco distintas y en una ecología genéricamente esciáfila. Son convergencias que crean complicados problemas taxonómicos y microsistemáticos. Hay, por cierto, en las Helicelinas formas por converso muy altas (*Cochlicella*), tan altas que llegan a aciculares, ofreciendo así ventajas análogas de abrigo y protección microclimática a las formas discoidales y deprimidas (SACCHI, 1971; SACCHI & VIOLANI, 1977).

Sin embargo, cuando por factores geográficos o ambientales, de la actualidad o históricos, hay un aislamiento eficaz, se pueden hallar ejemplos significativos de "razas astilla", particularmente en especies más calcífilas, que son más fácilmente aislables, como en las *Candidula* del Apenino meridional calizo, las *Trochoidea* de Sicilia e islas mayores adyacentes, y las *Xeroplexa* circumbaleáricas que hemos citado anteriormente (SACCHI, 1964).

MALACOFAUNA E HIPÓTESIS DE COLONIZACIÓN INSULAR

El substrato calizo siempre constituye una premisa óptima de colonización insular que puede estar corregida, en lo desfavorable de su influencia (aridez), por microclimas húmedos y vegetación suficientemente densa. Este substrato resulta óptimo no solo en especies rupícolas o de tipo ruderal, sino también en Gasterópodos continentales de otras exigencias ecológicas, incluso los más eurioicos, como los grandes Helícidos, tan a menudo transportados por el hombre (*Eobania*, *Otala*, *Cryptomphalus*, *Cantareus*...).

Como resultado de lo anteriormente expuesto, hay que preguntarse cuanta validez tienen las hipótesis clásicas o modernas de instalación insular, las cuales subrayan la importancia de la superficie de las islas y su distancia al continente. Las hipótesis de la escuela de MC ARTHUR & WILSON (1967); o modelos que insisten en la geometría del continente donde aparecen los flujos inmigratorios hacia las islas (TAYLOR, 1987) no podrían aplicarse sino muy críticamente a nuestro mundo y nuestro material biológico. Las islas más pequeñas de nuestro mar están muy raramente situadas lejos del continente o de grandes islas adyacentes y, en muchos casos, formaron parte, en fases regresivas pleistocénicas, de estos mismos territorios, son típicas islas "continentales". Las islas "oceánicas" en el Mediterráneo, son volcánicas, poco frecuentes y pobres en calcio movilizable. Por su naturaleza química sus poblamientos de moluscos son básicamente menos ricos en especies e individuos, en comparación con islotes más pequeños, pero de suelo calizo. Finalmente, la acción constructiva, pero trivializante del hombre, es siempre importante (LA GRECA & SACCHI, 1957; SACCHI, 1957). Esta acción puede jugar un papel importante también en islotes hoy apartados y deshabitados que, sin embargo, pudieron ser utilizados por campesinos o mineros, cuando no, estaciones militares, guarida de corsarios, abrigo de pescadores y navegantes e, incluso, colonias penitenciarias.

De esta manera se explican presencias florísticas y faunísticas enigmáticas (LA GRECA & SACCHI, 1957; SACCHI, 1957; 1960; ZAVATTARI, 1960) atribuíbles al hombre navegante, campesino y constructor, si no ¿cómo se explican los elementos faunísticos "italianos" en Menorca? (SACCHI, 1957; 1958).

Con más realismo y prudencia podríamos adaptar a nuestros problemas hipótesis más modernas, aceptando así las objeciones de HANSKI & PELTONEN (1988) al citado modelo de TAYLOR (1987). Estos autores declaran que en modelos realísticos la geometría del continente y de las islas debe ser integrada en la etología de los migrantes, y LOMOLINO (1990), al mismo tiempo, mantiene la importancia de los factores geométricos, concluyendo la exposición de su modelo afirmando que "la tasa de inmigración y, más en general, la estructura de las comunidades insulares, puede ser influida por la geometría de las islas y de las fuentes potenciales, pero también por las características de especies y barreras en juego" (hipótesis del area-blanco).

La hipótesis "energética" de WRIGHT (1983) nos parece la más ecológica de todas. Este modelo subraya la importancia de la energía localmente disponible. Esto quiere decir, simplificando al extremo, que una especie puede

hallarse abundante en una isla si en esta encuentra recursos abundantes. Por otra parte, discute de forma partidaria y con sentido naturalístico, varias situaciones y posibilidades, reconociendo en su propio ensayo que hay que integrar "factores especies-limitantes", variables según lugares y organismos considerados. En este sentido, la teoría energética solo representa un paso en esta dirección. Si integramos la energía (que podría ser trófica, térmica, luminosa, etc.) al aspecto químico-edáfico, tendríamos un cuadro hipotético valedero para presencias, abundancias y posibilidades de extinción de los poblamientos malacológicos de nuestras islas.

ENANISMO INSULAR

El enanismo insular es un fenómeno bastante frecuente en islas del Mediterráneo Occidental, y merece una referencia porque se conocen casos en diversos grupos ecológicos de Gasterópodos y en distintas taxocenosis rupícolas, de medio ruderal, y también en especies de ecología relativamente indiferente, potencialmente capaces de establecer flujos entre poblaciones (figura 1) con una sola limitación de concomitante presencia —y posible competencia— de otras especies eurioicas.

Los enanismos insulares son muy conocidos, precisamente en una de las especies mediterráneas más eurioicas, el común Helicido comestible *Eobania vermiculata* (Müll.). Se encuentran poblaciones enanas en islas limitadas, tanto de suelo calizo como volcánico, sin relación regular con la superficie o los recursos tróficos. Hay que contar, en este aparente desorden, con posibles reintroducciones sucesivas en el mismo territorio insular de una especie que puede ser transportada fácilmente por el mismo hombre. Sin embargo, no se puede ignorar el papel jugado por la regla ecológica de la talla de Moluscos propuesta por Rensch (SACCHI & TESTARD, 1971). Se encuentran así pequeñas tallas en territorios insulares desfavorables debido a distintos factores o conjunto de factores: edáficos (carencia de calcio), climáticos (aridez) o tróficos (escasa vegetación: *E. vermiculata* es una especie fitícola y omnívora).

En muchas islas, grandes o pequeñas, también hay casos de enanismo cronológico, que consiste en la presencia actual de poblaciones de individuos con talla inferior a la de sus precursores pleistocénicos. Hemos encontrado casos en *Murella* cerca de Palermo, en *Marmorana* cerca de Cagliari (SACCHI, 1956; 1989) en los *Iberellus* de Menorca (SACCHI, 1958) y también en las *Xeroplexa*

de Eivissa (SACCHI, 1954b), probablemente son una consecuencia común de un empeoramiento climático general del Mediterráneo cuaternario. Es posible controlar casi experimentalmente el realismo de esta interpretación en distintas especies de Mallorca estudiadas por COLOM (1988). En la Serra Nord, poblaciones de *Helix (Cryptomphalus) aspersa* (Müll.) y *Otala punctata* (Müll.), ambas especies mesófilas y fitícolas de amplia distribución, se hallan compuestas de pequeños individuos en lugares de clima árido y de individuos de tamaño grande en las zonas más frescas. Gradientes similares se encuentran en la especie mesófila-rupícola y calcífila, *Iberellus balearicus* (Pfeiffer), en la misma región (SACCHI, 1956).

Un caso particular es el de Lampedusa, pequeña isla caliza entre Sicilia y Túnez. En esta isla puede encontrarse un cronodemo más enano que el actual, un mismo ejemplo de enanismo insular (SACCHI, 1956). Las *Eobania* son las más pequeñas que encontré en todas mis investigaciones mediterráneas; su presencia correspondió posiblemente a una fase de pre-desertificación en un territorio todavía árido, pero como vimos, *E. vermiculata* se introduce fácilmente por vía pasiva, por el hombre, de forma voluntaria o involuntaria con los materiales vegetales y maderas: no tenemos pruebas de reversibilidad de los cronodemos enanos. Para estas especies, algunos autores antiguos propusieron una nomenclatura subespecífica (microraza geográfica), pero són posiblemente casos de ecomorfosis locales que en islas poco extensas y tróficamente empobrecidas, si no intervienen repoblaciones sucesivas, acaban siendo lugares de no retorno para elementos faunísticos de pequeño tamaño y limitada movilidad, aún en los más eurioicos de los Gasterópodos continentales.

AISLAMIENTO Y EVOLUCIÓN EN EL MEDIO DUNAR

Un modelo evolutivo del tipo propuesto para Gasterópodos que no sean, ni rupícolas, ni estrictamente obligados por presupuestos de edafismo químico particular, podría aplicarse a los que viven en el borde arenoso del litoral. Las dunas marítimas parecen ofrecer medios abiertos, potencialmente ilimitados, aunque tengan, sobre todo, una extensión "bidimensional" como ciertos horizontes bionómicos del litoral marino, poco profundos pero larguísimos.

Casi no se encuentran barreras mecánicas en las dunas litorales, y éstas ofrecen espacios con poca competencia interespecífica a una colonización ani-

mal que sepa hacer frente a los riesgos dominantes de la aridez, física y sobre todo fisiológica, debida a la sal marina.

En efecto, la estructura faunística de las dunas litorales, incluso para los Moluscos, es sensiblemente monótona alrededor del Mediterráneo central y occidental, con amplios desbordes en la costa atlántica, ibérica y marroquí. Sin embargo, se encuentran aquí y allá inclusiones de endemismos regionales, geográficamente poco extensas, con caracteres paleoendémicos, especialmente en el Maghreb (SACCHI, 1955). Pero los rasgos principales de las taxocenosis malacológicas son muy uniformes como consecuencia de equilibrios faunísticos que han ido constituyéndose en el curso del Cuaternario, llegando gradualmente hasta el Levante mediterráneo (SACCHI, 1971).

La euritopia de los Gasterópodos dunícolas tiene su fundamento precisamente en adaptaciones fisiológicas particulares de organismos idóneos para tolerar, casi como especies desérticas, situaciones de alta tensión ambiental: estivaciones no crípticas, lejos de un suelo que se llega a calentar mucho; medios movedizos, continuamente barridos por los vientos del mar que traen sal y que encuentran pocos obstáculos en la vegetación discontinua del frente dunar; medios tróficamente pobres.

Por otro lado estas especies son relativamente independientes de la presencia del calcio movilizable del suelo y de su granulometría, mientras esta no llegue a ser demasiado grosera (SACCHI, 1985a). Sin embargo aquí tenemos un contingente de especies que difícilmente colonizan suelos geloides; su invasión al interior del país se limita a suelos calizos, pues las rocas calcáreas duras no son conformes a su ecología. Posiblemente esta severa calcifilia extradunar está en relación con la función de ahorro de iones minerales que ejerce el calcio reduciendo la permeabilidad celular. Los suelos calizos jugarían aquí un papel vicariante de la salinidad litoral, análogo al papel jugado en hidrobiología por las aguas internas duras con respecto a especies de origen marino o salobre (SACCHI & TESTARD, 1971).

Debido a su aspecto trófico omnívoro-coprófago, como respuesta a la escasez de proteínas en un medio tan abierto y poco poblado, la malacofauna dunar puede encontrar en la creciente ruderalización y trivialización de las dunas por sobrecarga turística, un factor localmente favorable para su expansión e incremento en la densidad de sus poblaciones (SACCHI, 1970). Tan altas posibilidades de adaptarse a medios selectivos explica el éxito de la "Kustenfauuna" de KOBELT (1898) en la colonización de países lejanos, donde el hombre trajo estos "white snails" a climas de tipo mediterráneo, desde California hasta Africa del Sur y Australia (GODAN, 1983; BAKER, 1986).

Parece así que el sustrato dunar puede ofrecer a los Gasterópodos terrestres el máximo grado de libertad de ambiente para su difusión geográfica, llegando de esta manera a un máximo de uniformidad faunística, sobre todo en una región insular relativamente limitada como Cerdeña.

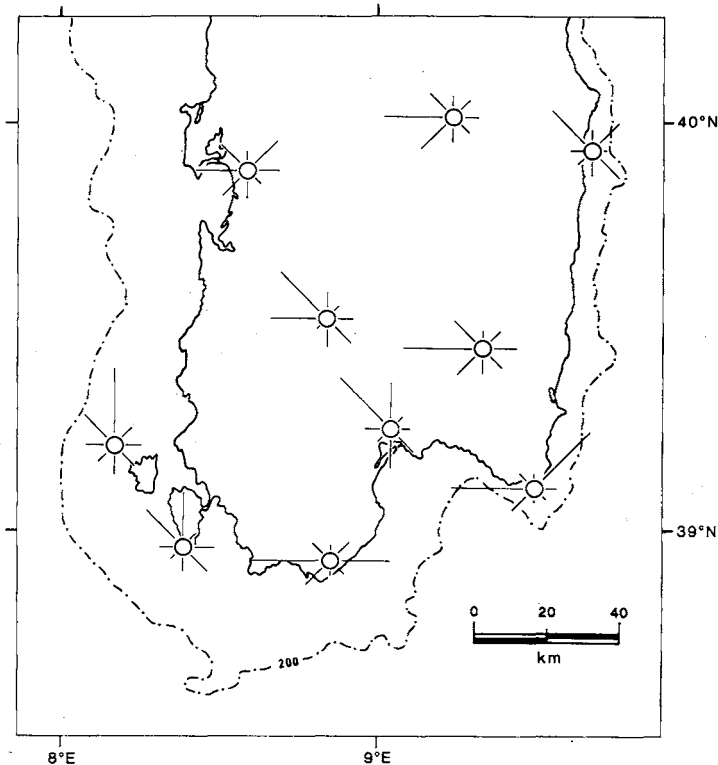


Fig. 2.- Factores hidrográficos y anemométricos que favorecen la constitución de extensos sistemas de dunas litorales a lo largo de las costas occidentales y meridionales de Cerdeña. Modificado de SACCHI (1986).

Hydrographic and anemometric factors favouring extensive littoral dune formation along the western and southern shores of Sardinia.

Sin embargo no es así, nueve años de investigación nos permiten constatar importantes discontinuidades en las poblaciones, junto a presencias inesperadas, provocadas y mantenidas por el aislamiento ecológico de sus playas, motivado por barreras edáficas en las que interviene una litología en gran parte no caliza, así como una morfología escabrosa de la costa y de todo el país sardo.

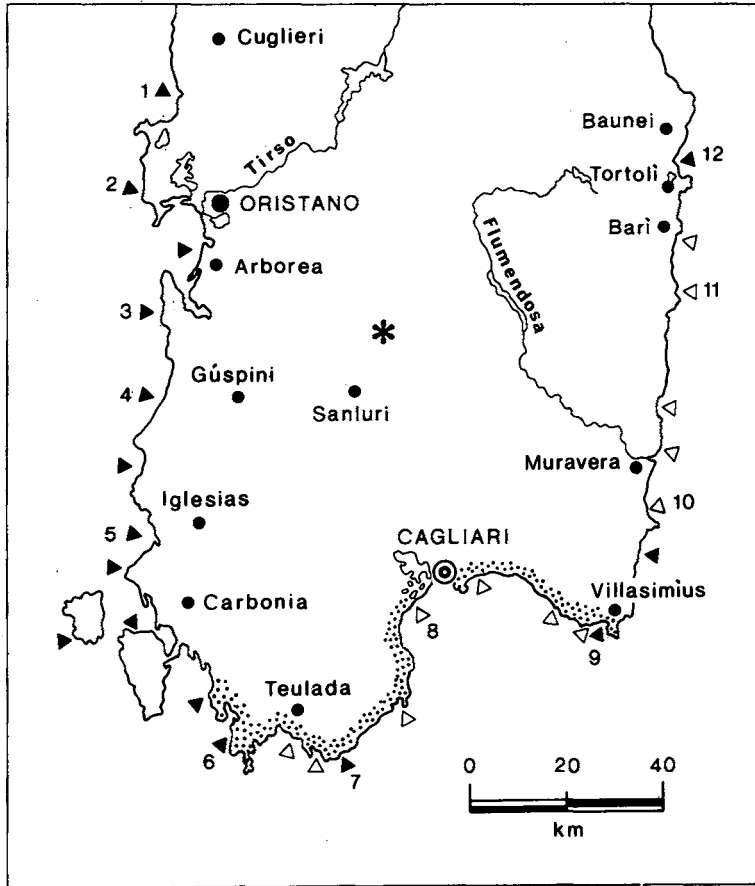


Fig 3.- Principales sistemas de dunas (triángulos negros) y de playas arenosas sin dunas (triángulos blancos) en Cerdeña occidental y meridional. La trama en la costa meridional representa la distribución discontinua de *Mastus pupa* (Brug.). El asterisco indica la localización ectópica de *M. pupa* en la zona arqueológica central (modificado de SACCHI & VERRI (1985)).

The main dune systems (black triangles) and sandy beaches without dunes (white triangles) on the western and southern Sardinia. The cross-hatching for the S coast represents the discontinuous distribution of *Mastus pupa* (Brug.). The asterisk shows the ectopic localization of *M. pupa* in the central archaeological zone (modified after SACCHI & VERRI (1985)).

Las extensas zonas graníticas, porfiríticas y de esquistos, así como lavas recientes, juegan un variado papel de barrera para la malacofauna. Como

hemos visto, una litología pobre en calcio no permite penetraciones al interior del país de la fauna dunar, sino por las dos aberturas marítimas, al noroeste y al sureste, del Campidano, la llanura plio-pleistocénica que separa el macizo del Iglesias y Sulcis, metalífero, de la masa principal de la isla. Al mismo tiempo, la presencia en la costa de una sucesión de cabos y escolleras, corta y despedaza los sistemas dunares en subsistemas locales. Los más largos, (figura 2), moldeados a lo largo de la costa occidental y meridional, por condiciones batimétricas y anemométricas favorables (baja profundidad, dominancia de “maestrale”, conjunto de vientos del oeste) están colonizados por faunas típicas, ricas en especies e individuos (SACCHI, 1985a; 1989). Sin embargo, en la costa oriental estos mismos vientos, y la mucha mayor profundidad, en el umbral de la fosa del Bajo Tirreno, raramente permiten la construcción de verdaderas dunas, aquí reemplazadas por playas bajas y estrechas, (figura 3). Hay también, al pie de paredes de rocas silíceas, playas menores, o tapices de arena muy tenues sobre estas mismas rocas, poblados por pocos y triviales elementos que llegan directamente del interior. De estas pequeñas playas no trataremos en nuestra síntesis (véase SACCHI, 1986; SACCHI & VERRI, 1985). Sin embargo, hay condiciones análogas, por ejemplo, en Galicia (SACCHI & VIOLANI, 1977) pero con una fauna mediterránea empobrecida, que está cerca, para varias especies, de su límite septentrional.

ASOCIACIONES Y ESPECIES TÍPICAS

Los sistemas mayores de dunas sardas poseen poblaciones vegetales típicas y completas (BRAMBILLA *et al.*, 1982) con seriaciones que llegan hasta la etapa de grandes enebros y sabinas (*Juniperus oxycedrus* L. y *J. phoenicea* L.). Son dunas formadas por arenas finas, con diversas proporciones de calcio según la naturaleza del interior inmediato del país, pues las aportaciones organógenas del mar son actualmente casi insignificantes.

A esta zonación vegetal típica corresponden zonaciones típicas en la malacofauna dunar (figura 4). A este tipo de paisaje está condicionada la presencia del elemento más específicamente dunícola de la malacofauna italiana, la heli-cela *Polloneriella contermina* (Shuttl.), (figura 5) con una distribución peritirrenica, desde Toscana hasta el Maghreb oriental (SACCHI, 1952 b).

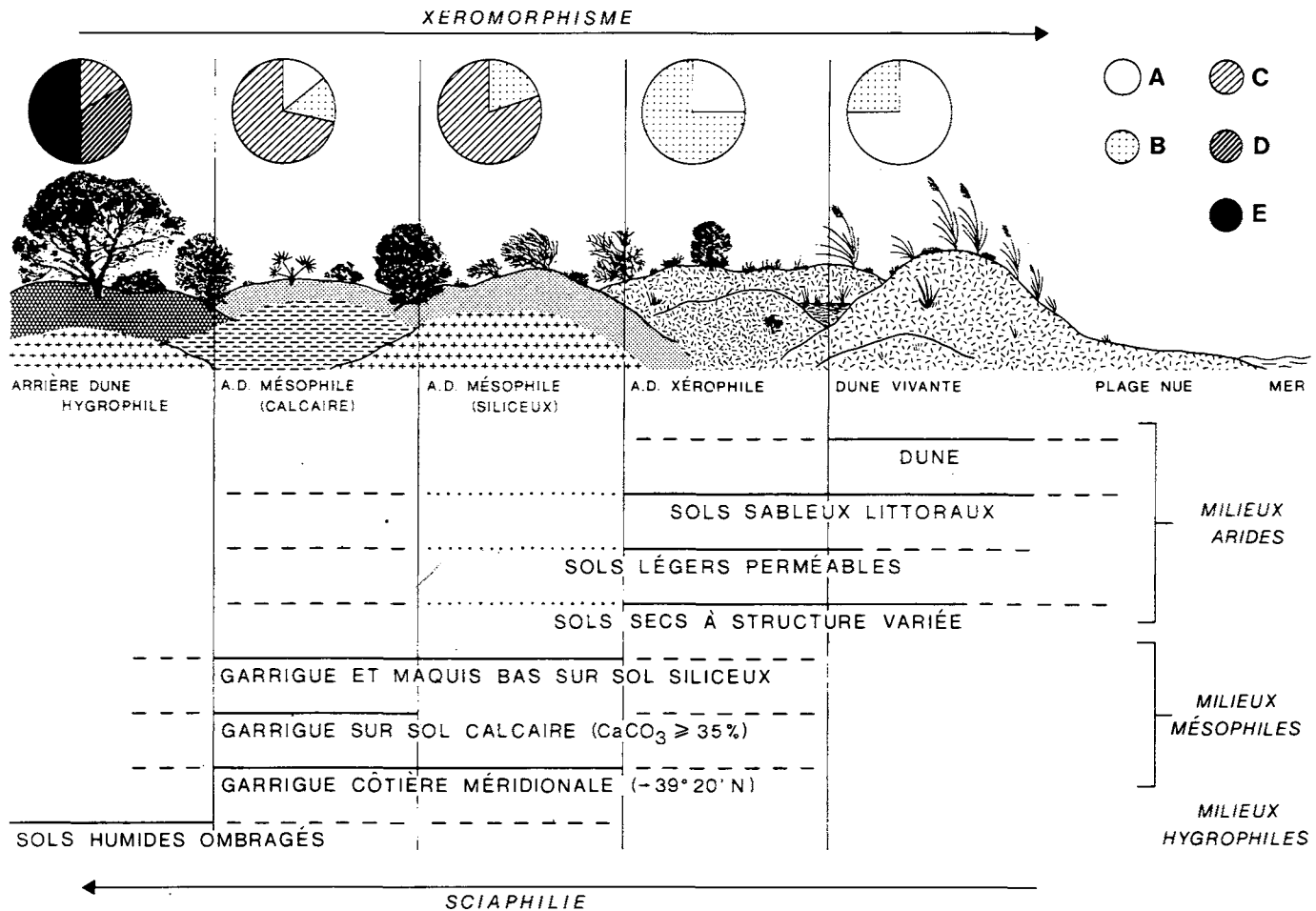


Fig 4.- Esquema de zonación de las taxocenosis de Gasterópodos dunícolas de Cerdeña. La densidad progresiva de las tramas representa el enriquecimiento creciente en coloides de arena, hacia el interior del país. En la parte superior de la figura se indican los aspectos bióticos de cada facies malacológica, construidos según el sistema de formas biológicas de SACCHI (1985b); A = especies xerófilas con estivación no críptica, B = especies xerófilas con estivación críptica, C = mesófilas, D = hígrofilas con concha, E = desnudas (modificada de SACCHI (1986)).

A scheme of the zonation of dune-inhabiting snail associations in Sardinia. The growing content of colloids in sands is shown by the progressive line density of the plotted areas. Biotic spectra are given above, according to SACCHI's (1985b) system of life-forms: A = xerophilous species with acryptic aestivation, B = xerophilous species with cryptic aestivation, C = mesophilous, D = shelled hygrophilous, E = naked species.

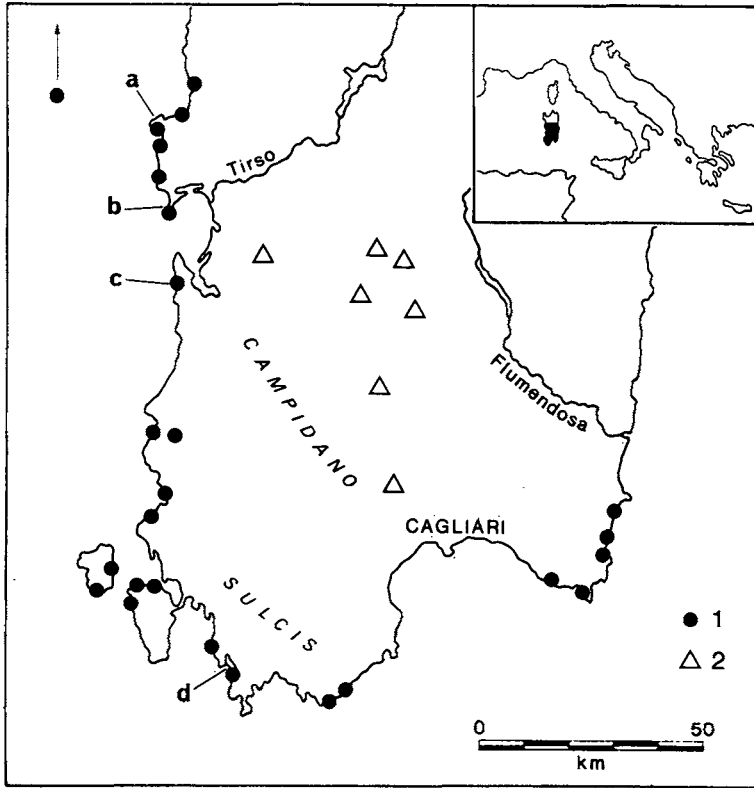


Fig. 5.- (1) Presencias de *Polloneriella contermina* (Shuttl.) (Helicellinae), la especie más estrictamente dunícola de la malacofauna italiana. Compárese esta distribución con la de los triángulos negros de la figura 3. (2) Localización en el interior del país del "caracol blanco de dunas" *Theba pisana* (Müll.). a = cabo Pallosu, b = cabo San Marco, c = Santadi, d = Porto Pino. De SACCHI (1989).

(1) Dispersal of the most strictly dune-inhabiting snail of the Italian fauna, *Polloneriella contermina* (Shuttl.) (Helicellinae). Compare the distribution of black triangles in figure 3. (2) Inland distribution of the "white dune snail" *Theba pisana* (Müll.). a = cape Pallosu, b = cape San Marco, c = Santadi, d = Porto Pino. From SACCHI (1989).

En Cerdeña, el Prosobranquio calcícola *Pomatias* (= *Cyclostoma*) *sulcatum* (Drap.) ofrece una distribución particularmente interesante. Esta especie es también peritirrenica, distribuyéndose desde Provenza hasta el Maghreb oriental. Desde un punto de vista biológico y ecológico presenta una considerable analogía con *Tudorella ferruginea* (Lam.) de la fauna balear, la cual es muy parecida incluso en las variaciones cromáticas de la concha. Sin embargo,

a lo largo de la costa oeste de Cerdeña, este Prosobranquio adquiere una ecología de retroduna arenosa. En otros distritos sardos – indicados en la figura 6– *P. sulcatum* confirma su fidelidad a rocas calizas compactas, tanto en la costa como en el interior, sin mostrar razas morfológicas distintas, contrariamente a lo que ocurre en Sicilia (SACCHI, 1954a y 1957).

La otra especie del género, *Pomatias elegans* (Müll), tiene una distribución casi paneuropea. En Cerdeña se distribuye más al norte y únicamente se encuentra en lugares muy antropizados de la zona de estudio (figura 6) sin llegar a las dunas. Una distribución hasta las zonas dunares sucede en las mismas latitudes de Italia continental (SACCHI, 1953 y 1981).

En cambio, condiciones análogas a las que conducen hasta la duna a *P. sulcatum* (presencia de fragmentos de antiguas arenas calizas entre dunas recientes o removilizadas) pueden traer hasta el mar colonias –aunque poco numerosas y muy discontinuas– de la común clausilia antropófila y antropócora *Papillifera papillaris* (Müll.), que sin embargo no llegan a formar parte de verdaderas taxocenosis dunícolas.

Por otro lado, el común “caracol blanco de dunas”, *Theba pisana* (Müll), (figura 5), no sólo coloniza grandes dunas, sino también como las *Cochlicella* y *Trochoidea trochoides* Poir. (= *conica* Drap) coloniza grandes sistemas de playas sin dunas, en la costa meridional. *Th. pisana* se encuentra también en muchas estaciones con suelos de margas en el Campidano acompañada de *Cochlicella* con varias Helicelinas. Entre estas últimas, merece una cita particular una especie arenícola, *Trochoidea elegans* (Gm.), del Golfo de León y Cataluña, muy frecuente en los medios calizos del Maghreb nord-oriental, que sin embargo es rara en Cerdeña, encontrándose en algunas estaciones del Campidano, lejos de la zona litoral, (figura 7).

En suelos haloides de la zona litoral con matorrales destaca la presencia del Enido *Mastus pupa* (Bruf.) (figura 3), que se limita a una faja meridional del territorio. Esta especie es de origen oriental y de distribución “transmediterránea” (sensu SACCHI 1955) muy frecuente en Sicilia y el Maghreb, que puede encontrarse fósil en Baleares (SACCHI, 1958; CUERDA, 1989). En el centro de Cerdeña, en las ruinas de “Nuraghe” en la zona arqueológica de Barúmini, se encuentra una población aislada de esta especie, lo cual representa una prueba más a favor de la influencia del hombre en la biogeografía mediterránea. Este hecho puede relacionarse con la presencia de *Mastus hispalensis* West. de Sevilla y con la notificación de CUERDA (*op. cit.*) sobre su presencia, por otro lado enigmática, en la provincia de Cadiz.

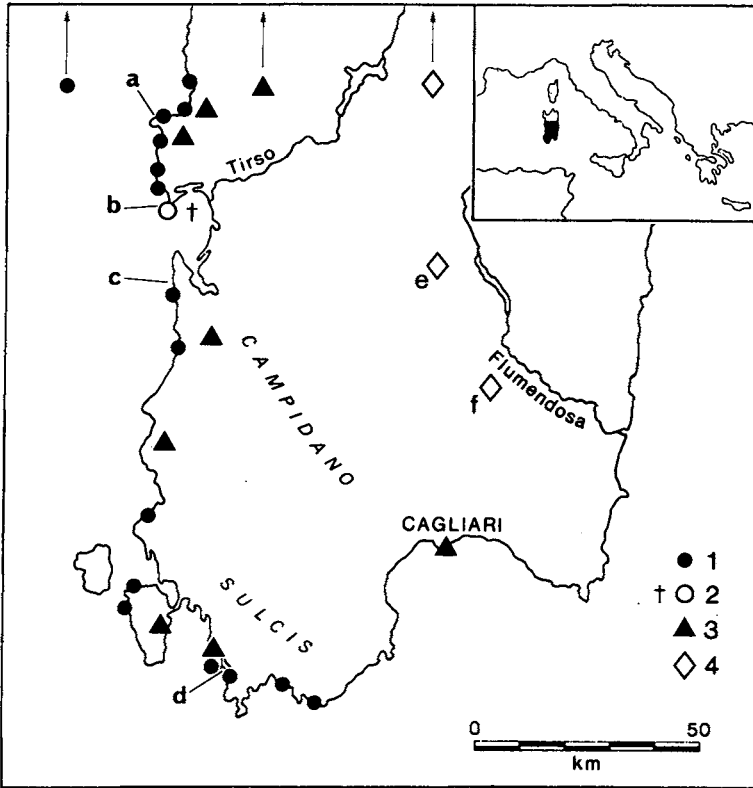


Fig. 6.- Presencias litorales de *Pomatias sulcatum* (Drap.) (Prosobranchia): (1) en arenas, (2) fósil en arenas rubias de Cabo San Marco y (3) en suelos no arenáceos, pero ricos en CaCO_3 movilizable. (4) Localizaciones en Cerdeña meridional de *Pomatias elegans* (Müll.). De SACCHI (1989).

Littoral dispersal of *Pomatias sulcatum* (Drap.) (Prosobranchia): (1) on sandy shores, (2) as a fossil, in the red Pleistocene sandstone of Capo San Marco, (3) light soils rich in CaCO_3 . (4) Isolated findings of *Pomatias elegans* (Müll.) in southern Sardinia. From SACCHI (1989).

Cerca de Cagliari, *Sphincterochila candidissima* (Drap.) alcanza localmente la orilla del mar. Esta especie es mediterránea, termófila, estrictamente cacícola, pertenece a un grupo desertícola en su ecología y es muy sedentaria y perezosa. En Cagliari está enfeudada a la terra rossa de origen terciario. Su presencia está muy localizada en Cerdeña; sin embargo, *S. candidissima* no puede considerarse un elemento dunícola, su presencia, incluso en el umbral de arenas litorales es excepcional.

PRESENCIAS EXTRAÑAS Y DE SUSTITUCIÓN

La estructura uniforme de las taxocenosis malacológicas de dunas se encuentra localmente interrumpida y alterada por presencias extrañas, siendo ésta otra consecuencia de las barreras físicas y antrópicas.

En la desembocadura de los dos torrentes llamados los Piscinnas (figura 7), hay un sistema de grandes dunas, pobres en calcio. En éstas se presenta una zonación vegetal bastante típica, pero respecto a los Gasterópodos, al lado de la rarísima *Theba pisana*, no se encuentra ni *Polloneriella contermina* ni otro elemento típico de la taxocenosis. Sin embargo, hay una helicella xerófila cuya presencia en Cerdeña es única y problemática, se trata de *Xeromunda* cfr. *durieui* (Moq.-Tand.). Las *Xeromunda* más cercanas se encuentran en una zona litoral limitada al Golfo de Taranto y al Maghreb nord-oriental (MANGANELLI & GIUSTI, 1989) puesto que la *X. turbinata* DeCrist. & Jan, del Faro de Messina, aunque tenga un aspecto exterior parecido, es realmente una pequeña *Cernuella* (GIUSTI, com. per., analizando mi material de Octubre de 1971).

La presencia de *X. cfr. durieui* en estas dunas puede ser resultado de una introducción pasiva, y su persistencia fruto de una competencia interespecífica nula. Estas playas fueron aisladas, incluso antropogeográficamente hace unos años, debido a la existencia de una colonia penal mucho más extensa que en la actualidad. Unos kilómetros más al norte, la especie se hace mucho menos frecuente, se asocia a elementos locales y pronto desaparece. Las playas, al norte y al sur de Piscinnas tienen asociaciones típicas, sin *X. durieui*, caracterizadas por *Polloneriella contermina* que incluso penetra unos kilómetros al interior del país donde los vientos dominantes del oeste empujan las dunas de los pequeños valles abiertos al mar (SACCHI, 1989).

Otras presencias excepcionales en playas arenosas revelan el juego del aislamiento ecológico. Así, en las playas, sin dunas verdaderas, del Golfo de Oristano, (figura 7), encontramos poblamientos de una helicella que vive fundamentalmente en las montañas calizas del país: *Xerosecta* (= *Xeromagna*) cfr. *cespitum* (Drap.), es una especie xeromorfa que también encontramos fósil en capas rojas pleistocénicas de Cabo de San Marco, junto a especies mesófilas, pero sin ninguna de las especies que pueblan actualmente las dunas del Cabo (CARRADA *et al.*, 1966). Hoy, la presencia de *Xerosecta* en las playas oristanenses puede considerarse como una vuelta al mar —en ausencia de los elementos más modernos y típicos— de elementos xerófilos localmente banales que fueron eliminados, en épocas sucesivas, de las grandes dunas.

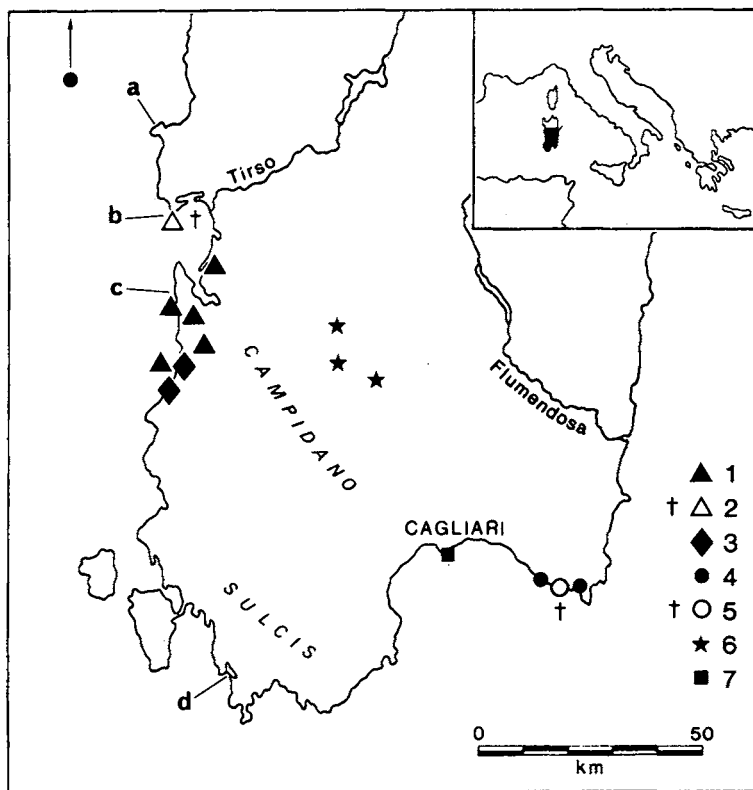


Fig. 7.- Presencias excepcionales en medio dunar u otro ambiente litoral de: *Xerosecta* cfr. *cespitum* (Drap.), actual (1) y fósil (2), del Pleistoceno, a Capo San Marco (2), *Xeromunda* cfr. *durieui* (M.T.) (3), *Trochoidea pyramidata* (Drap.), viviente (4) y subfósil (5). Estaciones con *Trochoidea elegans* (Gm.) (6). Presencia litoral, no psamícola de *Sphincterochila candidissima* (Drap.) (7). Modificado de SACCHI (1989).

Unexpected findings in sand dunes or on sandy shores of: *Xerosecta* cf. *cespitum* (Drap.), alive (1) and fossil, in the Pleistocene of Capo San Marco (2), *Xeromunda* cf. *durieui* (M.T.) (3), *Trochoidea pyramidata* (Drap.), living (4) and subfossil (5). Inland stations of *Trochoidea elegans* (Gm.) (6). Littoral presence of *Sphincterochila candidissima* (Drap.) (7). Modified after SACCHI (1989).

Ejemplos análogos los podemos encontrar en *Trochoidea pyramidata* (Drap.), especie muy frecuente en suelos no arenosos de los países centromediterráneos. *T. pyramidata* es también común al norte de Cerdeña, cerca del Alguer, Porto Torres y Sassari, países más ricos en rocas calcáreas, pero no es común al sur de la gran isla. La encontramos viviente o subfósil en tres

playas al este de Cagliari (figura 7) en el rincón suroriental de Cerdeña. En esta zona puede estar acompañada de *Theba pisana* y *Polloneriella contermina* en las playas sin zonación malacológica típica. El carácter fortuito y probablemente transeunte de su discontinua presencia psamícola está documentado por su desaparición de las localidades más antropizadas, aún considerando su tendencia a refugiarse en microambientes de tipo ruderal. Así, cerca de Villasisius, donde la encontramos viviente en 1979, ya no se encontraba ocho años más tarde. Este destino ha sido común a muchos elementos faunísticos característicos o triviales, destruidos por la explotación turística irracional de nuestras playas mediterráneas.

En las arenas litorales no se hallan los elementos paleoendémicos de la malacofauna sardo-corsa. Tanto las *Marmorana* como *Tacheocampylaea* pueden localmente acercarse a la costa, pero sin abandonar su medio de rocas y piedras que aseguran, como vimos anteriormente, protección a la competencia interespecífica y conservación de una identidad faunística de tipo alopátrico.

AISLAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

Los casos que hemos analizado confirman una vez más la ocurrencia de fenómenos frecuentes en condiciones de aislamiento.

Cuando un ambiente no puede ser colonizado por poblaciones características, debido a barreras geográficas o de otra naturaleza, sus recursos ecológicos se encuentran explotados por otras especies triviales, tal vez ya presentes, que poseen nichos relativamente afines. Esta sustitución oportunista llena los vacíos a cambio de una pérdida de especialización de la taxocenosis y, en consecuencia, hay un menos completo aprovechamiento de los recursos, quedando así una puerta entreabierta a futuros inmigrantes especialistas.

Esta ley es valedera incluso en el mayor continente insular del mundo, el continente-isla de Australia (FOX & FOX, 1986). Como argumento malacológico de esta ley en Australia hay los caracoles blancos de origen paleártico que, en ausencia de competidores locales y parásitos idóneos para controlarlos, pudieron aprovechar los recursos disponibles llegando a ser una plaga en los sistemas locales, naturales o antrópicos, particularmente en las extensas zonas de pastoreo con rotación de cultivos de alfalfa y cereales, en la zona meridional de clima mediterráneo (BAKER, 1986). En otros campos fuera de

la malacología también ha habido situaciones parecidas que afectan a la botánica, la zoología e incluso la antropología.

Una razón más para defender en nuestros países, con el rigor que nos enseña Europa del Norte, no únicamente las especies dunícolas que consideremos interesantes para la ciencia natural o para la cocina, sino el conjunto de los ecosistemas dunares, con la convicción que especies “conservadas” artificialmente, fuera de su contexto ecológico natural, tarde o temprano, están destinadas a desaparecer. Todos sabemos los peligros que amenazan la existencia de las dunas litorales como medio ecológico e incluso como elemento fisiográfico del paisaje. A las nuevas generaciones de ecólogos y naturalistas incumbirá la tarea de defender lo que queda de los antes ricos y admirados paisajes naturales circummediterráneos.

CONCLUSIÓN: EL ARCHIPIÉLAGO DUNAR

El ambiente dunar esboza así en Cerdeña un rosario de playas más o menos extensas y profundas, aisladas por suelos no solamente vedados a las especies psamófilas, sino únicamente habitables por una malacofauna empobrecida y trivial, dominada por la mesófila y ubicuista *Eobania vermiculata* (Müll.) edáficamente indiferente.

Una parte de estas playas se halla todavía, o se halló en época reciente, en condiciones de continuidad o de estrecha contigüedad: situación teóricamente comparable a la de un archipiélago ecológico “continental”. Otras playas son, sin embargo, de formación reciente, o están desde hace tiempo apartadas de los sistemas principales de dunas, presentando poblamientos insólitos y fortuitos. Estas playas evocan el equivalente ecológico de las islas “oceánicas” en biogeografía.

Es posible, entonces, averiguar en taxocenosis potencialmente abiertas y constituídas por especies en apariencia eurioicas y oportunistas, modelos estructurales paralelos a los de la clásica biogeografía insular. Pero en nuestro caso se trata de aislamientos secundarios, en el cuadro de una gran isla, de un “pequeño continente”, demasiado extenso para que su aislamiento geográfico primario y las características faunísticas que proceden de éste (GIUSTI & CASTAGNOLO, 1983), puedan jugar un papel determinante en un drama actual, representado por actores de tamaño y posibilidad de desplazamiento activo tan limitados.

Modelos análogos pueden encontrar confirmación en otros territorios insulares más directamente comparables con Cerdeña, pero probablemente no en Mallorca, isla con interior calizo que facilita penetraciones y flujos de poblaciones de los elementos xerófilos y mesófilos en las taxocenosis de gasterópodos litorales.

AGRADECIMIENTOS

Concluyendo este rápido panorama, quiero agradecer a los colegas y amigos ecólogos mallorquines, Gabriel Moyá y Antoni Martínez Taberner, su invitación, que me permitió volver, después de tantos años, a una Mallorca siempre interesante y apasionante para el naturalista, pero tan diferente y no siempre mejorada para el ecólogo. Rico de entusiasmo y juventud, sin embargo pobre en "recursos disponibles", recorrí las Baleares a pie, en bicicleta, en tranvía, o en los simpáticos y pausados trenecitos, hoy casi desaparecidos. Así pues, ya funcionaba el "Sóller Express", con apéndice turístico-tranviario. Quiero expresar aquí mi recuerdo y reconocimiento a los naturalistas de Baleares que con tenacidad y fe supieron estudiar estas islas en tiempos no muy favorables a estudios oficiales y "políticos" de la naturaleza; sobre todo a Ll. Garcias, botánico de Artá, y a Ll. Gasull, malacólogo de Palma. Por último, vayan mis buenos votos augurales al inagotable entusiasmo y a la perenne juventud del gran amigo Guillem Colom, en su laboratorio activísimo de Sóller.

BIBLIOGRAFIA

- BACCI, G. 1951.- Le razze di *Ambigua fuscolabiata* Rossm. Un problema di sistematica e di genetica. *Ann. Mus. zool. Univ. Napoli*, 3(9): 1-24.
- BAKER, G.H. 1986.- The biology and control of white snails, introduced pests in Australia. *CSIRO, Div. Entology, Techn. Papers*, 25: 1-31.
- BRAMBILLA, A.A.; CANEVA, G.; DE MARCO, G. & MOSSA, L. 1982.- Analisi fitogeografica della seriazione psammofila costiera in Sardegna meridionale. *Ann. di Bot.*, 40: 69-96.
- CARRADA, G.C.; PARISI, V. & SACCHI, C.F. 1966.- Dati per una biogeografia dei Molluschi continentali in Sardegna. *Atti Soc.it.Sc.nat.*, 105: 377-388.
- COLOM, G. 1988.- *El medio y la vida en las Baleares*. 3ª Ed. Cons. Cult. Educ. Esports, Gov. Balear, Palma de Mallorca: 1-292.
- CUERDA, J. 1989.- *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Cons. Cult. Educ. Esports, Gov. Balear, Palma de Mallorca: 1-316.
- FOX, M.D. & FOX, B.J. 1986.- The susceptibility of natural communities to invasion. In Groves, R.H. & Burdon, J.J. (Eds) "*Ecology of biological invasions: an Australian perspective*". Austral. Acad. Sci., Canberra: 57-66.
- GIUSTI, F. & CASTAGNOLO, L. 1983.- I Molluschi viventi, terrestri e d'acqua dolce, nello studio biogeografico dell'isola di Sardegna. *Lav. Soc. it. Biogeogr.* (n.s.) 8: 227-249.
- GIUSTI, F. & MANGANELLI, G. 1984.- Relationship between geological land evolution and present distribution of terrestrial Gastropods in the western Mediterranean area. In: Solem, A. & Van Bruggen, C. (Eds.) "*World-wide snails. Biogeographical studies on non-marine Mollusca*". Brill-Backhuys, Leiden: 70-92.

- GODAN, D. 1983.— *Pest slugs and snails. Biology and control* (transl. by Sh. Gruber). Springer-Verlag, Berlin: 1-445.
- HANSKI, I. & A. PELTONEN, 1988.— Island colonization and peninsulas. *Oikos*, 51: 105-106.
- JAECKEL, S. 1952.— Die Mollusken der Spanischen Mittelmeerinseln. *Mitt. Zool. Mus. Berlin*, 28: 54-143.
- KOBELT, W. 1898.— *Studien zur Zoogeographie. II Die fauna der meridionales Subregion*. Kriedel. Ver., Wiesbaden: 1-300.
- LA GRECA, M. & SACCHI, C.F. 1957.— Problemi del popolamento animale nelle piccole isole mediterranee. *Ann. Ist. Mus. zool. Univ. Napoli*, 9(3):1-190.
- LOMOLINO, M.V. 1990.— The target-area hypothesis: the influence of island area on immigration rates of non-volant animals. *Oikos*, 57: 297-300.
- MANGANELLI, G. & GIUSTI, F. 1989.— Notulae malacologicae, 43: *Xeromunda* in Italy (Pulmonata, Hygromiidae). *Boll. malacologico*, 25:1-22.
- MC ARTHUR, R.H., WILSON, E.O. 1967.— *The theory of island biogeography*. Monographs in population biology, Princeton Univ. Press, 1:1-250.
- RENSCH, B. 1937.— Untersuchungen über Rassenbildung und Erblichkeit Rassenmerkmalen bei Sizilischen Landschnecken. *Z. Ind. Abstamm. Vererb.* 72: 464-588.
- SACCHI, C.F. 1952a.— I Molluschi delle dune fossili nelle isole ponziane nei rapporti con la malacofauna vivente: *Atti Soc. it. Sc. nat.*, 91: 240-250.
- SACCHI, C.F. 1952b.— Les problèmes d'*Helicella psammoica* (Morelet) *Vie et Milieu*, 3:421-430.
- SACCHI, C.F. 1953.— Ecologia dei popolamenti di Molluschi psammicolici a Cuma (dune del Fusaro e di Licola). *Arch. zool. it.*, 38: 195-244.
- SACCHI, C.F. 1954a.— *Cyclostoma (Tudorella) sucatum* (Drap.) in Sicilia occidentale. *Doriana*, 1(49):1-4.
- SACCHI, C.F. 1954b.— Contributo alla conoscenza dei popolamenti delle piccole isole mediterranee. Cenni biogeografici sulla malacofauna di Ivisa (Pitiuse). *Boll. di Zool.*, 21:1-40.
- SACCHI, C.F. 1955.— Il contributo dei Molluschi terrestri alle ipotesi del "ponte siciliano". Elementi tirrenici ed orientali nella malacofauna del Maghreb. *Arch. zool. it.*, 40:49-181.
- SACCHI, C.F. 1956.— Fattori ecologici e fenomeni microevolutivi nei Molluschi della montagna mediterranea. *Boll. di Zool.*, 22: 563-652.
- SACCHI, C.F. 1957.— Componenti storiche e fattori ambientali nelle fisionomie zoologiche della Sicilia. *Boll. di Zool.*, 24: 633-683.
- SACCHI, C.F. 1958.— Contributo alla conoscenza dei popolamenti delle piccole isole mediterranee. Dati microsistematici di Polmonati terrestri e considerazioni biogeografiche sulle Baleari orientali. *Publ. Inst. Biol. apl. Barcelona*, 27: 145-163.
- SACCHI, C.F. 1959.— Effetti insulari nei Polmonati conchigliati e nei Prosobranchi terrestri, viventi e fossili, di Ventotene (isole Ponziane). *Ann. Mus. civ. St. nat. Genova*, 71: 348-416.
- SACCHI, C.F. 1960.— Les aspects biologiques de la Sicile et des petites îles voisines d'après les biogéographes italiens. *C.N.R.S., Coll. intern.* 94: 113-125.
- SACCHI, C.F. 1963.— Origini ed evoluzione della malacofauna appenninica meridionale. *Ann. Ist. Mus. zool. Univ. Napoli*, 15(7): 1-88.
- SACCHI, C.F. 1964.— Ecological and historical bases for the study of the Iberian terrestrial Mollusca. *Proc. I Europ. malac. Congr.*: 243-247.
- SACCHI, C.F. 1970.— Inquinamenti marini e paesaggio litorale. *Quad. staz. idrobiol. Milano*, 1: 66-97.
- SACCHI, C.F. 1971.— Ecologie comparée des Gastéropodes Pulmonés des dunes méditerranéennes et atlantiques. *Natura, Milano*, 63: 277-358.

- SACCHI, C.F. 1985a.– Contributo alla conoscenza delle dune marittime della Sardegna: i Gastropodi come indicatori d'edafismo e d'isolamento. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*, 54 suppl.: 215-230.
- SACCHI, C.F. 1985b.– Les formes biologiques animales comme indicatrices du milieu: considérations générales et exemples pratiques. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*, 54 suppl.: 303-318.
- SACCHI, C.F. 1986.– Les Gastéropodes dunicoles de la Sardaigne méridionale: essai écologique. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 23: 77-88.
- SACCHI, C.F. 1989.– Les taxicénoses des Gastéropodes dunicoles sardes: isolement dans l'isolement. *Biol. Gallo-hell.*, 16:37-52.
- SACCHI, C.F. & TESTARD, P. 1971. *Ecologie animale: organismes et milieu*. Doin Ed., Paris: 1-480.
- SACCHI, C.F. & VERRI, G. 1985.– Les Gastéropodes des dunes méridionales sardes, indicateurs du milieu et de l'histoire du peuplement. *Rapp. Comm. intern. Mer Médit.*, 29(6): 137-141.
- SACCHI, C.F. & VIOLANI, C., 1977. Ricerche ecologiche sulle Elicidi dunicole della Ria di Vigo (Spagna). *Natura. Milano*, 68:253-284.
- TAYLOR, R.J. 1987.– The geometry of colonization: I-Islands. *Oikos*, 48:225-231.
- WRIGHT, D.H. 1983. Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos*, 41:496-506.
- ZAVATTARI, E. (Ed.) 1960.– Biogeografia delle isole Pelagie. *Rendic. Acc. naz.*, XL (4) 11:1-140.

PALEOFLORA DEL OLIGOCENO DE MALLORCA¹

E. RAMOS-GUERRERO² & C. ALVAREZ-RAMIS³

PALABRAS CLAVE: Paleobotánica, Oligoceno, Mallorca.

KEY WORDS: Palaeobotany, Oligocene, Majorca island.

RESUMEN: Se estudia la paleoflora proveniente de varios yacimientos oligocénicos de Mallorca. En uno de los yacimientos, el estudio se ha realizado tanto de los macro como de los micro restos, observándose una notable similitud entre ambos.

El estudio ha permitido establecer cinco paleofito-asociaciones características de biotopos bien definidos: A) Asociación de medios circumlacustres, B) Asociación de zonas litorales, C) Asociación de bosque de ribera, D) Asociación de bosque laurifolio y E) Asociación de bosque de coníferas.

ABSTRACT. PALAEOFLORA FROM THE OLIGOCENE OF MAJORCA. Fossil macroflora assemblages from three oligocene localities (Peguera, Son Ferragut and Puig d'en Bou) on the island of Majorca have been studied. In the Son Ferragut locality the macro and micropalaeontological content are noticeably similar.

The existence, during the Oligocene, of five palaeophytoassociations which characterized five defined biotopes is established: A) Shallow lacustrine association; it includes Cyanophyceae and charophytes, as well as hydrophytes. B) Littoral association with marine influence, characterized by the dominance of euryhaline forms (*Acrostichum*, *Taxodium* and several types of palms). C) Riparian forest association, with the dominance of *Populus*, *Salix* and *Fraxinus*. D) The association containing *Cinnamomum* and *Persea* and E) Coniferous forest association, characterized by the dominance of *Pinus*, *Sequoia*, *Metasequoia* and *Taxodium* tree fors.

RESUM. PALEOFLORA DE L'OLIGOCÈ DE MALLORCA. S'ha estudiat un conjunt paleoflorístic provinent de diversos jaciments oligocènics de Mallorca. En un d'ells han estat estudiats tant els macro com els microrestes, observant-se una gran similitud entre els dos grups.

S'ha pogut establir l'existència de cinc associacions paleobotàniques que caracteritzen cinc biòtops: A) Associació de cinturó circumlacustre. B) Associació de vorera litoral marina. C) Associació de bosc de ribera. D) Associació de bosc laurifoli i E) Associació de bosc de coníferes.

¹ Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado mediante el proyecto C.I.C.Y T. GEO89-0426-CO2-01.

² Departament de Geologia Dinàmica. Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona.

³ Departamento de Paleontología. Universidad Complutense de Madrid.

INTRODUCCION

Las Baleares constituyen un archipiélago que emerge en la cuenca mediterránea occidental, como prolongación hacia el NE del dominio de deformación alpina que constituyen las cordilleras béticas. En la isla de Mallorca, la mayor de las Baleares, el Paleógeno aflora extensamente, si bien lo hace en afloramientos de escasa extensión geográfica, muy tectonizados y desconectados entre sí, lo que dificulta en gran medida su correlación. En él queda registrada la sedimentación desde el Eoceno medio (Luteciense superior) hasta el Oligoceno superior (Chattiense), no habiendo sido reconocida la existencia de depósitos del Paleoceno ni del Eoceno inferior.

En conjunto, el Paleógeno muestra la sedimentación de un grupo de unidades continentales y otro de plataforma marina; los primeros son predominantes en la zona septentrional y central de la isla, mientras que los depósitos marinos ganan en potencia y extensión hacia el S. La unidad continental que ocupa los niveles estratigráficos superiores, la Fm. Detrítica de Cala Blanca (RAMOS-GUERRERO, 1988), es atribuida al Oligoceno, y en ella se sitúan los yacimientos que han sido estudiados en este trabajo.

La Fm. Cala Blanca constituye un sistema fluvio-aluvial cuyas paleocorrientes son, predominantemente, hacia el S o SE, mostrando un rápido cambio lateral de sus facies en esa dirección (RAMOS-GUERRERO & MARZO, 1989). Los depósitos aluviales proximales se localizan preferentemente en la Sierra de Tramuntana, mientras que hacia la zona central de la isla afloran los depósitos de facies más distales. La figura 1 muestra la extensión de los afloramientos más importantes de la Fm. Cala Blanca, así como la localización de los yacimientos estudiados.

El estudio de los yacimientos aquí presentados ha sido parcialmente abordado con anterioridad por los autores. El afloramiento de Peguera (PE en figura 1) ya había sido estudiado por ALVAREZ-RAMIS & RAMOS-GUERRERO (1986). ALVAREZ-RAMIS *et al.*, (1987) realizan aportaciones macro y micropaleontológicas sobre la flora del yacimiento de Son Ferragut (SF en figura 1), y finalmente, RAMOS-GUERRERO (1988) aporta algunas precisiones sobre la flora del yacimiento del Puig d'en Bou (PB en figura 1). En el presente trabajo se aportan algunos datos más sobre los yacimientos citados y se realiza un análisis del conjunto de las asociaciones paleoflorísticas oligocenas.

Los trabajos anteriores sobre paleofloras oligocenas de Mallorca (BAUZA, 1956, 1961 y 1981; COLOM, 1975 y 1983) deben de ser atribuidos al Eoceno

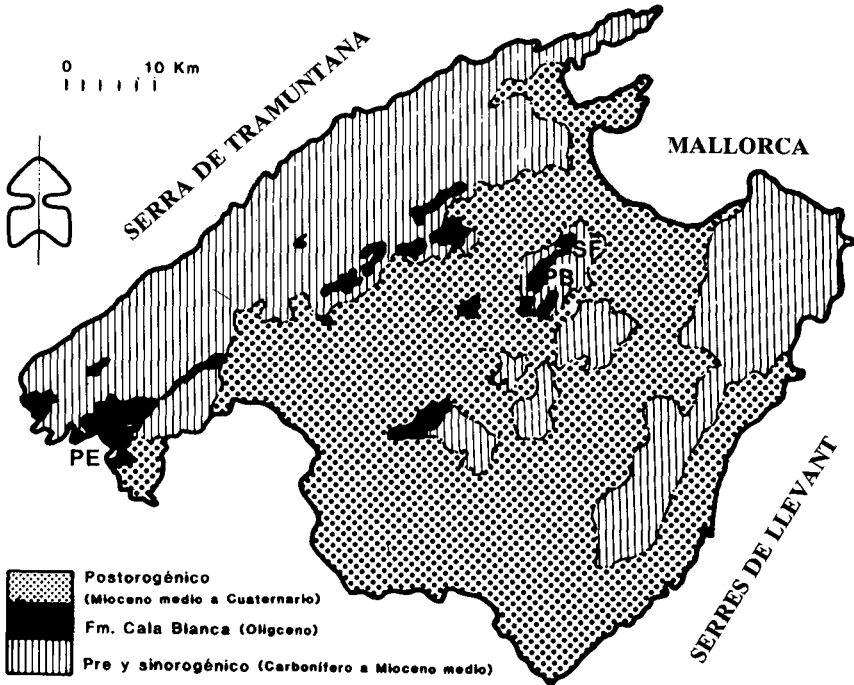


Fig. 1.- Extensión de los afloramientos de la Fm. Cala Blanca en la isla de Mallorca y localización de los yacimientos paleobotánicos estudiados. PE= Peguera; PB= Puig d'en Bou y SF= Son Ferragut.

Distribution of the Cala Blanca Fm. outcrops on the island of Majorca and location of the localities studied. PE= Peguera; PB= Puig d'en Bou and SF= Son Ferragut.

medio (Bartoniense), ya que sus yacimientos están localizados en la Fm. de Calizas de Peguera (RAMOS-GUERRERO, 1988), cuya edad es considerada por este último autor como Bartoniense.

DESCRIPCION DE LOS YACIMIENTOS

Se han estudiado tres yacimientos paleobotánicos: Peguera, en el extremo SO de la Sierra de Tramuntana y Son Ferragut y Puig d'en Bou en la zona central.

Yacimiento de Peguera

Este yacimiento se localiza en el extremo E de la playa de Peguera (PE en figura 1), y queda englobado en una potente serie que representa la sedimentación detrítica en una llanura deltaica inferior, en la que alternan secuencias fluviales de canal y de llanura de inundación, así como de colmatación de pequeñas cuencas lacustres. En una secuencia de este último tipo se encuentra la paleofitoasociación estudiada. La secuencia (PE en figura 2), no mayor de 1,5 m de potencia, representa el relleno de una pequeña cuenca lacustre, con aguas ricas en carbonatos, pero en la que los aportes de materiales detríticos finos también debieron de ser importantes. Está constituida por un nivel basal de margas negras, ricas en materia orgánica; en este nivel abundan los gasterópodos y HUGUENEY & ADROVER (1982) citan la existencia de una importante asociación de vertebrados. Un nivel intermedio de lutitas ocreas laminadas, ricas en materia orgánica y entre los que abundan los restos vegetales, y un nivel superior constituido por bioconstrucciones estromatolíticas de algas cianofíceas. La edad del yacimiento ha sido determinada por HUGUENEY & ADROVER (1982) como Oligoceno medio (niveles de mamíferos de Heimersheim y Antoingt) en base a los restos paleomastológicos encontrados.

Yacimiento de Son Ferragut

El yacimiento de Son Ferragut (SF en figura 1) se localiza en la zona central de la isla, unos 3,5 Km al E de la localidad de Sineu, y queda incluido en la parte inferior de una potente serie detrítica de origen continental constituida predominantemente por lutitas con abundantes intercalaciones de niveles lenticulares de conglomerados y areniscas. El yacimiento estudiado está formado por un tramo de unos 5 m de potencia (SF en figura 2) constituido por una alternancia de margas, calizas y areniscas finas.

Las margas son de colores claros, masivas; con abundantes nódulos carbonatados, y contienen oogonios de carófitas. Las calizas están formadas por bioconstrucciones estromatolíticas de algas cianofíceas, y contienen restos de gasterópodos dulceacuícolas. Las areniscas se disponen en niveles lenticulares muy laxos, con base ligeramente erosiva y presentan estructuras tractivas; los niveles de areniscas de menor granulometría se presentan con una fina laminación planoparalela y contienen abundantes restos vegetales.

En su conjunto, estos materiales son interpretados como depósitos de cuencas palustres y lacustres muy someras, desarrollados en una llanura de inundación fluvial, en la que los aportes de detríticos finos juegan un importante papel.

ALVAREZ-RAMIS *et al.* (1987) le atribuyen, en base a su contenido polínico, una edad de Oligoceno superior, haciendolo corresponder con la parte superior de la zona de palinomorfos SP7c y parte inferior de la SP8a, lo que se corresponde con el límite Estampiense-Chattiense. RAMOS-GUERRERO (1988) asigna a este yacimiento, a partir del contexto regional, una edad oligocena sin mayores precisiones, debido a que el yacimiento se encuentra en un nivel estratigráfico situado unos 600 m por debajo del afloramiento del Puig d'en Bou, al que como veremos a continuación, se le asigna la misma edad (Estampiense-Chattiense) en base a los restos de vertebrados.

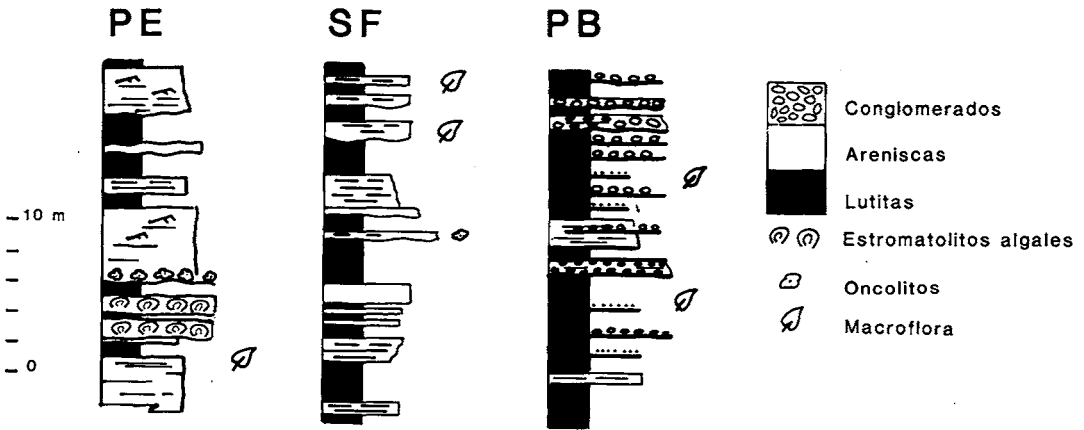


Fig. 2.- Sucesiones estratigráficas esquemáticas de los yacimientos paleobotánicos estudiados. PE= Peguera; PB= Puig d'en Bou y SF= Son Ferragut.

Schematic logs including the localities studied. PE= Peguera; PB= Puig d'en Bou and SF= Son Ferragut

Yacimiento del Puig d'en Bou

El yacimiento del Puig d'en Bou (PB en figura 1), se localiza unos 3 Km al NE de Sineu, y queda incluido en la parte inferior de la potente serie detrítica continental que aflora en la zona central de Mallorca, y en la que también se engloba el yacimiento de Son Ferragut. Estratigráficamente está situado unos 600 m por encima de aquel.

Estos niveles superiores de la serie están constituidos casi exclusivamente por sedimentos detríticos finos: margas y lutitas, con ocasionales tramos relativamente potentes de lignitos y nivelillos decimétricos de calizas algales (PB en figura 2). Las margas y lutitas son de coloraciones variadas, pero predominan los colores oscuros (gris y negro); son masivas y contienen nódulos y concreciones carbonatadas que localmente pueden ser muy abundantes y por lo general forman horizontes; también contienen restos de gasterópodos, tanto pulmonados continentales como subacuáticos, así como algún nivel, muy localizado, de acumulación de restos vegetales. Entre los niveles carbonosos se conoce desde antiguo la existencia de restos de mamíferos, ya citados por FORSAyth MAJOR (1904), VIDAL (1905) y HUGUENEY & ADROVER (1982), y aunque no existe acuerdo entre estos autores en cuanto a su edad, parece que lo más probable es que se trate de un oligoceno superior (nivel de mamíferos de Antoingt).

Otros yacimientos

En otros puntos de la isla, y asociados siempre a sedimentos lacustres de carácter somero, se ha determinado una abundante flora de cianofíceas, carófitas y diatomeas.

Las cianofíceas forman predominantemente bioconstrucciones estromatólíticas asociadas a los cinturones litorales de cuencas lacustres (COLOM, 1983; RAMOS-GUERRERO, 1988), y son especialmente abundantes en la Serra de Tramuntana (Peguera y Alaró), así como en la zona central de la isla (Randa, Inca y Sineu).

Asociadas a las fácies lacustres más internas, se han reconocido en diversos yacimientos puntuales de la zona de Sineu, formas de diatomeas atribuidas por COLOM (1983) al género *Melosira*.

En mayor medida, y asociadas al mismo tipo de fácies, se ha reconocido la presencia de tallos y oogonios de carófitas en diversos yacimientos puntuales de la Serra de Tramuntana (Peguera, Cala d'Egos y Alaró) y de la zona

central (Sineu). Las determinaciones de las carófitas son debidas a C. Martin-Closas (en RAMOS-GUERRERO, 1988).

MACRORESTOS

La determinación de los restos paleobotánicos de los tres yacimientos descritos se ha realizado en base a sus rasgos morfológicos, habiéndose logrado determinar la presencia de 48 géneros en el Oligoceno de Mallorca. El cuadro representado en la figura 3 muestra el conjunto de los macrorestos determinados y su distribución en los yacimientos paleobotánicos estudiados. La mayor parte de ellos corresponden a restos foliales, si bién los florales son también relativamente numerosos. Los restos paleobotánicos determinados son:

TALOFITAS

Cianofíceas

Gloeotrichia sp.

Phormidium sp.

Rivularia sp.

Schizothrix sp.

Ulváceas

Enteromorpha sp: filamentos algales reconocidos en Puig d'en Bou.

Charáceas

Chara sp.

Nitellopsis (Tectochara) sp.

Psilochara sp.

Rhabdochara sp.

Sphaerochara sp.

CRIPTOGAMAS VASCULARES

Equisetáceas

Equisetum sp.: diversos restos foliales mal conservados en el afloramiento de Peguera.

Polipodiáceas

Acrostichum (Chrysodium) lanzaeanum (Vis) Chandl.: diversos restos foliales en Peguera y Son Ferragut.

Schizáceas

Lygodium sp.: Escasos restos foliales en Son Ferragut.

GIMNOSPERMAS

Pináceas

Pinus pinaster Ait.: diversas impresiones foliales en el Puig d'en Bou.

Pinus sp.: escasos restos foliales en Son Ferragut y Puig d'en Bou.

Taxodiáceas

Glytostrobus sp.: Puig d'en Bou.

Metasequoia occidentalis (New) Chaney: Son Ferragut y Puig d'en Bou.

Sequoia couttsiae Heer: Peguera.

Taxodium europaeum Bgt.: Son Ferragut.

Podocarpáceas

Podocarpus eocénica Ung?: Peguera.

ANGIOSPERMAS MONOCOTILEDONEAS

Palmáceas

Sabal major (Unger) Heer.: Peguera.

Sabalites sp.: Puig d'en Bou.

Phoenicites sp.: Peguera.

Iridáceas

Iris sp.: Peguera.

Pandanáceas

Pandanus sp.: Peguera y Son Ferragut.

Cyperáceas

Carex sp.; Peguera y Puig d'en Bou.

Cyperus sp.: Peguera.

	Son Ferragut	Puig d'en Bou	Peguera
<i>Euteromorphus</i> sp.	●		
<i>Equisetum</i> sp.	●		
<i>Acrostichum</i> (<i>Chrysidium</i>) <i>lanatum</i>	●		
<i>Lycopodium</i> sp.	●		
<i>Pinus</i> sp.	●		
<i>Pinus planatilis</i>	●		
<i>Taxodium europaeum</i>	●		
<i>Squisia comata</i>	●		
<i>Macroneurina occidentalis</i>	●		
<i>Glyptostrobus</i> sp.	●		
<i>Pachyneurium occidentale</i>	●		
<i>Ilex</i> sp.	●		
<i>Sabal major</i>	●		
<i>Sabalites</i> sp.	●		
<i>Preobectites</i> sp.	●		
<i>Pandanus</i> sp.	●		
<i>Cyperus</i> sp.	●		
<i>Carex</i> sp.	●		
<i>Poecilites</i> sp.	●		
<i>Pterocarpites</i> sp.	●		
<i>Pterocarpites aculeatus</i>	●		
<i>Chimonium</i> sp.	●		
<i>Chimonium lanceolatum</i>	●		
<i>Pteris</i> sp.	●		
<i>Pteris balatrica</i>	●		
<i>Hedera</i> sp.	●		
<i>Mimulus</i> sp.	●		
<i>Podagraceum laurii</i>	●		
<i>Leguminosites</i> sp.	●		
<i>Salic</i> sp.	●		
<i>Salic lamoides</i>	●		
<i>Salic lamerti</i>	●		
<i>Salic angusta</i>	●		
<i>Cordilophyllum arifolium</i>	●		
<i>Rhamnus</i> sp.	●		
<i>Rhamnus lasiocarpa</i>	●		
<i>Quercus vesiculata</i>	●		
<i>Quercophyllum jurcenense</i>	●		
<i>Juglans dentifolia</i>	●		
<i>Myrica</i> sp.	●		
<i>Myrica ligulata</i>	●		
<i>Myrica fovea</i>	●		
<i>Myrica kalarçelisi</i>	●		
<i>Comptonia schrauchii</i>	●		
<i>Hedera</i> sp.	●		
<i>Zizania wugeti</i>	●		
<i>Ficus</i> sp.	●		
<i>Laurinopsis protegea</i>	●		
<i>Andromeda revulsa</i>	●		
<i>Rhododendron ecklonii</i>	●		
<i>Cedrus cf. neriifolia</i>	●		
<i>Alliopsis</i> sp.	●		
<i>Rhus</i> sp.	●		
<i>Rhus pyrene</i>	●		
<i>Rhus karcodensis</i>	●		
<i>Escargolites campanulata</i>	●		
<i>Polluxia</i> sp.	●		
<i>Dioscorea brachycarpa</i>	●		
<i>Aristolochia</i> sp.	●		
<i>Olea</i> sp.	●		
<i>Prunus</i> sp.	●		

Fig. 3.- Cuadro resumen de los macrorestos determinados en el Oligoceno de Mallorca y su distribución en los diferentes yacimientos.

Summary list of the Oligocene macroflora from Majorca.

Poáceas

- Poacites* sp.: Peguera.
Phragmites oeningensis Heer: Peguera.
Phragmites sp.: Puig d'en Bou.

ANGIOSPERMAS DICOTILEDONEAS

Lauráceas

- Cinnamomum lanceonatum* Heer: Peguera y Puig d'en Bou.
Cinnamomum sp.: Son Ferragut.
Persea balearica Arenes: Peguera y Puig d'en Bou.
Persea sp.: Peguera.
 Diversos restos florales de Lauráceas en Peguera.

Araliáceas

- Hedera* sp.: Peguera.

Mimosáceas

- Leguminosites* sp.: Peguera.
Mimosites sp.: Peguera y Puig d'en Bou.

Cesalpiniáceas

- Cercidiphyllum articum* Heer?: Son Ferragut.
Podogonium knorrii Al. Br.?: Puig d'en Bou.

Salicáceas

- Populus balsamoides* Goepp?: Peguera.
Populus sp.: Puig d'en Bou.
Salix angusta Al. br.: Peguera.
Salix lamottei Saporta: Peguera.
Salix lavateri Heer: Peguera y Puig d'en Bou.
Salix sp.: Son Ferragut.

Betuláceas

- Bétula* sp.: diversas brácteas de inflorescencias en Peguera.

Fagáceas

- Quercus westfalica* H. y M.: Peguera y Puig d'en Bou.
Quercophyllum furcinervis Rossm?: Son Ferragut.

Juglandáceas

Juglans denticulata Heer: Son Ferragut.

Myricáceas

Comptonia schranckii (Stern) Berry: Peguera.

Myrica faya Ait.: Peguera y Son Ferragut.

Myrica hakaefolia (Ung.) Spaorta: Peguera y Puig d'en Bou.

Myrica lignitum (Ung.) Saporta: Peguera, Son Ferragut y Puig d'en Bou.

Myrica sp.: Son Ferragut.

Proteáceas

Hakaea sp.: Puig d'en Bou.

Ulmáceas

Zelkova ungeri Kov.: Peguera.

Moráceas

Ficus sp.: Peguera y Son Ferragut.

Ericáceas

Andromeda revoluta Al. Br.: Peguera.

Leucothoe protogaea (Ung) Schimp.: Peguera.

Rhododendron celasense Laurent: Puig d'en Bou y Son Ferragut.

Celastráceas

Celastrus cf.: *persei* Ung.: Son Ferragut.

Celastrus sp.: Peguera.

Simaruáceas

Ailantus sp.: Peguera.

Anacardiáceas

Rhus heterodonta Principi?: Peguera.

Rhus pyrrae Ung.: Peguera.

Rhus sp.: Son Ferragut.

Sapindáceas

Sapindus sp.: Son Ferragut.

Eleagnáceas

Eleagnites campanulatus Kelch?: Peguera.

Rhamnáceas

Paliurus sp.: Peguera.

Ebenáceas

Diospiros brachysepala A. Br.: Peguera.

Chenopodiáceas

Atriplex sp.: Peguera.

Oleáceas

Fraxinus sp.: Son Ferragut y Puig d'en Bou.

Olea sp.: Son Ferragut y Puig d'en Bou.

MICRORESTOS

Las determinaciones de los polinomorfos sólo han sido realizadas en el afloramiento de Son Ferragut, en el que ha podido constatar la presencia de:

TALOFITAS**Tasmaniáceas**

Crassosphaera stellulata var. *minor* Cookson & Manum?

Diatomeas

Melosira sp.

BRIOFITAS**Esfagnáceas**

Stereisporites sp.

LICOPODOFITAS**Selagineláceas**

Selaginellasporites sp.

Licopodiáceas

Retitriletes frankfurtensis Kr.

CRIOGAMAS VASCULARES

Polipodiáceas

Polypodiaceoisporites marxheimensis (Mur. & Pfl.) Kr.

Schizáceas

Leiotrilletes adriennis (R. Pot. & Gell) Kr.

Leiotrilletes adriennis cf. *pseudomaximus* Kr.

GIMNOSPERMAS

Pináceas

Pityosporites alatus (R. Pot.) Th. & Pfl.

Pityosporites labdacus th & Pfl.

Zonalapollenites ignilicus (R. Pot.) Th & Pfl.

Taxodiáceas

Sequoiapollenites sp.

Inaperturopollenites sp.

Efedráceas

Ephedripites cf. *wolkenbergensis* Kr.

Ephedripites sp.

ANGIOSPERMAS MONOCOTILEDONEAS

Liliáceas

Liliacidites quadrangularis Roche & Schul.

Cicadáceas

Cycadopites minor Kds.

Cyperáceas

Cyperaceaepollis sp.

Poáceas

Monoporopollenites gramineoides Meyer.

ANGIOSPERMAS DICOTILEDONEAS

Betuláceas

cf. *Trivestibulopollenites betuloides* Pfl.

Fagáceas

Tricolpopollenites sp.

Miricáceas-Juglandáceas

Triatriopollenites sp.

Nictagináceas?

Lymingtonia sp.

Lorantáceas

Spinulaepollis arceuthopbioides Kr.

Oleáceas

Retitricolporites oleoides Roche & Schul.

Incertae sedis

Poropolyadopollenites sp.

Además de esporas, ascas e hifas de hongos.

CONSIDERACIONES SOBRE LA PALEOFLORA

La totalidad de la paleoflora estudiada proviene de yacimientos pertenecientes a un sistema fluvio-aluvial (Fm. Detrítica de Cala Blanca) desarrollado a favor de relieves localizados al N o NW de la actual isla de Mallorca, mientras que hacia el S o SE se emplazaría una zona de mares epicontinentales que constituirían el borde occidental del Tethys. Los datos paleontológicos obtenidos a partir del estudio de otros grupos fósiles, especialmente peces, quelonios y cocodrílidos, establecen la existencia en la zona de una condiciones paleoclimáticas cálidas y húmedas (RAMOS-GUERRERO & MARZO, 1989).

En conjunto, la paleofitoasociación estudiada presenta un predominio de las formas herbáceas, aunque también están presentes formas de Coníferas, Myricáceas y Oleáceas. En el estudio de una flora fósil, raramente se observa un porcentaje tan elevado de coincidencia como el aquí observado, entre los

taxones determinados a partir de los macrorestos y microrestos, no obstante el hecho de que la microflora proceda exclusivamente de una localidad.

Las familias dominantes son coincidentes a excepción de las Lauráceas y Ericáceas. Los frutos y restos foliales de la primera familia se hallan entre los restos más citados en el Oligoceno, mientras que sus pólenes lo son raras veces. Esta circunstancia se debe, sin duda, a las características de su esporodermis, poco apropiada para su conservación.

No hemos podido determinar con seguridad pólenes correspondientes a la familia de las Ericáceas a pesar de que sus restos foliares son abundantes y variados. Sin embargo, las familias de las Polipodiáceas, Esquizáceas, Pináceas, Taxodiáceas, Palmáceas, Ciperáceas, Fagáceas, Betuláceas, Juglandáceas, Miricáceas y Oleáceas se encuentran representadas tanto por restos macroscópicos como microscópicos.

La variedad y cantidad de especies de las familias citadas se pueden encuadrar en niveles del Estampiense-Chattiense (Oligoceno), sin que podamos añadir nuevas precisiones en relación a las dataciones efectuadas en nuestros trabajos precedentes en esta zona (ALVAREZ-RAMIS *et al.*, 1987 y RAMOS-GUERRERO, 1988).

PALEOECOLOGIA

A partir de los restos paleobotánicos determinados, y mediante su estudio y comparación con las paleofitoasociaciones provenientes de otras cuencas terciarias ya conocidas (ALVAREZ-RAMIS, 1975 y 1982; ALVAREZ-RAMIS & FERNANDEZ-MARRON, 1975 y 1982; FERNANDEZ-MARRON, 1971 y 1973 y MENENDEZ-AMOR, 1955), hemos reconocido varias asociaciones paleoflorísticas que se corresponden con las fitoasociaciones representadas de manera esquemática en la figura 4; estas asociaciones son:

- A) Cinturón circumlacustre somero.
- B) Zona litoral marina.
- C) Bosque de ribera.
- D) Bosque de laurifolios.
- E) Bosque de coníferas.

A) La fitoasociación circumlacustre se extendería en forma de franja alrededor de áreas cubiertas de manera más o menos estable por una lámina poco

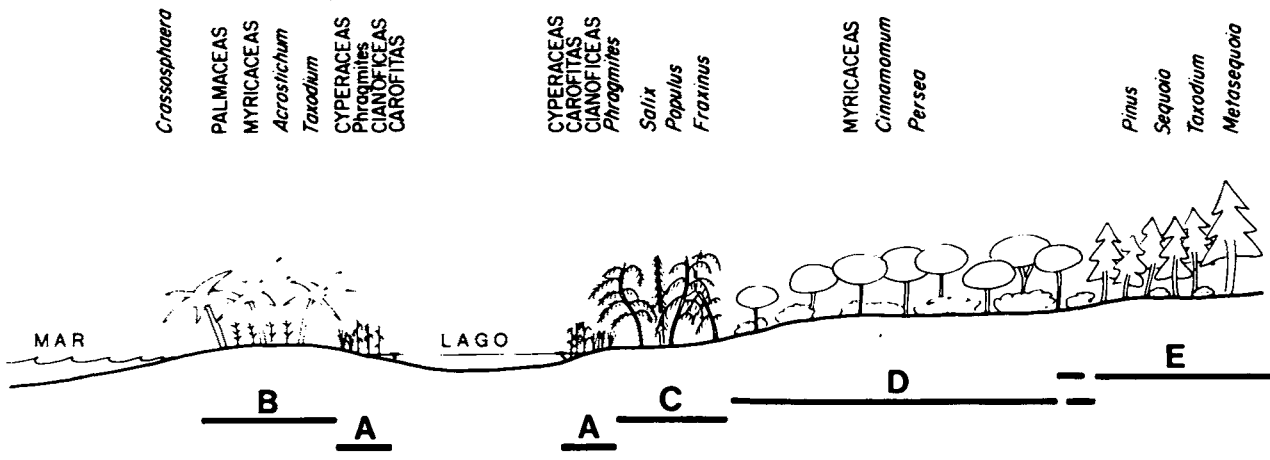


Fig. 4.- Caracterización paleoambiental esquemática de las paleofitoasociaciones reconocidas. A) asociación circumlacustre; B) asociación litoral; C) bosque de ribera. D) bosque laurifolio y E) bosque de coníferas.

Schematic palaeoenvironmental characterization of the palaeophytoassociations. A) Shallow lacustrine association; B) littoral association; C) Riparian forest association; D) Lauriphyl forest association and E) Coniferous forest association.

profunda de aguas relativamente oxigenadas y con un elevado porcentaje de carbonatos en disolución. La extensión areal de esta asociación presenta unos límites relativamente definidos. Las formas que caracterizan estos habitats son principalmente las carófitas, ciertas cianofíceas y, en las zonas más litorales, *Phragmites* y algunos tipos de Ciperáceas.

B) La fitoasociación de tipo litoral ha sido definida a partir de la presencia de *Acrostichum*, *Taxodium* y diversos tipos de palmeras, formas todas ellas que se caracterizan por ser muy tolerantes a los cambios de concentración salina en los suelos o en las aguas en las que habitan (formas eurihalinas). La presencia de *Crassosphaera* (quiste correspondiente a la fase bentónica de un alga clorofícea marina de la familia de las Praxinofíceas, e incluida paleontológicamente en la parafamilia de las Tasmaniáceas), también nos indica la posición costera de esta fitoasociación.

C) La fitoasociación característica del bosque de ribera estaría definida a partir de la presencia de restos de formas arbóreas pertenecientes principalmente a las Salicáceas (*Populus*, *Salix*) y algunas Oleáceas (*Fraxinus*), que constituyen una asociación típica de bordes de ribera fluviales y de las áreas húmedas más deprimidas de la llanura de inundación fluvial, en las que el nivel freático subsuperficial se encuentra a poca profundidad.

D) La fitoasociación que caracteriza el bosque laurifolio viene dada por la presencia tanto de formas arbóreas como arbustivas, especialmente las pertenecientes a las Lauráceas (*Cinnamomum* y *Persea*) y las Miricáceas.

E) La fitoasociación característica del bosque de coníferas viene definida principalmente por la presencia de formas arbóreas pertenecientes a los géneros *Pinus*, *Sequoia*, *Metasequoia* y *Taxodium*. Tanto el bosque de coníferas como el laurifolio deberán de constituir los biotipos característicos de las zonas emergidas más altas, y sus límites no pueden precisarse en este trabajo. Alguna de las formas arbóreas reconocidas (*Ficus*, *Olea*) podrían pertenecer indistintamente a ambos biotopos.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ-RAMIS, C. 1981.— Paleoclima de las cuencas pontienses del Pirineo catalán. *Anais II Congreso Latino-Americano de Paleont.* 553-564. Porto Alegre. Brasil.
- ALVAREZ-RAMIS, C. 1982.— Sobre la presencia de una flora de paleomanglar en el Paleógeno de la Depresión Central Catalana (Curso medio del Llobregat). *Acta Geol. Hispánica*, 17 (1-2): 5-9.

- ALVAREZ-RAMIS, C. & FERNANDEZ-MARRON, T. 1975.- Comparaison des paléoclimats de Sarreal et Ribesalbes (Espagne) par l'étude des types biologiques foliaires. *C.R. 99 Congrès Nat. Soc. Sav. Besançon*, 2: 11-16.
- ALVAREZ-RAMIS, C. & FERNANDEZ-MARRON, T. 1982.- Estudio paleocológico de las paleofitoasociaciones miocénicas de Buñol (Valencia, España). *Actas III Congr. Argentino Paleontol y Bioestrat.*
- ALVAREZ-RAMIS, C. & RAMOS-GUERRERO, E. 1986.- Estudio paleobotánico del Paleógeno de Peguera: extremo occidental de la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 83-93.
- ALVAREZ-RAMIS, C.; RAMOS-GUERRERO, E. & FERNANDEZ-MARRON, T. 1987.- Estudio paleobotánico del Cenozoico de la zona central de Mallorca: Yacimiento de Son Ferragut. *Bol. Geol. y Minero*, XCVIII-III: 349-356.
- BAUZÁ, J. 1956.- Flora oligocénica de Son Fé (Alcudia). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 2: 89-90.
- BAUZÁ, J. 1961.- Contribución al conocimiento de la flora fósil de Mallorca. *Estud. Geol.*, 17: 161-174.
- BAUZÁ, J. 1981.- Contribuciones a la paleontología de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 25: 7-20.
- COLOM, G. 1975.- *Geología de Mallorca*. Palma de Mallorca. Ed. Dip. Prov. de Baleares. 2 vols. 519 pp.
- COLOM, G. 1983.- *Los lagos del Oligoceno de Mallorca*. Palma de Mallorca. Pub. Caja de Baleares. 166 pp.
- FERNANDEZ-MARRON, M.T. 1971.- *Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fósil del Oligoceno español*. Tesis doctoral. Univ. Complutense Madrid. 177 pp.
- FERNANDEZ-MARRON, M.T. 1973.- Nuevas aportaciones a la sistemática y paleoecología de la flora oligocena de Sarreal (Tarragona). *Estud. Geol.* XXIX: 157-169.
- FORSAYTH MAJOR 1904.- Exhibition of and remarks upon some remains of *Anthracotheurium* from Majorca. *Proc. Zool. Soc. London*, I: 456-458.
- HUGUENEY, M. & ADROVER, R. 1982.- Le peuplement des balears (Espagne) au Paléogène. *Geobios*, Mem. Spec. 6: 439-449.
- MENENDEZ-AMOR, J. 1955.- La Depresión ceretana española y sus vegetales fósiles. *Mem. R. Acad. de Ciencias. Ser. C. Nat.*, XVIII: 1-232.
- RAMOS-GUERRERO, E. 1988.- *El Paleógeno de las Baleares: Estratigrafía y Sedimentología*. Tesis doctoral Univ. de Barcelona. 3 vols.
- RAMOS-GUERRERO, E. & MARZO, M. 1989.- Sedimentología de un sistema fluvio-aluvial en el Oligoceno de las Baleares: la Fm. Detrítica de Cala Blanca. *Coms. XII Congr. Español Sediment.* Bilbao. pp: 47-50.
- VIDAL, L.M. 1905.- Note sur l'Oligocene de Majorque. *Bull. Soc. Geol. de France*, 4^{ème} Sér. t. V: 651-654.

ALIMENTACION DE LOS JUVENILES DE *LIZA AURATA* (RISSO) EN LA ALBUFERA DES GRAU (ISLA DE MENORCA – BALEARES)

L. CARDONA & F. CASTELLÓ,¹

PALABRAS CLAVE: laguna costera, *Liza aurata*, alimentación.

KFY WORDS: coastal lagoon, *Liza aurata*, feeding.

RESUMEN. Se ha estudiado la alimentación de los juveniles de *L. aurata* en l'Albufera des Grau (Menorca, Balears). La materia orgánica adsorbida al sedimento constituye la principal fuente de alimento, siendo las algas y los invertebrados menos importantes. No existen cambios notables a lo largo del año en la importancia relativa de estos tres tipos de presa. Durante el verano, *L. aurata* emplea más tiempo para alimentarse, debido al incremento de la demanda energética.

RESUM. ALIMENTACIÓ DELS JUVENILS DE *Liza aurata* (RISSO) A L'ALBUFERA DES GRAU (BALEARIS, MENORCA). La matèria orgànica adsorbida al sediment és el principal aliment dels juvenils de *L. aurata* a l'esmentada llacuna, essent els invertebrats i les algues menys importants. No hi ha, al llarg de l'any grans canvis en la importància relativa d'aquest tres tipus de presa. A l'estiu, *L. aurata* destina més temps a l'alimentació, donat que la seva demanda energètica s'incrementa.

SUMMARY. FEEDING OF YOUNG *L. aurata* (RISSO) IN "L'ALBUFERA DES GRAU" COSTAL LAGOON (MINORCA, BALEARIC ISLANDS). Organic matter from the sediment constitutes the main food source of young *L. aurata*, although invertebrates and algae are also consumed. The relative importance of these three kinds of prey do not change along the year. In summer, daily feeding periode expands, due to an increase of the metabolic rate.

INTRODUCCIÓN

Dada la escasez de datos sobre la biología de los mugílidos en aguas de Baleares y de la Península Ibérica (DRAKE *et al.*, 1984), en 1987 se inició el

¹ Laboratorio de Piscicultura, Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona, Avda. Diagonal, 645, 08028 - Barcelona.

estudio de este grupo en la albufera des Grau, una laguna salobre, de algo más de un kilómetro cuadrado de superficie, situada en la parte nororiental de la isla de Menorca (Balears). El proyecto tenía, así mismo, el objetivo de paliar el desconocimiento existente sobre su ictiofauna, ya que en aquel momento sólo se había publicado un artículo científico referente a la misma (DEMESTRE *et al.*, 1979), a pesar de existir una pesquería comercial de *Anguilla anguilla*.

Dado que los mugílidos penetran en las aguas salobres principalmente para alimentarse (DE SILVA, 1980), se consideró interesante estudiar las variaciones estacionales de la alimentación de los juveniles de *L. aurata* (RISSE, 1826), uno de los teleósteos más abundantes en el canal que comunica la laguna con el mar, presentándose en éste trabajo los primeros resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Una descripción general del sistema puede hallarse en MARGALEF (1952) y PRETUS (1985; 1989). Se trata de una laguna de aguas mesopolihalinas, con una profundidad media de 2 metros. La comunidad vegetal más abundante es la *Chaetomaorpheto-Polysiphonietum*, existiendo también zonas en las que se desarrolla *Ruppia cirrhosa* y praderas de *Zostera nana* (MARGALEF, 1952). La comunicación con el mar se realiza por un canal, conocido como Sa Gola, de unos 400 metros de longitud. La profundidad media del canal en la parte más cercana a la laguna es de 50 cm. La parte más próxima al mar tiene una zona central de 2,5-3 metros de profundidad y está rodeada por playas de arena y fango con una profundidad media de 43 cm. La vegetación es similar a la de la laguna, pero faltan *Phragmites australis* y *Scirpus ssp.*, típicos de las orillas de aquélla.

Entre agosto de 1987 y abril de 1988, se analizaron mensualmente varios parámetros fisicoquímicos del agua de sa Gola en las proximidades del puente. La temperatura del agua y la concentración de oxígeno en superficie se midieron mediante un oxímetro-termómetro WTW. La salinidad superficial se determinó con un refractómetro de mano ATAGO. Finalmente, el pH se midió mediante un pH-metro portátil CRISON.

Los ejemplares de *L. aurata* se capturaron, con anzuelo, dos veces en cada estación del año, con un mes de diferencia entre los dos muestreos del mismo período. Para determinar el período de alimentación, la pesca se realizó diariamente en dos etapas: de 10 a.m. a 12 a.m. y de 3 p.m. a 5 p.m.

Los animales capturados se guardaban en una nevera portátil, a una temperatura de 5°C, durante menos de tres horas. Tras extraer el tubo digestivo, éste era congelado a -20°C. De cada ejemplar se medía su longitud total y se determinaba su madurez sexual. Sólo se estudiaron aquellos ejemplares que aún no habían realizado la primera maduración sexual.

Las muestras se dividieron en tres grupos, que se estudiaron por separado: verano, otoño-invierno y primavera. En primer lugar, para cada grupo se determinó cómo se distribuían en los dos intervalos horarios estudiados las capturas de los ejemplares sin alimento en el tubo digestivo. Para ver si la actividad trófica era similar en ambos períodos, lo que sucedería si las frecuencias halladas no difiriesen de una relación 1:1, se empleó el test Ji-cuadrado (CUADRAS, 1984).

Posteriormente, los contenidos estomacales se analizaron mediante lupa binocular y microscopio óptico, determinándose así las presas presentes en cada estómago. Únicamente los restos vegetales en descomposición se consideraron como detritus (WHITFIELD, 1988), y los restos no identificados se consignaron como *otros* (tabla 4).

Para cuantificar la importancia de cada presa, se siguieron los métodos de ocurrencia y de predominio (HUREAU, 1970; NATARAJAN & JHIGRAM, 1961; BAL & RAO, 1984; DRAKE *et al.*, 1984). Según el primero, la importancia de cada presa *i* viene determinada por el porcentaje de estómagos llenos en que aparece dicha presa (frecuencia de ocurrencia: Fa_i), estableciéndose la siguiente clasificación a partir de los valores de Fa_i (HUREAU, 1970):

-Presas preferenciales: constituyen la mayor parte del alimento ($Fa_i \geq 50\%$).

-Presas secundarias: contribuyen algo a la alimentación ($10\% \leq Fa_i < 50\%$).

-Presas accidentales: apenas aportan algo a la alimentación ($Fa_i < 10\%$).

En cuanto al método de predominio, se basa en el cálculo de la frecuencia de predominio de cada presa *i* (Fp_i), determinada como el porcentaje de estómagos en los que predomina la presa *i* sobre el conjunto de las presas.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis del agua realizados se muestran en la tabla 1. El pH apenas varió a lo largo del período de estudio (valor medio = 8,43; desviación standard = 0,09).

El ritmo de alimentación de *L. aurata* en la zona varía estacionalmente (tabla 2). Durante la época fría y la primavera, la alimentación es más intensa después del mediodía, pues hay diferencias estadísticamente muy significativas (Test Ji-cuadrado; $P < 0.001$) entre las frecuencias halladas y las esperadas si la intensidad de alimentación fuese idéntica en ambos períodos. Sin embargo, durante el verano no existen diferencias significativas, por lo que no podemos afirmar que haya diferencias en la intensidad de alimentación.

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
S (%)	33.8 (36.2-31.4)	25.6 (30.9-19.0)	18.5 (20.0-17.0)
O ₂ ppm	6.3 (6.9-5.9)	8.6 (9.9-7.5)	7.3 (7.5-7.0)
T (°C)	27.9 (28.5-27.4)	13.3 (17.0-10.2)	16.0 (20.3-13.6)

Tabla 1. Valores medios (fila superior) y rango (fila inferior) de salinidad (S, en tantos por mil), concentración de oxígeno disuelto ([O₂], en ppm) y temperatura del agua al mediodía (T, en °C) en cada estación del año.

Mean (upper row) and range (lower row) values of salinity (S, in g.l⁻¹), dissolved oxygen ([O₂], in ppm) and water temperature at midday (T, in °C) during each season.

Por otra parte, el perfil de recursos utilizado por *L. aurata* en l'Albufera des Grau también muestra variaciones estacionales (tabla 3), aunque hay algunas características constantes en el mismo, como el hecho de que la frecuencia de ocurrencia de la arena, los ostrácodos y los foraminíferos sea siempre superior al 50%. A este respecto, hay que indicar que probablemente los dos últimos tipos de presa se ingieran pasivamente con la arena, pues la mayoría de los restos de los ostrácodos son caparazones y la representación de los foraminíferos en los estómagos es similar a la del fondo (MATEU, 1974).

Durante el verano hay siete presas preferenciales y cinco secundarias. Entre las preferenciales, dos son de origen vegetal y tres son de origen animal. Todas las presas secundarias son de origen animal.

La alimentación se diversifica en otoño-invierno, pues si bien gasterópodos, cianofíceas y cladoforales dejan de ser alimentos preferenciales, el núme-

ro de presas de esta categoría se incrementa. Dos de las presas preferenciales son vegetales y cuatro animales. El número de presas secundarias y accidentales pasa de cinco a nueve y, salvo las cladoforales, son animales. Durante la primavera continua el incremento de la diversificación, pues pasa a haber diez presas preferenciales y cinco secundarias. Las presas que en la estación anterior eran accidentales son ahora secundarias. Entre las presas preferenciales hay cinco de origen animal y tres de origen vegetal. Entre las secundarias hay cuatro animales y ninguna vegetal. Paralelamente el incremento de la frecuencia de ocurrencia de las presas animales, se observa un descenso en la de los detritus.

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
Ejemplares	42	40	44
LT (mm)	120.4 ± 1.3	135.5 ± 1.7	164.5 ± 2.4
V _m	52.94	77.78	100.00
V _t	47.06	22.22	0.00

Tabla 2. Características de las muestra tomadas en cada estación. Longitud total (LT) en mm y distribución de los estómagos vacíos entre mañana (V_m) y tarde (V_t) en %.
Features of samples taken at each season. Total length (L.T) is expressed in mm and distribution of empty stomachs between morning (V_m) and afternoon (V_t) in %.

El análisis de las frecuencias de predominio (tabla 3) indica la existencia de fluctuaciones importantes en el papel jugado por la arena, los detritus y el fango, mientras que los alimentos de origen animal y vegetal muestran variaciones de menor amplitud. Sin embargo, el conjunto de la materia orgánica muerta (detritus y materia orgánica adsorbida al fango y la arena) mantiene siempre la misma importancia y, desde esta perspectiva, el perfil de recursos en conjunto es poco fluctuante a lo largo del ciclo anual.

La misma impresión originan los resultados de la tabla 4, en la que se muestran las relaciones entre las frecuencias de ocurrencia medias de las presas animales, vegetales y el conjunto de aquellas que implican la utilización de materia orgánica muerta de origen detrítico, es decir, arena, fango y detritus propiamente dichos.

Presa	Verano		Otoño-Invierno		Primavera	
	F _a	F _p	F _a	F _p	F _a	F _p
Arena	50	28.2	68	5.0	100	35.2
Fango	0	0.0	67	35.0	100	36.0
Detritus	75	42.2	75	41.0	40	0.0
Animales		14.1		12.0		14.0
Foraminif.	87		87		100	
Nematodos	12		56		20	
Gasteróp.	50		18		80	
Bivalvos	25		0		0	
Copépodos	25		50		60	
Ostrácodos	75		100		100	
Isópodos	0		6		20	
Anfípodos	12		18		20	
Cumáceos	0		6		40	
Dípteros adultos	0		10		0	
Dípteros larvas	0		0		80	
Nereidos	25		43		0	
Vegetales		14.1		5.0		14.0
Cladoforal	50		37		80	
Characiácea	0		62		0	
Diatomeas	0		62		100	
Dinoflagel.	0		0		100	
Cianofícea	50		0		0	
Otros	0		12		0	

Tabla 3. Frecuencia de ocurrencia (F_a) de cada presa. Se recoge también la frecuencia de predominio (F_p) de arena, fango, detritus, animales y vegetales. Todos los valores son porcentajes.

Occurrence frequency (F_a) of each prey. Predominance frequencies (F_p) of sand, mud, detritus, animals and plants are also shown. All values are in %.

DISCUSIÓN

Antes de discutir los resultados obtenidos, deben indicarse las limitaciones de la metodología empleada. A la utilización de la frecuencia de ocurrencia para caracterizar la alimentación de una especie se le achaca generalmente el que puede sobreestimar la importancia de las presas que aparecen en poca cantidad, pero en muchos estómagos, y subestimar la importancia de presas

abundantes en aquellos estómagos en que aparecen, pero que se encuentran en un pequeño número de los mismos (HYSLOP, 1980). Sin embargo, éste no parece ser un problema importante a la hora de estudiar la alimentación de *L. aurata*, pues en esta especie existe una elevada correlación entre la frecuencia de ocurrencia de cada presa y su abundancia relativa en los estómagos, por lo que las presas que aparecen en muchos estómagos son además muy abundantes en ellos (CARDONA, 1990).

Tabla 4. Razones entre las frecuencias de ocurrencia medias de las presas animales, vegetales y de la materia orgánica muerta de origen detrítico (m.o. detrítico: arena, fango y detritus).

Ratios between mean occurrence frequencies of animals, plants and detritic organic matter (m.o. detrítico: sand, mud and detritus).

	Verano	Otoño-Invierno	Primavera
animales/vegetales	0.777	0.734	0.619
animales/m.o.muerta	0.622	0.563	0.722
m.o.muerta/vegetales	1.250	1.304	0.857

Un segundo problema es que para una misma frecuencia de ocurrencia, la presa de menor tamaño puede en realidad ser menos importante de lo que aparenta, y éste sí puede tener importancia en los mugílidos, donde el tamaño de las presas es muy variado.

Usualmente, los mugílidos son considerados sedimentívoros y detritívoros (THOMSON, 1966; HICKLING, 1970; BLABER, 1984; ODUM, 1970), con una fuerte apetencia por presas vegetales bentónicas (ODUM, 1970; WELLS, 1984; ROMER & MCLACHLAN, 1986) y en menor medida planctónicas (ROMER & MCLACHLAN, 1986; DRAKE *et al.*, 1984; ODUM, 1968; CARDONA, 1990). Los ejemplares estudiados encajan perfectamente en esta caracterización, pues si bien la frecuencia de predominio de las presas animales es algo mayor a la de las presas vegetales, la frecuencia de ocurrencia media de aquéllas es claramente inferior (tabla 4).

Por otra parte, la alimentación de los juveniles de *L. aurata* en la albufera des Grau es similar a la de los adultos de la misma especie en otras zonas lagunares (DRAKE *et al.*, 1984), pero diferente de la de los alevines con una longitud total inferior a los cinco centímetros (ALBERTINI-BERHAUT, 1973).

Parece, en consecuencia, que los inmaduros y los adultos ocupan el mismo nicho en el ecosistema, lo que no sucede con los alevines, esencialmente planctófagos y carnívoros.

Dada la gran diversidad de alimentos consumidos por los juveniles de *L. aurata*, y la existencia de importantes cambios estacionales en el grado de utilización de los mismos, podría considerarse que dicha especie se comporta como un oportunista trófico, variando el patrón de utilización de recursos en función de la disponibilidad de los mismos. De hecho, ésto parece ser cierto con respecto a cada presa concreta, pero si las agrupamos según su naturaleza animal, vegetal o detrítica, existe entonces una gran constancia interestacional, tanto en sus frecuencias de predominio como en la relación entre sus frecuencias medias de ocurrencia. Por lo tanto, podemos concluir que la intensidad de utilización de cada presa sí puede verse influenciada por su abundancia en el medio, pero que la importancia relativa de los detritus, los animales y las plantas en la alimentación de los juveniles de *L. aurata* varía muy poco a lo largo del año.

Del razonamiento anterior se desprende que debería haber pocas variaciones interestacionales en la composición química del alimento de *L. aurata*, a menos que se produzcan grandes cambios en la organización del ecosistema capaces de afectar a la disponibilidad relativa de detritus, animales y plantas. Un buen ejemplo es lo que sucede tras las crisis distróficas, en que estas relaciones se alteran (PRETUS, 1989; CARDONA, 1990) y como consecuencia se produce un descenso significativo de la cantidad de proteínas presentes en el alimento de *L. aurata*, que permanecerá constante mientras la estructura del ecosistema no cambie nuevamente (CARDONA & CASTELLO, 1990).

Por lo que respecta a los cambios del ritmo de alimentación, parecen estar relacionados con el aumento que sufre la demanda energética de los poiquilothermos a medida que aumenta la temperatura (MARGALEF, 1986; PERSSON, 1986), y no ser un artificio del método de captura empleado, pues los resultados son similares a los obtenidos mediante capturas periódicas con trasmallos (CARDONA, 1990).

En la mayoría de los poiquilothermos, el requerimiento energético se duplica al aumentar 10°C la temperatura (MARGALEF, 1986), y lo mismo sucede en el mugílido *Chelon labrosus*, que además necesita cuatro veces más alimento a 23°C que a 13°C (FLOWERDEW & GROVE, 1980). Si *L. aurata* presentan una respuesta similar al aumento de la temperatura, es lógico entonces que en verano dedique más tiempo a alimentarse que durante el resto del año, al tener que satisfacer una mayor demanda energética.

Finalmente, podemos concluir que *L. aurata* es una especie omnívora en la que la materia orgánica detrítica juega un papel muy importante en la dieta y que el tiempo destinado a la búsqueda de alimento está controlado, al menos en parte, por la temperatura del medio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERTINI-BERHAUT, J. 1973.- Biologie des stades juveniles de Téléostéens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 et *Mugil saliens* Risso 1810. I. Régime alimentaire. *Aquaculture*, 2: 215-266.
- BAL, D.V. & RAO, K.V. 1984.- *Marine fisheries*. Tata McGraw-Hill Publishing Co. Lt., New Delhi.
- BLABER, S.J.M. 1984.- The food and feeding ecology of *Mugilidae* in the St. Lucia lake system. *Biol. J. Linn. Soc.*, 8: 267-277.
- CARDONA, L. 1990.- *Ecología trófica de los mugílidos (Osteichthyes: Mugilidae) en la Albufera des Grau (Menorca, Islas Baleares)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.
- CUADRAS, C.M. 1984.- *Probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia estadística*. PPU, Barcelona.
- DEMESTRE, M., A. ROIG, A. DE SOSTOA & F.J. DE SOSTOA. 1979.- Contribución al estudio de la ictiofauna de Cataluña y Baleares. Estudio preliminar de la zona litoral superior de la isla de Menorca. *Misc. Zool.*, 3 (4): 101-114.
- DE SILVA, S.S. 1980.- Biology of juvenile grey mullet: a short review. *Aquaculture*, 19: 21-36.
- DRAKE, P., A.M. ARIAS & L. GALLEGO. 1984.- Biología de los Mugílidos (*Osteichthyes, Mugilidae*) en los esteros de las salinas de San Fernando (Cádiz). 3. Hábitos alimentarios y su relación con la morfometría del aparato digestivo. *Inv. Pesq.*, 48 (2): 337-367.
- FLOWERDEW, M.C. & D.J. GROVE. 1980.- An energy budget for juvenile thick-lipped mullet, *Crenimugil labrosus* (Risso). *J. Fish Biol.*, 17: 395-410.
- HICKLING, C.F. 1970.- A contribution to the natural history of the English grey mullets (*Pisces Mugilidae*). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 50: 609-633.
- HUREAU, J.C. 1970.- Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (*Nothothenidae*). *Bull. Inst. Ocean. Monaco*, 68 (1391), 224 pp.
- HYSLOP, E.J. 1980.- Stomach contents analysis. A review of methods and their applications. *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.
- MARGALEF, R. 1952.- Materiales para la hidrología de la isla de Menorca. *Publ. Inst. Biol. Apl.*, 11: 5-12.
- MARGALEF, R. 1986.- *Ecología*. Omega. Barcelona.
- MATEU, G. 1974.- Foraminíferos de la isla de Menorca y su aplicación como indicadores biológicos de contaminación litoral. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 89-114.
- NATAARAJAN, A.V. & JHINGRAM, A.G. 1961.- Index of preponderance. A method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian J. Fish.*, 8(11): 54-59.
- ODUM, W.E. 1968.- Mullet grazing on a dinoflagellats bloom. *Chesapeake Sci.* 9: 202-204.
- ODUM, W.E. 1970.- Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet (*Mugil cephalus*). In *Marine Food Chains*. (J.J. Steele ed.): 222-240. Edinburgh.
- PERSSON, L. 1986.- Temperature-induced shift in foraging ability in two fish species, roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*): implications for coexistence between poikilotherms. *J. Animal Ecology.*, 55: 829-839.

- PRETUS, J. 1985.- *Limnologia de l'Albufera des Grau (Menorca)*. Aportacions a l'estudi del cicle anual. Tesina de Licenciatura. Universidad de Barcelona.
- PRETUS, J. 1989.- Limología de la albufera de Menorca (Menorca, España). *Limnética*, 5: 69-81.
- ROMER, G.S. & MCLACHLAN A. 1986.- Mullet grazing on surf diatom accumulations. *J. Fish. Biol.*, 28: 93-104.
- THOMSON, J.M. 1966.- The grey mullets. *Oceanography and marine biology annual review*, 4: 301-335.
- WELLS, R.D.S. 1984.- The food of the grey mullet (*Mugil cephalus*) in Lake Waahi and the Waikato river at Huntly. *New Zealand J. Mar. Freshw. Res.*, 18(1): 13-19.
- WHITFIELD, A.K. 1988.- The role of tides in redistributing macrodetrital aggregates within the Swartvlei estuary. *Estuaries*, 11(3): 152-159.

NIDIFICACIÓN DEL *TADORNA TADORNA* EN IBIZA

J. ESTARELLAS¹, D. Fernández² & B. PLANAS³

PALABRAS CLAVE: *Tadorna tadorna*, Ibiza, Nidificación.

KEYWORDS: *Tadorna tadorna*, Ibiza, Nesting.

RESUMEN. NIDIFICACION DEL *tadorna tadorna* EN IBIZA. Como resultado de un estudio de la avifauna de las Salinas de Ibiza desde 1983, se ha constatado la nidificación periódica de una pareja de Tarro blanco (*Tadorna tadorna*) a partir del año 1985. Esta es la primera cita de reproducción de la especie en las Baleares, y una de las pocas existentes en la Península Ibérica. Esto puede demostrar la creciente expansión geográfica de la especie, detectada en los últimos años. Además esta cita refuerza la gran importancia ecológica de las Salinas de Ibiza, actualmente en inminente peligro de promoción urbanística.

RESUM. NIDIFICACIÓ DEL *tadorna tadorna* A EIVISSA. Com a resultat d'un estudi continuat de l'avifauna de Ses Salines d'Eivissa des del 1983, s'ha constatat la nidificació periòdica d'una parella d'Annera blanca (*Tadorna tadorna*) a partir de l'any 1985. Aquesta és la primera cita de reproducció de l'espècie a les Balears, i una de les poques de què es té constància a l'Estat espanyol. Això pot considerar-se una prova més de la creixent expansió geogràfica de l'espècie, detectada als darrers anys. Aquesta cita reforça encara més el gran interès ecològic de Ses Salines d'Eivissa, ara en greu risc de promoció urbanística.

SUMMARY. ON THE NESTING OF *tadorna tadorna* IN IBIZA (BALEARIC ISLANDS, W. MEDITERRANEAN). In the course of an ornithological study of the "Salines" (brine ponds) of Ibiza since 1983, the periodic nesting of a pair of *Tadorna tadorna* since 1985 has been detected. This is the first record of nesting of the species on the Balearic Islands, and it is as well one of the few cases reported from Spain. It is evidence of the increasing geographic range of the species in recent time, and of the great ecological value of the area of Ses Salines, nowadays under great risk of urban development.

¹ Torre de control aeropuerto de Ibiza.

² C/ José Rover Motta, 9, 6-B. Palma de Mallorca.

³ C/ Ignacio Wallis, 23, 2-D. Ibiza.

INTRODUCCIÓN

No se conocen hasta el momento datos de nidificación del Tarro blanco (*Tadorna tadorna*) en las Baleares (MAYOL, 1976; CORONADO *et al.*, 1983; GOB, 1985). El Tarro blanco es una especie Paleártica de distribución preferentemente norteña, donde suele elegir las costas atlánticas de la Europa Septentrional como áreas de nidificación (CRAMP & SIMMONS, 1977). En los últimos años, se ha venido constatando una expansión sureña del área de invernada y también de cría de la especie (ROBLEDANO & CALVO, 1989). En la Península Ibérica, y desde hace relativamente poco tiempo, se han venido observando parejas nidificantes aisladas en el Delta y valle del Ebro, Marismas del Guadalquivir y en algunos puntos de la costa Levantina (COLOM & FERRER, 1974; MUNTANER *et al.*, 1984; CALVO *et al.*, 1987; CASTRO & MIRALLES, 1987; HERNÁNDEZ, 1989).

Como resultado de un estudio ornitológico de las Salinas de Ibiza realizado entre los años 1983 y 1986, ambos inclusive, se pudo constatar la posible nidificación del Tarro blanco en la zona; hecho que fue confirmado posteriormente.

RESULTADOS

Durante 1985 y 1986 se pudieron observar toda una serie de comportamientos que ponían de manifiesto la nidificación de *T. tadorna* en la zona de las Salinas de Ibiza. A partir de 1985, una pareja de esta especie se observó en los estanques de las salinas a principios de Marzo; es posible que pertenecieran al grupo de 30 invernantes censados ese mismo Invierno (obs. pers.). Desde estas fechas se pudo observar como el ejemplar macho permanecía en los estanques de las salinas de forma prolongada y sin la compañía de la hembra, que aparecía menos frecuentemente y durante cortos períodos de tiempo para después, los dos juntos, trasladarse en una dirección determinada. Estudiando estos desplazamientos se pudo comprobar que el destino de la pareja era un pequeño islote costero situado al Este de la playa d'en Bossa, relativamente cercana a los estanques de las Salinas. Las observaciones se repitieron entre el 31 de Marzo y el 5 de Junio; a partir de esta fecha no se constató la presencia de la pareja en la zona.

En 1986 se observaron similares comportamientos reproductivos en otra pareja aislada, que tal vez era la misma observada el año anterior. Las obser-

vaciones no pudieron extenderse a lo largo de todo el período de cría debido a imponderables ajenos a la voluntad de los autores. En 1987, por las mismas causas, no fue posible la toma de datos.

En 1988 se realizó una visita al islote de la playa d'en Bossa anteriormente citado durante la época (Mayo) en que se supone que la especie se halla en pleno ciclo reproductor. Se observó la llegada de la pareja proveniente de las Salinas de Ibiza. El macho adoptó un comportamiento altivo y de distracción con cortos vuelos alrededor de la isla, mientras que la hembra desaparecía entre la vegetación baja de la isla. Con el fin de evitar traumas al desarrollo de la posible pollada se optó por renunciar a su localización y abandonar el islote.

Finalmente, en 1989, el comportamiento reproductor de esta especie varió considerablemente al nidificar en los propios estanques de las Salinas de Ibiza. Se observó la presencia de la pareja junto a ocho pollos de muy corta edad, el día 10 de Mayo. El 30 de Junio se presencié el primer vuelo de uno de los pollos y el 9 de Julio se dejó de ver a toda la familia, no sin antes recoger de los estanques a la hembra y dos jóvenes muertos por una posible intoxicación.

DISCUSIÓN

Durante 1985 una pareja de Tarros blancos permaneció en la zona durante su ciclo reproductor, y por tanto pudo nidificar en las Salinas de Ibiza, concretamente en una islote marino cercano a la playa d'en Bossa. El lugar es especialmente adecuado por su orografía, con abundantísimas oquedades; este islote, por su difícil acceso, prácticamente asegura una nula interferencia humana durante el ciclo reproductivo de la especie. La dirección y situación del islote respecto a las Salinas corresponde exactamente a las asiduas y repetidas rutas que seguían los ejemplares, probablemente para trasladarse desde el lugar de cría hacia la zona de descanso y alimentación. En esta especie sólo incubaba la hembra, la cual toma descansos cada tres horas aproximadamente para proveerse de alimentos, siendo más tarde acompañada por el macho hasta el nido; por su parte, el macho permanece en las cercanías de la zona mientras la hembra incubaba (HARRISON, 1977). Dicha pauta concuerda con las observaciones realizadas, en las que el macho permanecía durante prolongados períodos en los estanques de las Salinas, donde con toda seguridad encontraba una fuente de alimento (*Artemia*, poliquetos, etc.) mucho más abun-

dante que en la costa cercana. Teniendo en cuenta que el período de incubación en esta especie dura 30 días y que los padres pueden permanecer con los polluelos dos semanas aproximadamente (HARRISON, 1977), y suponiendo como primeros días de incubación los relativos al 5 de Abril, podemos concluir que a partir del 5 de Junio, fecha en que dejó de observarse la pareja, el ciclo reproductor podía haberse completado. En esta especie, una vez que los pollos han alcanzado su completo desarrollo, el grupo familiar suele realizar largos desplazamientos (HARRISON, 1977).

De los escasos datos recogidos durante 1986 pueden extrapolarse las mismas conclusiones.

La visita efectuada al islote en 1988, durante la que se pudo constatar la llegada de la pareja desde las Salinas, así como el despliegue de pautas de comportamiento tendentes a la distracción de intrusos por parte del macho, mientras la hembra desaparecía entre la vegetación, hace factible que dicho islote fuera de nuevo utilizado para la reproducción por la pareja durante este año.

Finalmente la nidificación comprobada de la especie en 1989, con el avistamiento de pollos de muy corta edad en los estanques de las Salinas, es una confirmación de las observaciones presentadas anteriormente.

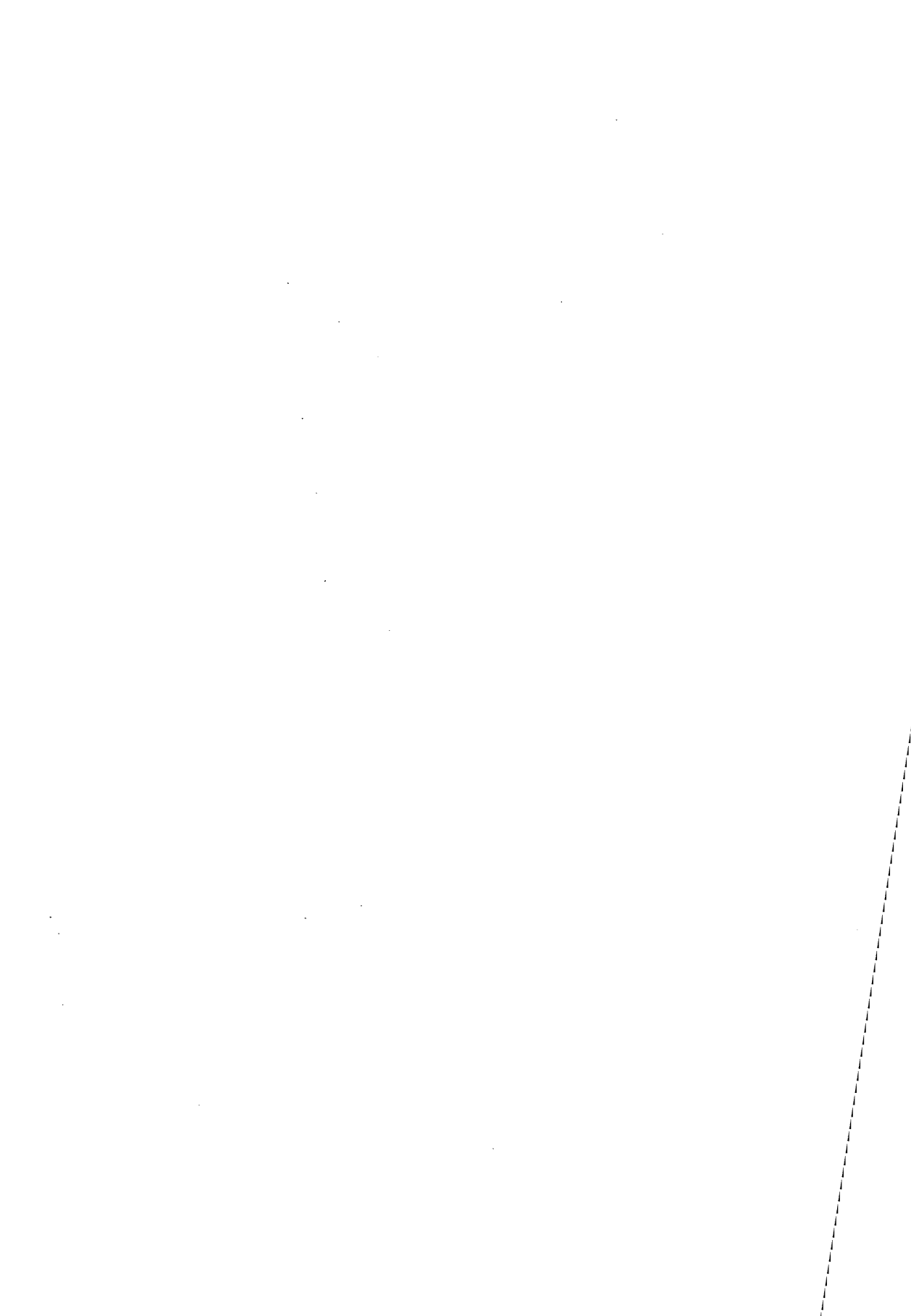
Podemos aportar por tanto, un argumento más para la protección de las Salinas de Ibiza, la única zona húmeda de la isla aún libre de promoción urbanística. Las Salinas de Ibiza constituyen la única estación de cría del Tarro blanco en las Baleares, así como una de las pocas del ámbito Ibérico. Cabe también recalcar la importancia de la conservación de los islotes adyacentes a las Salinas para la estabilización de la cría de la especie en la zona, y abordar, por parte de la administración pertinente, la evacuación y control de sus poblaciones de roedores.

Este nuevo dato de nidificación supone una prueba más de la expansión de esta anátida en el ámbito Ibérico.

BIBLIOGRAFÍA

- CALVO, J.F., CÁSTANEDO, J.L., IBAÑEZ, J.M., MAS, J. & REBOLLO, I.D. 1987.— El Tarro Blanco (*Tadorna tadorna*) en el Sureste Español. *Anales de Biología*, 11 (*Biología animal*, 3): 3-30.
- CASTRO, H., & MIRALLES, J.M. 1987.— Nuevas citas de aves para el litoral Almeriense. *Oxyura*, 1: 214.
- COLOM, L. & FERRER, X. 1974.— Sobre la nidificación del Tarro Blanco (*Tadorna tadorna*) en el Delta del Ebro. *Ardeola*, 20: 336.

- CORONADO, R., SAEZ-ROYUELA, R. & DEL PORTILLO, F. 1983.- *Guía de las anátidas en España*. ICONA. Madrid. 259 pp.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K.L. (eds.) 1977.- *The birds of the western Palearctic*. Vol. 1. Oxford University Press. Oxford. 722 pp.
- GOB, 1986.- *Anuari ornitològic de les Balears, 1985-1986*. GOB. Palma de Mallorca. 40 pp.
- HARRISON, C. 1977.- *Guía de campo de los nidos, huevos y polluelos de las aves de España y Europa*. Omega. Barcelona. 485 pp.
- HERNÁNDEZ, F. 1989.- Noticiario Ornitológico. Tarro Blanco (*Tadrona tadorna*). *Ardeola*, 36: 237-238.
- MAYOL, J. 1978.- *Els ocells de les Balears*. Moll. Palma de Mallorca. 155 pp.
- MUNTANER, J., FERRER, X. & MARTÍNEZ, A. 1984.- *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres. Barcelona.
- ROBLEDANO, F. & CALVO, J.F. 1989.- La Expansión del Tarro Blanco, *Tadorna tadorna* (L.) como reproductor en España. *Ardeola*, 36: 91-95.
- SAUER, F. 1984.- *Aves acuáticas*. Blume, S.A. Barcelona. 286 pp.



DINAMICA DE LA DESCOMPOSICION DE LAS HOJAS DE *Pinus halepensis* MILL. EN CAP DES PINAR (ALCUDIA, MALLORCA)

C. GARCÍA PLÉ, E. PRATS, P. VANREIL, LL. SABATER & M. MOREY¹

PALABRAS CLAVE: bosque mediterráneo, hojarasca, descomposición, peso perdido, modelo matemático.

KEYWORDS: mediterranean forest litter, decomposition, weight loss, mathematical model.

RESUMEN. En el presente trabajo se ha estudiado el proceso de descomposición de las hojas de *Pinus halepensis* Mill. en una parcela experimental permanente de 1600 m² de pinar no intervenido desde hace 40 años, localizada en Cap des Pinar (Alcúdia, Mallorca), zona bajo gestión militar.

Se inició con la recogida de hojas recién caídas en Julio de 1988 que se llevaron al laboratorio, introduciéndose aproximadamente 3.50 g en bolsas de nylon de 1 mm de malla y 225 cm² de superficie. Un total de 91 bolsas fueron emplazadas sobre el mantillo del bosque, siendo retiradas 7 cada mes, a partir de Agosto, durante 13 meses.

A lo largo de 396 días se ha producido una pérdida de peso respecto del inicial del 18.5%, siendo la media del peso perdido diariamente durante los 13 meses del estudio del 0.047%, valor semejante al estimado por regresión exponencial negativa ($k \times 100 = 0.044\%$). El tiempo de semi-descomposición según esta última tasa es de 1576 días.

ABSTRACT. DYNAMICS OF DECOMPOSITION OF *Pinus halepensis* MILL. LEAVES IN CAP DES PINAR (ALCUDIA, MALLORCA). Decomposition processes of leaves of *Pinus halepensis* Mill. were studied in an experimental pine grove (1600 m² surface area), located in Cap des Pinar (Alcúdia, Majorca), an area under military management.

In July 1988 freshly fallen leaves were taken to the laboratory. Approx. 3.50 g were introduced in 1 mm mesh nylon litter bags and 225 cm² surface area. Ninety one bags were placed on the litter and seven were retrieved monthly over 13 months. The loss in dry weight was 18.47% after 396 days. The ave daily weigth loss was 0.047%. Similar data were obtained by negative exponential regression ($k \times 100 = 0.044\%$). The time predicted for 50% decomposition is 1576 days.

¹ Lab. Ecología. Dpto. de Biología Ambiental. Universidad de las Islas Baleares. 07071 Palma de Mallorca.

RESUM. DINÀMICA DE LA DESCOMPOSICIÓ DE LES FULLES DE *Pinus halepensis* MILL. A CAP D'ES PINAR (ALCUDIA, MALLORCA). S'ha estudiat el procés de descomposició de les fulles de *Pinus halepensis* Mill. a una parcel·la experimental permanent de 1600 m² de pinar no intervengut durant els darrers 40 anys, localitzada al Cap d'es Pinar (Alcúdia, Mallorca), zona de gestió militar.

La recollida de fulles acabades de caure es va iniciar el Juliol de 1988 que es portaren al laboratori, introduint-se aproximadament 3.50 g a bosses de nylon de 1 mm de malla i 225 cm² de superfície. Un total de 91 bosses foren posades sobre la virosta del bosc, éssent retirades 7 cada mes, a partir de l'Agost, durant 13 mesos.

Al llarg de 396 dies s'ha produït una pèrdua de pes respecte de l'inicial del 18.5%, essent la mitjana del pes perdut diàriament durant els 13 mesos del 0.047%, valor semblant a l'estimat per regressió exponencial negativa ($k \times 100 = 0.044\%$). El temps de semidescomposició segons aquesta darrera taxa, és de 1576 dies.

INTRODUCCIÓN

La circulación de materia orgánica y de nutrientes es uno de los aspectos clave del funcionalismo de los ecosistemas terrestres (FERRES *et al.*, 1984). Dentro de la llamada circulación interna del ecosistema (circulación entre los organismos y el suelo), la descomposición es el flujo de unión entre los compartimentos mantillo y suelo; la acumulación de mantillo resulta del equilibrio entre la velocidad del desfronde y la velocidad de descomposición.

La descomposición es un proceso dinámico que comporta un cambio de estado del recurso o sustrato por el efecto de un número elevado de factores biológicos y abióticos (SWIFT *et al.*, 1979). Dentro de este cambio de estado, la expresión más simple es la pérdida de peso; además también se produce un cambio en la composición química del recurso (VERDU, 1984).

Estos cambios pueden atribuirse a tres procesos diferentes que actúan simultáneamente sobre el recurso: lavado por el agua de lluvia; catabolismo resultante de la acción fundamentalmente bacteriana y fúngica; y fragmentación por la actividad de los animales detritófagos (VERDU, 1984). A largo plazo, el resultado final de la descomposición es la mineralización del recurso. A corto plazo, la descomposición origina la formación de la materia orgánica del suelo, ya sea en forma de fracción celular o de humus (VERDU, 1984).

La mineralización rápida del mantillo está en relación con un aumento de la fertilidad y, por ello, está en relación con un aumento de la producción primaria (DUVIGNEAUD, 1981; VERDU, 1984); de ahí el interés en estudiar la evolución y velocidad de descomposición de la hojarasca.

Los objetivos generales de este trabajo han sido dos: evaluar la pérdida de peso de hojas de *Pinus halepensis* durante el primer año de su descomposición; y establecer un modelo matemático de descomposición.

El presente estudio contribuye a paliar la escasez de datos biogeoquímicos referentes a los ecosistemas forestales en Baleares (GARCIA PLÉ *et al.*, 1989), con tal de mejorar el conocimiento de nuestros bosques y la gestión de los recursos forestales.

MATERIAL Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en una parcela experimental permanente de 1600 m² de pinar no intervenido desde hace 40 años, localizada en Cap des Pinar (Alcúdia, Mallorca), zona bajo gestión militar. La parcela está situada a 30 m de altitud y a una distancia aproximada de 150 m del mar. Presenta una pendiente de 6° y está orientada hacia el NW (320°). La litología corresponde a calizas del Lías inferior (IGME, 1963). La pluviosidad anual es de 602 mm y la temperatura media anual es de 17.2°C (GUIJARRO, 1986).

Es de señalar que la precipitación durante el año de estudio ha sido sensiblemente menor (375 mm, estación Alcúdia "Butano") que la media. En la tabla 1 se presentan los datos termopluviométricos de las estaciones más cercanas a la zona experimental, para el período Julio 1988-Junio 1989.

El estrato arbóreo constituido por la especie *Pinus halepensis* presenta una altura media de 10-12 m, con una cobertura del 60%. La cobertura arbustiva es del 25%, con una altura media de 1 m; está formada por *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Chamaerops humilis* y *Phillyrea angustifolia*. El estrato herbáceo está constituido casi en su totalidad por *Ampelodesmos mauritanica*, con una cobertura del 35% y una altura media de 0,60 m. La comunidad pertenece a la Alianza *Oleo-Ceratonion* (BOLOS & MOLINIER, 1958). El suelo se halla cubierto en su mayor parte por hojarasca, siendo escasa la roca aflorante.

La densidad del estrato arbóreo es de 756.3 pies/ha y el área basal es de 29.51 m²/ha; la distribución de los árboles en clases diamétricas, a partir de la clase de 5-10 cm, alcanza hasta la clase de 40-45 cm. La clase diamétrica con mayor densidad es la de 15-20 cm con 143 pies/ha; la clase diamétrica con mayor área basal corresponde a un diámetro de 30-35 cm con 7.65 m²/ha, y en ella nos ha sido posible estudiar un ejemplar de 31.7 cm de diámetro en el que datamos una edad aproximada de 63 años.

	Alcúdia (V. Pollença)		Alcúdia (Butano)		
	Prec. (mm)	Prec.(mm)	T. máx.(°C)	T. media(°C)	T. mín.(°C)
Jul. 88	0.0	2.9	31.2	25.9	20.5
Ago.	10.0	11.1	32.2	26.5	20.8
Sep.	58.0	51.3	27.4	22.6	17.7
Oct.	12.0	19.0	26.0	21.0	16.0
Nov.	14.0	23.3	20.2	15.9	11.6
Dic.	20.0	23.8	15.7	11.8	7.9
Ene. 89	28.0	34.9	15.3	10.8	6.2
Feb.	29.0	39.6	16.9	10.3	6.8
Mar.	22.0	41.1	19.8	14.6	9.3
Abr.	75.0	64.8	19.2	14.8	10.4
May.	-	30.0	24.1	19.0	14.0
Jun.	42.0	33.1	28.2	22.8	17.2
Jul.	5.0	4.4	31.9	23.4	21.1
Ago.	49.0	33.4	33.1	27.8	22.4

Tabla 1. Datos termopluviométricos de las estaciones de Alcúdia, "Vertiente Pollença" (sólo precipitación) y Alcúdia "Butano" (precipitación, temperaturas máxima, media y mínima) para el período Julio 1988-Agosto 1989.

Temperature and rainfall data from Alcudia stations, "V. Pollença" (rainfall only) on "Butano" (rainfall and maximum, minimum and mean temperatures) during July 1988 to August 1989.

METODOLOGÍA

Para el estudio del proceso de descomposición se recogieron hojas recién caídas en Julio de 1988, mes de máximo desfronde para esta fracción; de esta manera se trata de simular las condiciones naturales lo más fielmente posible (VERDU, 1984; SANTA REGINA *et al.*, 1986). Dichas hojas se llevaron al labora-

torio y se secaron a temperatura ambiente, introduciéndose aproximadamente 3.50 g en bolsas de nylon de 1 mm de malla y 225 cm² de superficie.

Las hojas frescas se dejan secar al aire hasta obtener porcentajes de contenido en agua inferiores al 10% (VERDU, 1984); encontramos que 3.50 g de hojas secadas al aire corresponden a 3.30 g de hojas secadas en estufa, lo que equivale a un 6% de contenido hídrico (media de 7 replicados). Con este método, a veces, cuando la tasa de descomposición es muy baja no se registra pérdida de peso durante el proceso de descomposición, debido a los errores que se pueden cometer cuando se estima el peso seco inicial que se va a descomponer a partir de submuestras que, una vez secadas en la estufa, proporcionan la relación peso seco/peso fresco (VERDU, 1984).

La utilización de bolsas para el estudio de la descomposición es un método empleado por numerosos autores (RAPP, 1971; SCHLESINGER & HASSEY, 1981; READ & MITCHEL, 1983; GARRIDO, 1984; HIRSCHFELD *et al.*, 1984; VERDU, 1984; ESCUDERO BERIAN *et al.*, 1987; SANTA REGINA *et al.*, 1986; NUÑEZ, 1989), aunque su tamaño, la luz de malla y peso del material vegetal que se pone en ellas es muy variable. Este método presenta algunas ventajas e inconvenientes. La modificación más importante en el proceso de descomposición consiste en la acción de filtro sobre el paso de los detritófagos, realizada por el tamaño de la malla; la disminución de la fragmentación puede ser compensada porque en el interior de las bolsas se produce cierta compactación que favorece la conservación de la humedad, y, con ella, la actividad de los descomponedores. La lixiviación también puede reducirse por el efecto de la malla. Pese a esta distorsión del ambiente natural, este método permite un seguimiento en el tiempo, más o menos eficaz, de la pérdida de peso (VERDU, 1984).

Un total de 91 bolsas fueron emplazadas sobre el mantillo del bosque (el 29 de Julio de 1988), retirándose 7 cada mes, a partir de Agosto durante 13 meses. Las muestras eran secadas a 70°C en una estufa de aireación forzada hasta peso constante (4 días); esta temperatura minimiza las pérdidas de sustancias volátiles (VERDU, 1984). La limpieza del material (partículas de tierra, restos vegetales, excrementos, etc.) fué muy escrupulosa.

La media del peso perdido para cada muestreo se obtuvo calculando la media aritmética de los pesos de las 7 bolsas; de esta media se ha obtenido el error estandar, expresado en porcentaje. Para expresar la pérdida diaria de peso por mes se ha calculado el peso medio ponderado por los días de cada período de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PÉRDIDA DE PESO

Según WITKAMP (1960), MINDERMAN (1968), DUCHAUFOUR (1978), (ME-ENTEMEYER (1978) y HOWARD & HOWARD (1980), la tasa de descomposición de la hojarasca está influenciada principalmente por: las características climáticas (temperatura y humedad); la calidad de la hojarasca, en cuanto a sus propiedades físicas (fragilidad) y químicas (contenido en nitrógeno, material orgánico hidrosoluble, celulosa, lignina, taninos, etc.); y las características edáficas (drenaje y aireación, pH, etc.).

Durante 396 días se ha producido una pérdida media de peso seco del 18.5% respecto del inicial, siendo de destacar que durante los 92 primeros días se produce cerca de la mitad de dicha pérdida (tabla 2). La media del error estándar para los 14 muestreos realizados ha sido del 6.22% (tabla 3); destaca el elevado error del primer muestreo, atribuible a que la pérdida de peso acumulada es aún muy pequeña.

Además de la pérdida de peso hemos observado un cambio en la coloración de las hojas (de marrón claro a marrón oscuro o negro) y un aumento del grado de compactación y fragmentación de las primeras bolsas a las últimas.

Algunos autores (NUÑEZ, 1989) también registran los mayores porcentajes de pérdida de peso durante los primeros meses, debido fundamentalmente a la calidad de la hojarasca: contenido en sustancias volátiles, compuestos orgánicos hidrosolubles y nutrientes de fácil lixiviación (WITKAMP, 1966).

El valor de pérdida de peso obtenido se encuentra dentro de los límites inferiores dados por otros autores para especies mediterráneas y coníferas en general. VERDÚ (1984) encuentra una pérdida del 25.7% en 374 días para *Quercus ilex* y del 16.8% en 354 días para *Abies alba*; SCHLESINGER & HASSEY (1981) encuentran unas pérdidas anuales del 15-19% en especies de matorral mediterráneo.

En general, la pérdida de peso registrada en nuestro estudio puede considerarse pequeña, confirmando el hecho de que las coníferas suelen descomponerse más lentamente que los planifolios (GONZALEZ, 1980; MAC LEAN & WEIN, 1978; SING & GUPTA, 1977; VIÑAS & VALLEJO, 1987), puesto que pueden contener sustancias inhibitoras del crecimiento microbiano (DUCHAUFOUR, 1978; PORTA, 1985).

Meses	Días acumulados	Peso perdido (%)
Agosto 1988	31	3.32
Septiembre	61	6.53
Octubre	92	8.36
Noviembre	122	9.68
Diciembre	153	10.58
Enero 1989	184	11.66
Febrero	212	12.44
Marzo	243	13.22
Abril	273	14.24
Mayo	304	15.60
Junio	334	17.85
Julio	365	18.16
Agosto	396	18.47

Tabla 2. Cambios en el peso seco de las hojas de *Pinus halepensis* Mill. con el tiempo de descomposición.

Changes in dry weight of *Pinus halepensis* Mill. needles through decomposition time.

No obstante, la comparación de los datos obtenidos con los bibliográficos es simplemente orientativa y debe tomarse con cautela, ya que aparte de diferencias en el clima, cobertura vegetal, calidad de la hojarasca de las diferentes especies, tipo de humus y fauna edáfica, existen diferencias en la metodología utilizada (luz de malla, días transcurridos, etc.).

La media del peso perdido diariamente durante los 13 meses de estudio ha sido del 0,047%, oscilando entre el 0.010 y 0.107% (figura 1).

En la tabla 1 se pueden observar dos máximos de precipitación que corresponden a Septiembre y Abril, siendo la temperatura de Septiembre superior a la de Abril; esto explicaría la mayor tasa de descomposición de Septiembre. En Octubre, Noviembre y Diciembre se puede decir que la precipitación es

Nº de muestreo	S. E. (%) Peso perdido
1 (26.08.88)	24.16
2 (23.09.88)	5.13
3 (21.10.88)	8.91
4 (18.11.88)	4.98
5 (17.12.88)	4.43
6 (13.01.89)	4.12
7 (11.02.89)	2.57
8 (11.03.89)	5.82
9 (07.04.89)	6.93
10 (06.05.89)	7.92
11 (02.06.89)	2.57
12 (01.07.89)	3.15
13 (01.08.89)	4.40
14 (01.09.89)	2.03

Tabla 3. Variación del error estandar (en % de la media) del peso seco perdido por descomposición en los 14 muestreos.

Range of standard errors (% of the mean) of dry weight loss by decomposition for 14 sampling collections.

escasa y la temperatura disminuye notablemente; de forma paralela la tasa de descomposición disminuye. En Enero también se observa un aumento de precipitación, no tan acentuada como en Septiembre y Abril, aunque la temperatura sigue siendo baja; esto podría explicar la pequeña subida de la tasa de descomposición de este mes. En Febrero y Marzo la precipitación aumenta poco y se mantiene más o menos constante, pero la temperatura aún sigue siendo baja, aunque ya empieza a aumentar. A partir de Abril con el importante aumento de precipitación, aunque en Mayo y Junio la precipitación disminuya, la temperatura sigue aumentando, lo que favorecería la descomposición. En Julio y Agosto con mínimos de precipitación y máximos de

temperatura se dan las tasas de descomposición más bajas. Es interesante señalar la diferencia entre Agosto de 1988 (transcurridos 31 días) y Agosto de 1989 (transcurrido 396 días), sólo explicable por la diferencia en la calidad de la hojarasca, ya comentada con anterioridad.

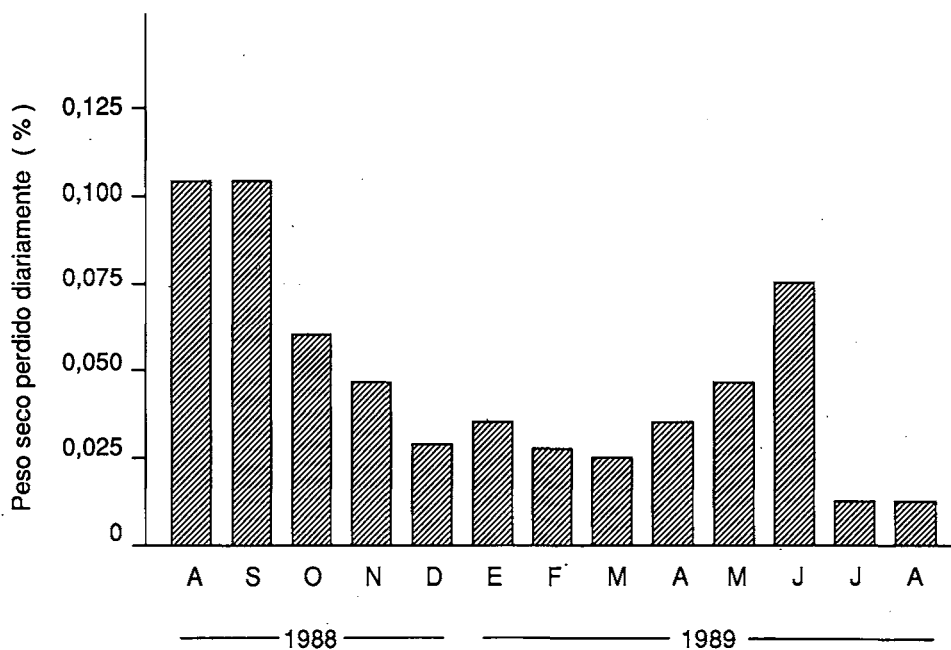


Fig. 1.- Evolución del porcentaje de peso seco perdido diariamente por descomposición en las hojas de *Pinus halepensis* Mill.

Evolution of daily relative dry weight loss by decomposition of *Pinus halepensis* Mill. needles.

De forma global podemos apreciar bajas tasas de descomposición en invierno, condicionadas principalmente por las bajas temperaturas, y tasas más altas en primavera y otoño, favorecidas conjuntamente por temperaturas moderadas y algunas precipitaciones importantes. En verano, la baja precipitación influiría negativamente en la tasa de descomposición, pauta conocida para la vegetación mediterránea (LOUSIER & PARKINSON, 1978; ESCUDERO

BERIAN *et al.*, 1986), a excepción del primer mes de incubación, ya que a medida que pasa el tiempo se incrementa la influencia de los factores climáticos y edáficos sobre la influencia de la calidad de la hojarasca (WITKAMP, 1966).

MODELO MATEMÁTICO DE DESCOMPOSICIÓN

Se han formulado distintos modelos matemáticos para explicar las pérdidas de peso en la hojarasca del suelo producidas por la descomposición. Un modelo ya clásico es el formulado por OLSON (1963), mediante una ecuación de regresión que corresponde a una curva exponencial negativa de la forma $X = X_0 e^{-kt}$, donde X_0 es el peso inicial en el tiempo $t=0$, X es el peso restante en el tiempo t , k es la tasa de descomposición (tiempo^{-1}) y t es el tiempo transcurrido.

El mismo autor propone el cálculo, a partir de k , del tiempo necesario para que se descomponga el 50% ($t_{50\%} = 0.6931/k$) de la hojarasca, tiempo de semidescomposición, y del tiempo para que se descomponga el 95% ($t_{95\%} = 3/k$) y el 99% ($t_{99\%} = 5/k$) de la hojarasca.

En este estudio se ha encontrado una correlación significativa ($r^2 = 0.98$) entre el peso restante de la muestra y los días acumulados, que permite estimar la tasa de descomposición respecto de la unidad de tiempo. Este modelo de descomposición se ajusta a la ecuación de la forma $X = 96.16 e^{-0.00044 t}$ (figura 2). El coeficiente de regresión representa la tasa de descomposición, en este caso diaria, que expresada por porcentaje ($k \times 100$) alcanza un valor de 0.044, con un error estándar (S.E. $\times 100$) de 0.002. Este valor obtenido con 396 días es semejante a la media del peso perdido diariamente durante 13 meses (0.047%).

El tiempo de semidescomposición según esta tasa es de 1576 días; es decir, en poco más de 4 años desaparece la mitad del peso de la hojarasca que cae al suelo. El tiempo necesario para que se descomponga el 95% de la hojarasca es de 6820 días (aprox. 19 años) y para que se descomponga el 99% es de 11366 días (31 años).

La tasa de descomposición encontrada es inferior al mínimo hallado en la bibliografía referente a vegetación mediterránea; $k \times 100 = 0.064$ para *Quercus ilex* (VERDÚ, 1984) y superior al mínimo registrado en la bibliografía referente a coníferas: $k \times 100 = 0.025$ para *Abies alba* (GOURBIERE, 1982).

Es de señalar que la tasa de descomposición es menor cuando la regresión exponencial se calcula a partir de los datos obtenidos en un período de tiempo superior a un año (SCHLESINGER, 1985); NUÑEZ, 1989).

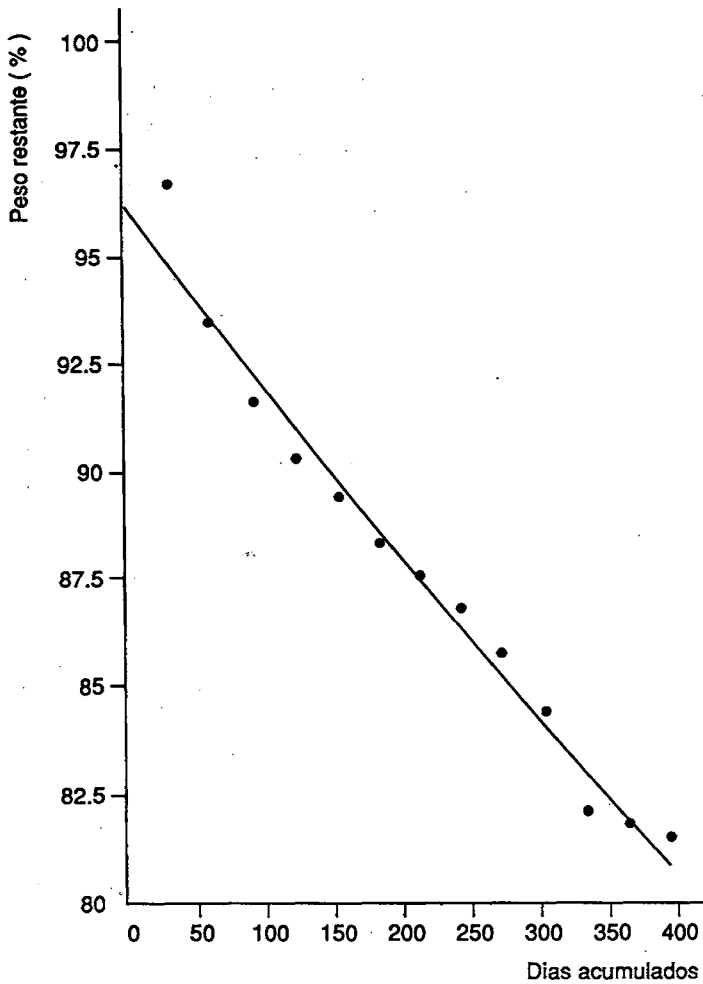


Fig. 2.- Modelo de descomposición para las hojas de *Pinus halepensis* Mill.: regresión entre el peso restante y los días acumulados.

Decomposition model for *Pinus halepensis* Mill. needles: regression between remaining weight and accumulated days.

BIBLIOGRAFÍA

BOLOS, O. & MOLINIER, R. 1958.- Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collect. Bot.* V (III), n° 34: 699-865.

- DUCHAUFOUR, P. 1978.— *Manual de Edafología*. Toray-Masson. Barcelona.
- DUVIGNEAUD, P. 1981.— *La síntesis ecológica*. Alhambra. Madrid.
- ESCUDERO BERIAN, A.; MATIAS, M.D.; GARRIDO, M.V. & ARCO, M. 1986.— Dinámica de los elementos minerales en la hojarasca en descomposición. En: *Bases ecológicas para la gestión ambiental*.: 104-105. Diputación de Barcelona.
- ESCUDERO BERIAN, A.; GARRIDO, M.V. & MATIAS M.D. 1987.— Decay curves of leaf litter from evergreen and deciduous tree species. *Oecol. Plant.* 8 (22), nº 1: 81-90.
- FERRES, LL. & RODA, F. & VERDU, A.M.C. & TERRADAS, J. 1984.— Circulación de nutrientes en algunos ecosistemas forestales del Montseny (Barcelona). *Mediterránea*, 7: 139-166.
- GARCIA PLE, C.; OLIVER, T.; PALMER, M.; PIÑA, S.; PRATS, E.; SUREDA, P.; VANRELL, P.; VILANOVA, T.; XAMENA, J.; & MOREY, M. 1989.— Estructura del estrato arbóreo y evaluación del mantillo en ecosistemas forestales con diferente grado de conservación en Mallorca. *Rev. Cièn. (IEB)*, 3.
- GARRIDO, M.V. 1984.— *Estudio de la descomposición de la hojarasca de Q. rotundifolia Lam. y Q. pyrenaica Willd. en monte adeshado*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- GONZALEZ, M.I. 1980.— *Efecto de la vegetación (Quercus pyrenaica Willd. y Pinus pinaster Aiton) sobre suelos de la vertiente norte de la Sierra de Gatr. Materia orgánica y su evolución*. Resumen Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- GOURBIERE, F. 1982.— Vie, sénescence et décomposition des aiguilles de sapin (*Abies alba* Mill.). 2. Bilan annuel. *Oecol. Plant.* 3(17), nº 2: 185-195.
- GUIJARRO, J.A. 1986.— *Contribución a la bioclimatología de Baleares*. Tesis Doctoral. Universidad de las Islas Baleares.
- HIRSCHFELD, J.R.; FINN, J.T. & PATTERSON III, W.A. 1984.— Effects of *Robinia pseudoacacia* on leaf litter decomposition and nitrogen mineralization in northern hasd-wood stand. *Can. J. For. Res.*, 14: 201-205.
- HOWARD, D.M. & HOWARD, P.J.A. 1980.— Effect of species, source of litter, type of soil and climate on litter decomposition. Microbial decomposition of tree and shrub leaf litter (3). *Oikos*, 34: 115-124.
- IGME, 1963.— Mapa geológico de España. E. 1:50000.
- LOUSIER, J.D. & PARKINSON, D. 1978.— Chemical element dynamics in decomposing leaf litter. *Can. J. Bot.*, 56: 2795-2812.
- MACLEAN, D.A. & WEIN, R.W. 1978.— Weight loss and nutrient changes in decomposing litter and forest floor material in New Brunswick forests stands. *Can. Jour. Bot.*, 56(21): 2730-2749.
- MEENTEMEYER, V. 1978.— Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology*, 59 (3): 465-472.
- MINDERMAN, G. 1968.— Addition, decomposition and accumulation of organic matter in forests. *J. Ecol.*, 56: 355-362.
- NUÑEZ, E. 1989.— *Ecología del Jaral de Cistus ladanifer L.* Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- OLSON, J.S. 1963.— Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 44(2): 322-331.
- PORTA, J. 1985.— Sòl. En: *Recursos geològics i sol. Història Natural dels Països Catalans* Vol. 3. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- RAPP, M. 1971.— 1971.— *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. CNRS. París.

- READ, D.J. & MITCHEL, D.T. 1983.— Decomposition and Mineralization Processes in Mediterranean-Type. Ecosystems and in Heathlands of Similar Structure. In: *Mediterranean-Type Ecosystems. The role of nutrients*. KRUGER, F.S.; MITCHELL, D.T. & JARVIS J.U.M. (eds.): 208-232. Springer-Verlag. Berlin.
- SANTA REGINA, I.; SAN MIGUEL, C. & GALLARDO, J.F. 1986.— Evolución y velocidad de descomposición de la hojarasca en tres bosques en la Sierra de Béjar (Salamanca). *Centro de Edafología y Biología Aplicada*. CSIC. *Anuario*. Vol. XI: 217-231.
- SCHLESINGER, W.H. 1985.— Decomposition of chaparral shrub foliage. *Ecology*, 66(4): 1352-1359.
- SCHLESINGER, W.H. & HASSEY, M.M. 1981.— Decomposition of chaparral shrub foliage: losses of organic and inorganic constituents from deciduous and evergreen leaves. *Ecology*, 62(3): 762-774.
- SING, J.S. & GUPTA, S.R. 1977.— Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. *The Botan. Rew.* 43, 4:449-528.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. 1979.— *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Studies in Ecology Vol. 5. Blackwell Sci. Pub. Oxford.
- VERDU, A.M.C. 1984.— *Circulació de nutrients en tres ecosistemes forestals del Montseny: caiguda de virosta i descomposició de la fullaraca*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- VIÑAS, X. & VALLEJO, V.R. 1987.— Estudi comparatiu dels horitzons orgànics d'un alzinar i d'una pineda de pi roig a l'Alta Garrotxa (Girona). *Scientia gerundensis*, 13: 93-101.
- WITKAMP, M. 1960.— Seasonal fluctuations of the fungus flora in mull and mor of an oak forest. *Meded. ITBON* (Arnhem) n° 46.
- WITKAMP, M. 1966.— Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora, and microbial respiration. *Ecology*, 47(2): 194-201.

SOME ROTIFERS (ROTIFERA: MONOGONONTA) FROM INLAND WATERS OF MAJORCA (BALEARIC ARCHIPELAGO, SPAIN)

J. DE MANUEL¹

KEY WORDS: Rotifera, new records, Balearic Islands, biogeography.

ABSTRACT. Thirty three species of rotifers were identified from samples of fresh and brackish waters from Majorca. Permanent ponds, ephemeral waterbodies, and artificial waters were sampled. Most of the species were new records for the island and 10 were found for the first time in the Balearic archipelago. The pools of the Marina de Lluçmajor yielded most of the taxa, and showed a uniform community composition. *Keratella procurva* (Thorpe, 1912), which is considered a pantropical species, was collected in the north of the island. The community structure for each environment is described, and zoogeographical aspects are discussed. Original drawings of species that are new records for the Balearic islands are presented.

RESUM. ALGUNS ROTIFERS (ROTIFERA: MONOGONONTA) DE LES AIGÜES EPICONTINENTALS DE MALLORCA (ILLES BALEARS). Han estat trobades trenta-i-tres espècies de rotífers a l'estudiar mostres procedents d'aigües dolces i salobres de l'Illa de Mallorca. S'han investigat aigües permanents, temporals i artificials. La major part de les espècies constitueixen noves troballes per a l'Illa, i 10 d'elles són noves cites per a les Balears. A les basses de la Marina de Lluçmajor, on s'ha trobat la majoria dels taxa, s'hi desenvolupaven comunitats amb una composició uniforme. *Keratella procurva* (Thorpe, 1912), considerada com una espècie pantropical, s'ha trobat al nord de Mallorca. Es fa una descripció de l'estructura de les comunitats dels diferents ambients estudiats, i es comenten els aspectes zoogeogràfics. Es presenten dibuixos originals de les noves aportacions per a la fauna Baleàrica.

INTRODUCTION

The only records on rotifer fauna from the island of Majorca are due to the investigations on freshwater biology carried out by MARGALEF (1953) and

¹ Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona. Spain.

DE RIDDER (1967), the latter on brackish waters from Pollença and S'Albufera d'Alcúdia in the northeast of the island. There are some other contributions on rotifers from the Balearic archipelago (MARGALEF, 1951, 1952; DE MANUEL, 1990).

Production of resting eggs is an efficient strategy for freshwater colonization. This passive dispersal facilitates the foundation of new populations if ecological conditions are suitable. For this reason, rotifers are considered to be cosmopolitan organisms. However, a certain degree of endemism has been observed in rotifer faunas found in isolated areas from several latitudes of the world (DUMONT, 1983). It suggests that the rotifers present some zoogeographical significance.

This work adds new records to the knowledge of the rotifer fauna of Majorca. It investigates the occurrence of the species in the different habitats sampled, and discusses some biogeographical particularities.

MATERIAL AND METHODS

All the samples were collected with a 40 μm mesh plankton net, and preserved in 4% formaldehyde.

Preparations of subsamples were made for observation under microscope. Some were treated with sodium hypochlorite for *trophi* analyses. Drawings were done with camera lucida.

STUDY AREA

Majorca is an island the Balearic archipelago, 170 Km of the Iberian Peninsula, in the Mediterranean Sea. Its extension is of 3,640.16 Km².

Most of the island is constituted by calcareous rocks, and karstic phenomena are frequent (POMAR, 1982).

Fifty samples, from forty sampling stations (figure 1) corresponding to temporary pools, streams, and man-made waterbodies, were studied. Most of them were collected in spring (March) and summer (September) of 1987.

Several environments can be differentiated:

- 1) Marina de Lluçmajor, in the south. It is a platform 90 m.a.s.l. located in the semi-arid part of the island. Close to the sea, pools are established because of impermeable soil profiles. This is a windy area, with scanty precipitation, 350-400 mm/year of mean rainfall (COLOM, 1958). Twenty five samples from nineteen permanent and ephemeral pools were studied.

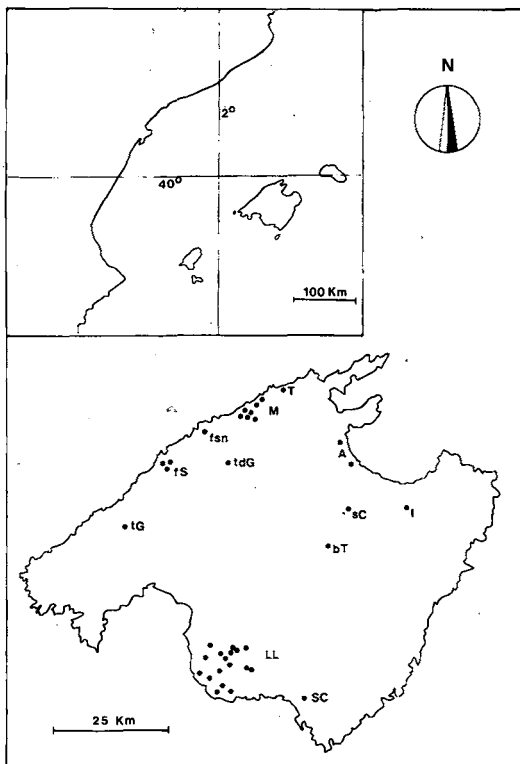


Fig. 1.- Sampling sites in the island of Majorca:

LL. pools of Marina de Lluçmajor; **M.** pools and reservoir at Mortitx (Escorca); **SC.** Son Cortana; **I.** Infern; **T.** “bassa dels Tamarells”, **T.** Ternelles; **tdG.** “torrent des Guix”; **fsn.** “font de sa Casa Nova”; **fs.** “fonts de Sóller”; **tG.** “torrent de sa Granja”.

2) Brackish waters from the littoral strip. This is the case of Salobrar de Campos in the south and S’Albufera d’Alcúdia in the northeastern part of the island. Only six samples were investigated.

3) Some ponds and a reservoir at Mortitx in the north of the island (Escorca). These environments are all on calcareous soils, and are surrounded by karstic formations.

The rest of the samples were collected from different parts of the island, mainly artificial waterbodies (pools, troughs) and ephemeral pools.

RESULTS AND DISCUSSION

The species found and their habitats are listed in table 1. Thirty three species were identified, twenty one were new records for the island, and ten for the Balearic archipelago.

Table 1. Rotifera collected from Majorca.

• new record for the island.

* new record for the Balearic archipelago.

Localities where each species was collected are indicated in figure 1. The number of samples in which each species occurs is indicated in brackets.

SPECIES	LOCALITIES
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851 •	M (3), tdG, sC
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786.	A (4)
<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1873	LL (4)
<i>Cephalodella auriculata</i> (Müller, 1773) *	fsn
<i>C. forficula</i> (Ehrenberg, 1838) *	LL (2), M
<i>C. megalcephala</i> (Glascott, 1893) *	LL (3)
<i>C. stenroosi</i> (Wulferl, 1937) *	M
<i>Dicranophorus epicharis</i> (Harring & Myers, 1928) *	LL
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832) •	LL (9), I
<i>Hexarthra fennica</i> Levander, 1892	M (2)
<i>H. mira</i> (Hudson, 1871) •	M
<i>Keratella procurva</i> (Thorpe, 1912) •	M (2)
<i>Lecane (M.) bulla</i> (Gosse, 1886)	M (2)
<i>L.(M.) closterocerca</i> Schmarda, 1859	LL (14), I
<i>L.(M.) bifurca</i> (Bryce, 1892) •	LL (5)
<i>L.(M.) hamata</i> Stokes, 1896 •	M
<i>L.(L.) hastata</i> (Murray, 1913) *	LL, M
<i>L.(L.) luna</i> (Müller, 1776)	M (2)
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1786)	LL (19), M (2)
<i>L. ovalis</i> (Müller, 1786)	M (2)
<i>L. rhomboides</i> (Gosse, 1886) *	LL (10)
<i>L. triptera</i> (Ehrenberg, 1830) •	LL (3)
<i>Lophocharis salpina</i> Ehrenberg, 1834 •	LL
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	A, SC
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943 •	M (3)
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832 *	M
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831 *	M (1)
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	LL (4), M (1)
<i>T. rattus f. caninata</i> (Ehrenberg, 1830) •	LL (5)
<i>T. pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	M (1)
<i>T. weberi</i> Jennings, 1903 *	LL (11), M(1)
<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776) •	M (1)
<i>T. tetractis</i> Ehrenberg, 1830	M (1)

FAUNISTIC ASPECTS

Rotifers were recorded from the following families:

Fam. BRACHIONIDAE (5 spp)

The genus *Brachionus* was represented only by two species: *B. plicatilis* Müller 1786, found in the saline waters of S'Albufera d'Alcúdia. It reached high density in the channels among the coastal lagoons; and *Brachionus qua-*

dridentatus Hermann 1873, a very common littoral rotifer from temperate climates. It was found in four collections from pools in the Marina de Lluçmajor.

The subtropical species *Keratella procurva* (Thorpe, 1912) (figure 2), with a distinct pentagonal posteromedian plaque (figure 2, p), was collected in the north of the island (Mortitx) from two neighbouring karstic ponds.

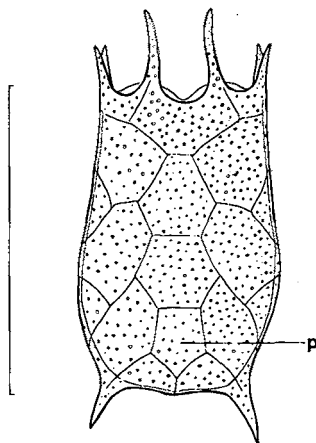


Fig. 2.- *Keratella procurva* (Thorpe, 1992) (from Mortitx), lorica, dorsal. p. posteromedian plaque. Scale line 100 μm .

Anuraeopsis fissa (Gosse, 1851) was found widespread in Majorca. It occurred in small alkaline waterbodies.

A few specimens of *Notholca squamula* (Müller, 1786) occurred in the brackish waters from S'Albufera d'Alcúdia and Salobrar de Campos. Some individuals showed relatively longer, submedian spines resembling those of *Notholca salina* (Focke, 1961).

Fam. EUCHLANIDAE (1 sp)

The cosmopolitan species *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832) was collected in ten localities, frequently among macrophytes, but also in plankton samples.

Fam. MYTILINIDAE (1 sp)

A population of large specimens (length of lorica: 175-190 μm) of *Lophocharis salpina* (Ehrenberg, 1834) occurred in the pond of Cas Frares in Marina de Lluçmajor.

Fam. *TRICHOTRIIDAE* (2 spp)

Trichotria pocillum (Müller, 1776) was found in the plankton from the small reservoir in Mortitx. It is a plankton migrant from benthic and litoral areas.

Trichotria tetractis (Ehrenberg, 1830) was collected in a calcareous pond, living among macrophytes. Both species can be easily distinguishable by the presence of a minute spine between the toe bases in *T. pocillum* which is absent in *T. tetractis*.

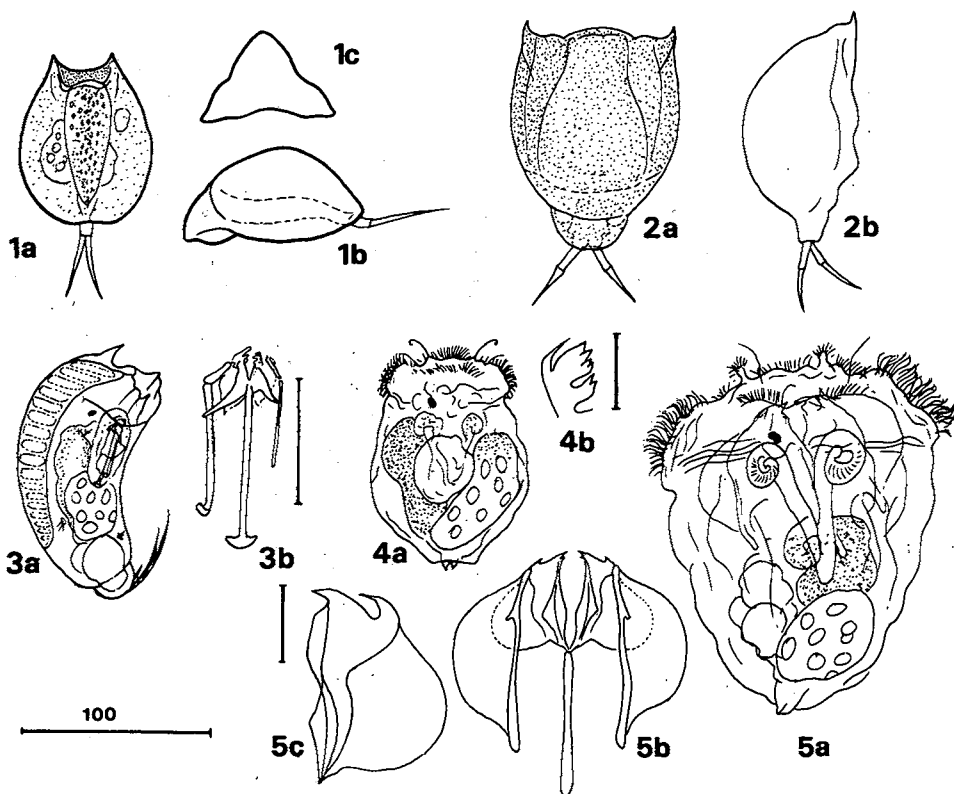


Fig. 3.- Some rotifers new for Majorca: **1 a-c.** *Lepadella rhomboides* (from Ses Pedreres noves), **a.** dorsal, **b.** section, **c.** lateral; **2 a-b.** *Lecane hastata* (from Lluçmajor), **a.** dorsal, **b.** lateral; **3 a-b.** *Trichocerca weberi* (from Cap Blanc, Lluçmajor), **a.** lateral, **b.** trophi; **4 a-b.** *Synchaeta oblonga* (from Mortitx), **a.** ventral (specimen contracted), **b.** unci; **5 a-c.** *Synchaeta pectinata* (from Mortitx), **a.** ventral (specimen contracted), **b.** trophi, **c.** unci of the same.

Scale bars in μm . Vertical bars 20 μm .

Fam. *COLURELLIDAE* (4 spp)

The littoral cosmopolitan *Lepadella ovalis* (Müller, 1776) and *L. patella* (Müller, 1776), were found. The latter was the most common rotifer of the island.

The small *Lepadella triptera* Ehrenberg 1830, with a distinct dorsal keel and a finely striped lorica, was found by MARGALEF (1952) in Minorca, and our specimens from the pools in the Marina de Lluçmajor were first records for Majorca.

Lepadella rhomboides (Gosse, 1886) (figure 3. 1 a,b,c) is a new record for the Balearic archipelago. It presents a low and wide dorsal keel, and a granulated collar.

Fam. *LECANIDAE* (6 spp)

Most of the species in this family are cosmopolitan and very common in freshwater habitats. All *Lecanidae* are littoral and benthic.

L. (M.) closterocerca (Schmarda, 1859) was one of the most frequent rotifer of the island. It was collected in fifteen localities.

L. luna (Müller, 1776), widespread in Minorca (DE MANUEL, 1990), was collected only in the plankton samples from the reservoir at Mortitx.

Lecane (M.) bifurca (Bryce, 1892) and *Lecane (M.) hamata* Stokes 1896 are new records for Majorca; the first was found in five pools from the Marina de Lluçmajor.

Lecane (M.) bulla (Gosse, 1886) was found in the reservoir at Mortitx and in a pond near the reservoir.

Lecane hastata (Murray, 1913) (figure 3.2) is a new record for the rotifer fauna of the Balearic islands. It was collected in a pool near a road in the Marina de Lluçmajor and in the Gorg des Bec de s'Oca at Mortitx. This species has finely stippled dorsal and ventral plates. The two small spines at the external angles and the toes terminating in long acute claws, are diagnostic features.

Fam. *NOTOMMATIDAE* (4 spp)

The genus *Cephalodella* yielded four species which are new for the Balearic islands. They are benthic rotifers, occasionally migrants in the plankton.

Cephalodella megaloccephala (Glascott, 1893) (figure 4.2) was found in three localities from the Marina de Lluçmajor. *Cephalodella stenroosi* (Wulfert, 1937) (figure 4.3) was collected in a pond over calcareous rocks at Mortitx. *Cephalodella forficula* (Ehrenberg, 1838) (figure 4.4), which has distinct

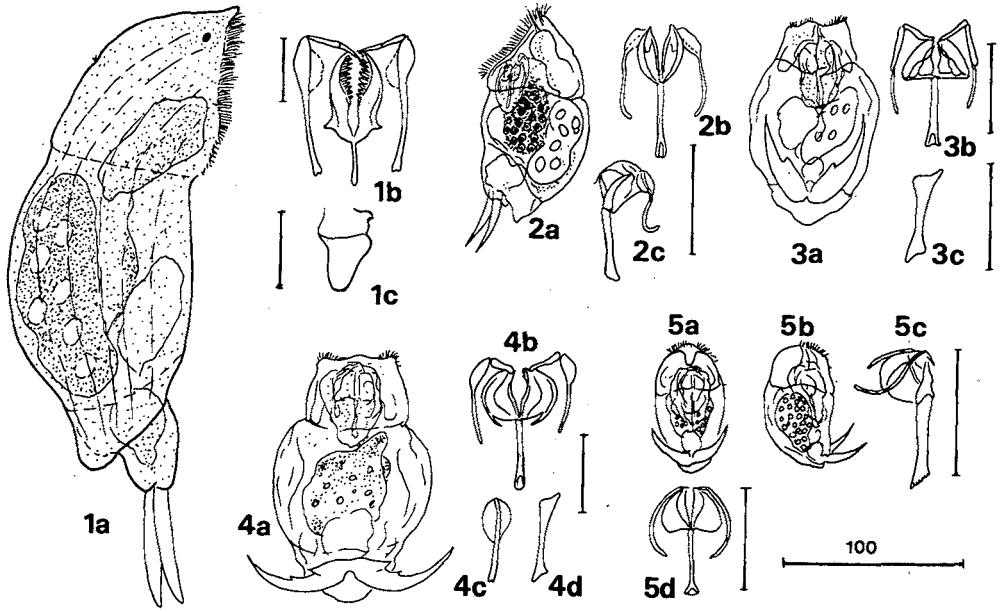


Fig. 4.- Some rotifers new for Majorca: 1 a-c. *Dicranophorus epicharis* (from Cas Guarda. Lluçmajor), b. trophi, c. fulcrum; 2 a-c. *Cephalodella megalcephala* (from S'Agua. Lluçmajor), b. trophi (frontal), c. trophi (lateral); 3 a-c., *Cephalodella stenroosi* (from Mortitx), a. ventral (contracted specimen), b. trophi and c. fulcrum; 4 a-d. *Cephalodella forficula* (from Lluçmajor) a. Ventral (specimen contracted), b. trophi, c. manubrium, d. fulcrum; 5 a-d. *Cephalodella auriculata* (from Font de Sa Casa Nova), a. ventral (specimen contracted) b. lateral, c. trophi (lateral), d. trophi (frontal). Scale bars in μm . Vertical bars 20 μm .

spines in the inner margin of the toes, occurred in pools from Mortitx. And the little *Cephalodella auriculata* (Müller, 1773) (figure 4.5) was found in a pond near Escorca, in the north of Majorca.

Fam. *TRICHOCERCIDAE* (4 spp)

Trichocerca rattus f. *carinata* (Ehrenberg, 1830), which has a dorsal crest, is a first record for the island, and it was found in five samples from the Marina de Lluçmajor. Margalef recorded this species in Minorca in 1952 as *T.* cf. *carinata*.

Trichocerca pusilla (Lauterborn, 1898), a very common rotifer, occurred in samples from Mortitx.

Trichocerca weberi Jennings 1903 (figure 3.3) a new rotifer for the Balearic archipelago, was frequent in pools from the south of the island, but one specimen was also found in the north, in a pond at Mortitx.

Fam. *SYNCHAETIDAE* (2 spp)

The planktonic *Polyarthra vulgaris* Carlin 1943 was found in the reservoir at Mortitx.

Synchaeta oblonga Ehrenberg 1831 (figure 3.4) and *Synchaeta pectinata* Ehrenberg 1832 (figure 3.5), common and cosmopolitan planktonic species, were recorded for first time in the archipelago.

Fam. *DICRANOPHORIDAE* (1 sp)

A specimen of the benthic species *Dicranophorus epicharis* (Harring & Myers, 1928) (figure 4.1) was found in the pool of Cas Guarda in Lluçmajor. The *tropi* (figure 4.1 b,c) is larger than in any other species of the *forcipatus* group.

Fam. *TESTUDINELLIDAE* (1 sp)

Testudinella patina (Herman, 1783) occurred in the phytobenthic zone and among macrophytes.

Fam. *HEXARTHRIDAE* (2 spp).

Hexarthra fennica Levander 1892 and *H. mira* (Hudson, 1871), both seasonal species, were collected in summer samples from the north of the island. *H. mira* was found for first time in Majorca, co-existing in a pond with the congeneric *H. fennica*.

Contracted *Bdelloidea* (*Digononta*) were observed in most of the samples but could not be identified from preserved material.

COMMUNITY COMPOSITION

From 0-10 species occurred in each locality (mean: 3.06).

The more diverse rotifer communities were observed in the Marina de Lluçmajor, where the mean number of species was 4.6. The communities were rather uniform and composed of littoral species: *Trichocerca weberi* was very common and frequent in the same pond with species of *Lepadella rhomboides*,

L. tripera and *L. patella*. The assemblage was completed with the presence of common species such as *Euchlanis dilatata* and *Lecane closterocerca*.

In the coastal lagoons studied, high salinity restricted the rotifer community to one or two species (*Brachionus plicatilis* and *Notholca squamula*), although sometimes populations reached high densities (i.e. *B. plicatilis*). De Ridder (1967), who investigated some littoral brackish ponds in Alcúdia and Pollença, found many more species: in Pollença *Epiphanes macrourus*, *Brachionus plicatilis*, *Notholca squamula*, *Notholca striata* and *Colurella halophila* were abundant; in S'Albufera d'Alcúdia *Colurella adriatica* and *Cephalodella catellina* were numerous.

The ponds and the reservoir on the north of the island showed a community structure of planktonic rotifers with frequent assemblages of *Anuraeopsis fissa* / *Polyarthra vulgaris* and *Hexarthra fennica* / *Keratella procurva*.

ZOOGEOGRAPHY

Synchaeta oblonga and *S. pectinata* are cosmopolitan, and very common on the Iberian peninsula, but they were recorded for the first time in the Balearic islands. The reason is probably that all the investigations from Balearic freshwater habitats have been done on small waterbodies.

Keratella procurva is considered as pantropical and pansubtropical (KOSTE, 1978). It has been found in different localities of Minorca (DE MANUEL, 1990). Its presence in Majorca suggests that it is a frequent inhabitant of the Balearic archipelago. CATALAN (1986) found *K. procurva* in an artificial pool in Catalonia (N.E. Spain) and it is the only record from the Iberian peninsula. This species may have colonized the islands coming from Africa. COUSSEMENT & DUMONT (1980) have found it in the Atlas Mountains. It may be an example of a southern species occupying suitable habitats. Passive dispersal of rotifers facilitates colonization, resting eggs can stay for a long time in the digestive tract or attached to the plumage of migrating birds. The mud rains from the Atlas valleys are frequent in the Balearic archipelago (COLOM, 1948), and we must take into account that *K. procurva* occurs in the more rainy parts of Majorca. A similar case is discussed by JAUME (1989) who recorded some African crustaceans (*Calanoida* and *Conchostraca*) in Majorca.

Trichocerca weberi, was frequent in the south of Majorca and some specimens were collected in the north. It is rare on the Iberian peninsula.

ACKNOWLEDGEMENTS

Samples were kindly collected by D. Jaume.

REFERENCES

- COLOM, G. 1948.— Las lluvias de barro en las Baleares, bajo el punto de vista geológico. *Rev. Geofis.* (año VII), 26: 194-210.
- COLOM, G. 1958.— El medio y la vida en las Baleares. *P. Inst. Biol. Apl.*, 27: 115-127.
- COUSSEMENT, M & DUMONT, H.J. 1980.— Some peculiar elements in the rotifer fauna of the Atlantic Sahara and of the Atlas Mountains. *Hidrobiologia*, 73: 249-254.
- DE MANUEL, J. 1990.— Contribution to the knowledge of rotifer fauna (Rotifera: Monogononta) from Minorca inland waters (Balearics Isles: Spain). *Limnética*, 6: 119-130.
- DE RIDDER, M. 1967.— Quelques rotifères de Majorque. *Bull. Nat. Belg.*, 48 (8): 409-418.
- DUMONT, H.J. 1983.— Biogeography of Rotifers. *Hydrobiologia*, 104: 19-30.
- JAUME, D. 1989.— *Metadiaptomus chevreuri* (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) and *Leptestheria mayeti* (Branchiopoda: Concostraca: Leptestheriidae), two African freshwater crustaceans recorded in Majorca. *Limnética*, 5: 101-109.
- KOSTE, W. 1978.— *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Bestimmungswerk begründet von Max Voigt.* 2 vols. (Borntraeger: Stuttgart).
- MARGALEF, R., 1951.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza. *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 9-70.
- MARGALEF, R., 1952.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Menorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 11: 5-112.
- MARGALEF, R., 1953.— Materiales para la hidrobiología de la isla de Mallorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 15: 5-111.
- POMAR, L., 1982.— La evolución tectonosedimentaria de las Baleares: Análisis crítico. *Acta Geol. Hisp.*, 14: 293-310.

EURYTEMORA VELOX (CRUSTACEA, CALANOIDA) A MALLORCA

J. LL. PRETUS¹

PARAULES CLAU: *Eurytemora*, Calanoida, Balears,
KEYWORDS: *Eurytemora*, Calanoida, Balears

RESUM. *Eurytemora velox* és un calanoide d'aigües salobres que es cita per primera vegada a Balears. Per la seva distribució a Europa central i septentrional consta com el primer representant nòrdic a les illes. L'existència d'ecotips mediterranis que produeixen ous durables és coneguda a la Camargue i a Catalunya.

ABSTRACT. *Eurytemora velox* (CRUSTACEA, CALANOIDA) IN MALLORCA. *Eurytemora velox* is a brackish water dwelling calanoid copepod, listed for the first time in the Balearic Islands. Attending to its distribution in central and northern Europe, it is the first nordic calanoid in the islands. However the existence of a mediterranean ecotype able to produce resting eggs is known.

INTRODUCCIÓ

Dins la faunula de les aigües dolces i salobres balearica, les sis espècies de calanoides epicontinental recopilades fins el present (PRETUS, 1984, 1989; JAUME, 1989), es poden caracteritzar corològicament dins dos tipus d'aportacions: una, estèpica-meridional, el mèrit més transcendent de la qual es creu que és el de no haver patit l'efecte directe del glaciariisme, i l'altra, europea-mediterrània generalitzada. La primera compta, a més de les espècies de repartició ubiqüista, amb espècies absents a la Península Ibèrica i a la vessant

¹ Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, Diagonal 645, 08028 Barcelona

septentrional de la nostra mar, com *Metadiaptomus chevreuxi*, cosa que vincula les illes a un front d'expansió nord-africà de clima proper a l'àrid. Els descobriments dels darrers anys han posat l'accent en la importància faunística general d'aquest tipus d'aportacions de clima estepàric (PRETUS, 1990).

La present aportació es refereix a la presència d'una nova espècie per a les Balears, l'origen de la qual contribueix a equilibrar la balança biogeogràfica de Mallorca pel que fa als calanoides, un dels grups zooplànctònics geogràficament més ben diferenciats i exemplars (BREHM, 1967; ALONSO, 1987). En efecte, per la seva distribució septentrional, ençata un nou element corològic a les Balears, de tipus nòrdic; fet però, que s'ha de considerar de forma relativa o secundària, donat que existeixen poblacions mediterrànies al sud de França i nord de Catalunya, especialitzades en la vida a les aigües temporals, que obliguen a pensar en elles com l'àrea font més probable del contingent balear. La troballa de *E. velox* a Mallorca representaria així, un bon exemple i demostració de l'eficiència en la dispersió a llarga distància per part de la variant mediterrània, que contrasta amb el caràcter de la distribució geogràfica de l'àrea tipus de l'espècie.

EURYTEMORA VELOX A MALLORCA

Es va trobar *E. velox* (Lilljeborj 1853), figura 1, en unes pesques de plàncton efectuades a unes extenses àrees inundades amb aigües salobres, d'aproximadament 1.5 m de fondària màxima, a la perifèria de la vila d'Alcúdia (5.02.88), i amb una conductivitat de 17.36 ms/cm (20°C). La temperatura de l'aigua, mesurada el migdia (J. García det.) era de 14°C, dada a tenir present ja que l'espècie es considera estenoterma freda. L'apreciació organolèptica de l'aigua reflectia el seu ús com a canalitzador d'aigües residuals, encara que la transparència relativament elevada no indicava concentracions orgàniques excessives. L'espècie fou trobada en grans quantitats d'individus dels dos sexes, amb femelles ovades, i acompanyats de *Arctodiaptomus salinus* i *Daphnia mediterranea*, aquests en molt poca representació. Les formes naupliaris eren molt nombroses.

Aquesta primera cita per a les Balears coincideix també amb la localitat més meridional citada de l'espècie. En el context mundial, *E. velox* habita la regió septentrional d'Europa, des de les illes Britàniques fins a la regió pontocàsica (DUSSART & DEYAFE, 1983), en ambientes salobres i estuaris,

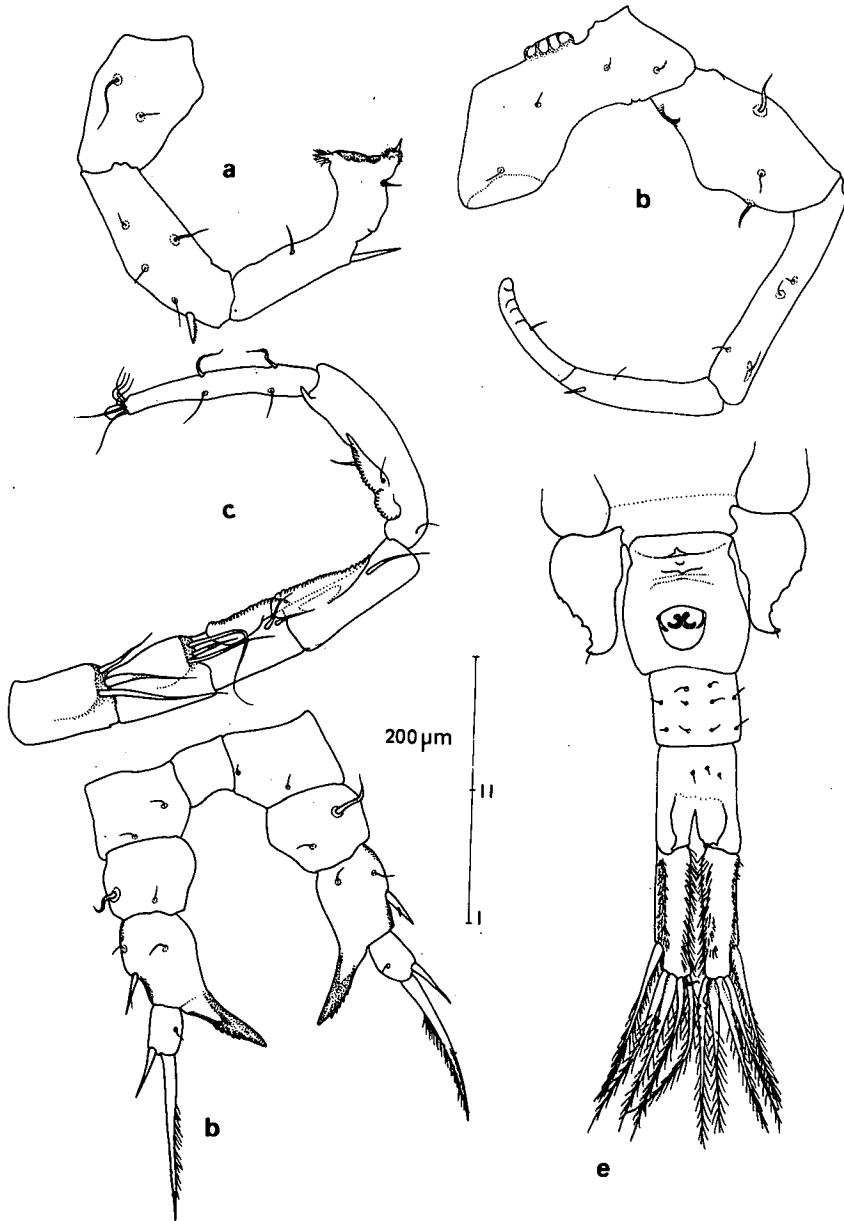


Fig. 1.- *Eurytemora velox*, Alcúdia, (5.02.88); a. cinquè apèndix toràcic esquerre del mascle; b. cinquè apèndix toràcic dret del mascle; c. darrers artells de l'antènula dreta del mascle; d. cinquè parell d'apèndixs toràcics de la femella; e. cinquè segment toràcic i abdomen de la femella. a-d escala I; e escala II.

Eurytemora velox, Alcúdia, (5.02.88); a. left P5 of male; b. right P5 of male; c. last segments of male right antennula; d. P5 female; e Th5 and abdomen, female, a-d scale I; e scale II.

i ocasionalment a aigües dolces, desenvolupant-se a l'estiu. Se li ha reconegut un caràcter estenoterm fred; a la regió mediterrània ha estat trobada formant poblacions hivernals a la Camargue; se cita també als Aiguamolls de l'Empordà (ARMENGOL, 1986, 1988; COMIN *et al.*, en premsa), on resideix als canals amb aigües menys salades que les ocupades per *Calanipeda aquaedulcis*. DUS-SART (1967) pressuposà possibilitats d'expansió per ornitocoria; emperò, per la seva distribució geogràfica, que se concentra versemblantment a la regió del Paratetis terciari, semblà millor tractar-la com distribuïda entorn d'un àrea relictiva (DUSSART, carta pers.). Pel que fa al seu comportament ecològic, es tracta d'una espècie oportunista o pionera (MARGALEF, 1974). Colonitza aigües amb abundant matèria orgànica, i forma denses poblacions de ràpid creixement, el que li ha valgut el seu ús com a base nutritiva de larves de peixos i decàpodes en aqüicultura, com alternativa als rotífers i *Artemia* (PAGANO & GAUDY, 1986). Tantmateix però, no ha estat introduïda a les piscicultures balears fins el present (X. RIERA i T. GRAU, com. pers.), fet que redueix molt la possibilitat d'una introducció antropòcora.

Recents i complerts estudis fisiològics al laboratori han aprofundit en el coneixement de les poblacions aïllades del sud de França. En efecte, CHAMPEAU (1970) (citada a PAGANO & GAUDY, 1986a) descriu la formació d'ous durables en aquestes races fisiològiques habitants de la Camargue i el Languedoc, que els hi permeten residir en aigües temporals, a la vegada que explica llurs possibilitats expansives. En una sèrie de treballs correlatius, PAGANO (1981), PAGANO & GAUDY (1986 a,b) i GAUDY & PAGANO (1987), defineixen la biologia de l'ecotip mediterrani, que es desenvolupa a l'hivern i primavera, poguent arribar a densitats de 1000 individus per litre. Les aigües temporals poden donar manteniment fins a 3 generacions seguides, amb temperatures entre 10° i 21°C i salinitats entre 20 i 50 per mil (PAGANO, 1981). Contràriament a l'espècie afí *E. affinis*, les femelles de *E. velox* han de ser refecundades entre cada deposició del sac ovíger, per obtenir una posta fèrtil. Existeix una variació estacional en la taxa d'eclosió, disminuint en primavera, el que podria correspondre a un augment de la producció d'ous de diapausa. Les poblacions del sud de França tenen llur màxim desenvolupament a 15°C a l'hivern i a 20°C a la primavera, i a una salinitat del 20 per mil. La població mallorquina fou trobada a una conductivitat equivalent a, aproximadament, un 13 per mil de salinitat. L'efecte combinat de la temperatura i la salinitat sobre *E. velox* ha estat estudiat recentment per NAGARAJ (1988), amb poblacions de l'Illa de Man (Mar d'Irlanda); aquest autor no troba relacions lineals

d'aquells factors sobre la supervivència de nauplis i copepodets, sinò un efecte quadràtic combinat, amb resultats molt similars per ambdós estadis del desenvolupament ontogenètic, presentant òptims als voltants de 15°C i 20 per mil de salinitat.

AGRAÏMENTS

Al Dr. Bernard Dussart per accedir amablement a un intercanvi d'opinions al respecte.

REFERÈNCIES

- ALONSO, M., 1987.– Ejemplos de vicarianza en comunidades de crustáceos de lagunas esteparias. *Limnética*, 3: 81-89.
- ARMENGOL, J., 1986.– Badia de Roses i Platja de Pals. In: *Natura, ús o abús?*, pp: 314-315. Barcelona.
- ARMENGOL, J., 1988.– Els copèpodes. In: *Historia natural dels Països Catalans, vol. 9. Artròpodes I*, pp: 266. Barcelona.
- BREHM, V., 1947.– Reflexiones sobre relaciones zoogeográficas de la fauna de aguas dulces de la Península Ibérica. *Pub. Inst. Biol. Apl.*, 4: 53-74.
- CHAMPEAU, A., 1970.– *Recherches sur l'ecologie et l'adaptation à la vie latente des copépodes des eaux temporaires provençales et corses*. 360 pp. Thèse Doctorat en Sciences. Université Aix Marseille.
- COMIN, F., ARMENGOL, J., LOPEZ, P., BALLESTEROS, E., & ROMERO, J., (en premsa).– Introducció al estudio limnológico de Els Aiguamolls de l'Empordà. In: *Els sistemes naturals dels aiguamolls de l'Empordà*. (R. Folch, ed.) Ed. Ketres. Barcelona.
- DUSSART, B., 1967.– *Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale, T. I: Calanoïdes et harpacticoides*. Ed. Boubée & Cie, 500 pp. Paris.
- DUSSART, B. & DEFAYE, D., 1983.– *Répertoire Mondial des crustacés copépodes des eaux intérieures. I. Calanoïdes*. Ed. C.N.R.S. 224 pp. Paris.
- GAUDY, R & PAGANO, M. 1987.– Biologie d'un copépepe des mares temporaires du littoral méditerranéen français: *Eurytemora velox*. III. Reproduction. *Mar. Biol.*, 94: 335-345.
- JAUME, D. 1989.– *Metadiaptomus chevreuxi* (Copepoda: Calanoïda: Diaptomidae) and *Leptesteria mayeti* (Branchiopoda: Conchostraca: Leptesteriidae), two African freshwater crustaceans recorded in Majorca. *Limnética*, 5: 101-109.
- MARGALEF, R. 1974.– *Ecología*. Ed. Omega. 951 pp. Barcelona.
- NAGARAJ, M. 1988.– Combined effects of temperature and salinity on the complete development of *Eurytemora velox* (Crustacea: Calanoïdea). *Mar. Biol.*, 99: 353-358.
- PAGANO, M. 1981.– Observations sur le cycle annuel d'*Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853), copépepe calanoïde des mares saumâtres de Camargue. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 27: 145-146.
- PAGANO, M. & GAUDY, R. 1986a.– Biologie d'un copépepe des mares temporaires du littoral méditerranéen français; *Eurytemora velox*. I. Nutrition. *Mar. Biol.*, 90: 551-564.
- PAGANO, M. & GAUDY, R. 1986b.– Biologie d'un copépepe des mares temporaires du littoral méditerranéen français: *Eurytemora velox*. II. Respiration et excrétion. *Mar. Biol.*, 93: 127-136.

- PRETUS, J. LL. 1984.- Els Crustacis. In: *Enciclopèdia de Menorca, fasc. III: Copèpodes*. pp: 210-224. Maó.
- PRETUS, J. LL. 1989.- Els Crustacis. In: *Enciclopèdia de Menorca, fasc. VI: Tipologia dels medis aquàtics i comunitats de crustacis a Menorca*. pp: 269-274. Maó.
- PRETUS, J. LL. 1990.- A commented check-list of the Balearic Branchiopoda (Crustacea). *Limnètica*, 6: 157-164.

CALANOIDES (CRUSTACEA: COPEPODA) DE LES AIGÜES CONTINENTALS BALEÀRIQUES

D. JAUME¹

PARAULES CLAU: Calanoida, Ecologia, Biogeografia, Balears.

KEYWORDS: Calanoida, Ecology, Biogeography, Balearics.

RESUM. Es presenta un llistat de les sis espècies de Calanoides no marins trobades fins ara a les illes Balears. Es trata de *Calanipeda aquaedulcis*, *Lovenula alluaudi*, *Metadiaptomus chevreuxi*, *Mixodiaptomus incrassatus*, *Arctodiaptomus wierzejskii* i *A. salinus*. *C. aquaedulcis* és pròpia de llacunes costaneres; *A. salinus* ho és d'aigües atalassohalines en salines abandonades i la resta són pròpies d'aigües temporals. Per illes, Mallorca és la que ostenta una major representació d'espècies (6), 4 es troben a Menorca i cap a les Pitiüses. Cap de les 4 espècies pròpies d'aigües estepàriques s'ha trobat per sobre de la isoieta de 500 mm. Recentment a Mallorca s'ha trobat una darrera espècie, *Eurytemora velox*.

ABSTRACT. CALANOIDA (CRUSTACEA:COPEPODA) FROM INLAND WATERS OF THE BALEARIC ISLANDS (W. MEDITERRANEAN). Six species of non-marine Calanoida have been recorded from the Balearics up to date: *Calanipeda aquaedulcis*, *Lovenula alluaudi*, *Mixodiaptomus incrassatus*, *Arctodiaptomus salinus* and *A. wierzejskii*. *C. aquaedulcis* is found in coastal lagoons, while *A. salinus* inhabits athalassohaline waters of abandoned salt pans. The other species are characteristic inhabitants of temporary rain pools, and are distributed according to the mean annual rainfall: they are never found in zones located above the 500 mm isohyet. Six species have been recorded from Mallorca, four from Menorca and none from the Pitiusic islands. Recently in Mallorca another species has been found, *Eurytemora velox*.

INTRODUCCIÓ

Els Calanoides constitueixen un Ordre de Copèpodes majoritàriament marí, però que és representat al menys per sis Famílies a les aigües continen-

¹ Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona. Diagonal 645, 08028-Barcelona.

tals (HUTCHINSON, 1967); no semblen gaire relacionades entre elles, i cal suposar que han colonitzat aquest ambient de forma independent. D'entre elles, sols els Diaptòmids s'han desenvolupat, en gran mesura, i són exclusius, d'aquest tipus d'aigües. Els diaptòmids són interessants des d'un punt de vista biogeogràfic, presentant el grau d'endemicitat regional més elevat d'entre tots els organismes planctònics coneguts. Això és difícil d'explicar, atès que una gran porció de les espècies ocupen ambients que es dessequen periòdicament, on la supervivència presuposa la consegüent capacitat de producció d'ous durables, resistents a la dessecació. Cal suposar que aquests ous poden actuar com a veritables propàguls, i permetrien la dispersió indiscriminada de les diferents espècies. No obstant, analitzant les àrees de distribució, no sembla que els tàxons que produeixen ous més fàcilment transportables accidentalment es presentin menys localitzats que els d'hàbits eulimnoplànctònics, que no produeixen ous durables. La situació és, doncs, semblant a la descrita per altres crustacis dolçaquícules amb medis de dispersió passiva, que presenten àrees de distribució més restringides de les que caldria esperar (FREY, 1982).

Els Calanoides de les Balears van ésser estudiats per primera vegada pel Dr. R. Margalef. L'esmentat autor, a la seva trilogia dedicada la fauna i flora de les nostres aigües continentals (MARGALEF, 1951; 1952; 1953a), assenyala un total de tres espècies. Aquestes cites apareixen més tard (MARGALEF, 1953b) al seu llibre sobre els crustacis de les aigües continentals espanyoles. ORTIZ (1958) recull les mateixes dades, sense presentar novetats, a un treball de conjunt sobre els Diaptòmids Ibèrics. Posteriorment JAUME (1989) afegeix tres espècies més a les ja conegudes, a partir de la prospecció d'un extens sistema de basses temporals situat al Sud de Mallorca. Finalment, PRETUS (1989), cita dues d'aquestes espècies a Menorca, a la vegada que revisa l'estatus de totes les espècies de Calanoides conegudes a l'illa.

En el present treball es presenta un llistat comentat dels Calanoides continentals coneguts fins ara a les Balears. S'ha tingut especial cura en la representació gràfica de la majoria de les espècies esmentades de cara a facilitar ulteriors revisions taxonòmiques dels diferents grups, i evitar situacions semblants a la dels Cladòcers, en què la diversitat de formes existent ha romàs oculta per molt temps degut a la manca de descripcions acurades de les diferents espècies (FREY, 1982). Finalitzat aquest treball, s'ha descobert una altra espècie de calanoid, *Eurytemora velox* (PRETUS, en aquest volum) i de la que sols incluïm aquesta cita.

RESULTATS

FAMÍLIA PSEUDODIAPTOMIDAE G.O. SARS

Calanipeda aquaedulcis Kristschagin, 1873

Es tracta d'una espècie eurihalina pròpia de les aigües salobres de la costa mediterrània i de la regió Ponto-Càspica; se'n coneixen poblacions dins d'aigües totalment dolces (HUTCHINSON, 1967). Es considera una espècie incapaç de produir ous durables, resistent a la dessecació i, en conseqüència, amb una capacitat dispersiva limitada; no obstant, RYLOV (1935) la troba dins safareigs de la regió de Kiev, el que presuposa uns remarcables poders de dispersió.

A Mallorca, l'espècie ha estat citada a les desembocadures dels torrents de Son Real i Na Borges (Sta. Margalida) (MARGALEF, 1953a), i recentment als estanys vora la central tèrmica d'Es Murterar, a la Bufera d'Alcúdia. A Menorca l'espècie es troba més estesa, en consonància amb la major profusió d'hàbitats que li són favorables (aigües salobres de les goles de torrents): platges de ses Canessies, Algaires, Binimel·là, Trebalúger i Son Saura (MARGALEF, 1952, 1953b; PRETUS, 1989). No s'ha citat fins ara a les Pitiüses.

A Mallorca, l'espècie apareix acompanyada pel Calanoide *Acartia* sp. i Harpacticoides marins indeterminats, a dins d'aigües somes dominades pel macròfit *Ruppia* sp. Cal destacar que l'espècie és absent del torrent de Son Bauló, pròxim geogràficament, i amb condicions ambientals similars, als de Na Borges i Son Real; MARGALEF (1953a) tampoc la va trobar en aquesta localitat.

FAMÍLIA DIAPTOMIDAE G.O. SARS
SUBFAMÍLIA DIAPTOMINAE KIEFER, 1932**Mixodiptomus incrassatus** (G.O. Sars, 1903) (figura 1)

És el Diaptòmid característic de les basses temporals de les regions subtèpiques (300-500 mm de plujositat mitjana anual) al Nord d'Àfrica (GAUTHIER, 1928). Espècie capaç de produir tant ous durables com d'eclosió immediata (HUTCHINSON, 1967). Presenta una curiosa distribució disjunta, amb un nucli poblacional mediterrani (península Ibèrica, Nord d'Àfrica, des del Marroc fins a Tunis, Sardenya) i un altre a l'Àsia central (KIEFER, 1978), d'on va ésser originàriament descrita (SARS, 1903). A Mallorca es presenta per sota la isoïeta de 400 mm, dins d'aigües temporals. Es coneix de 5 localitats a la

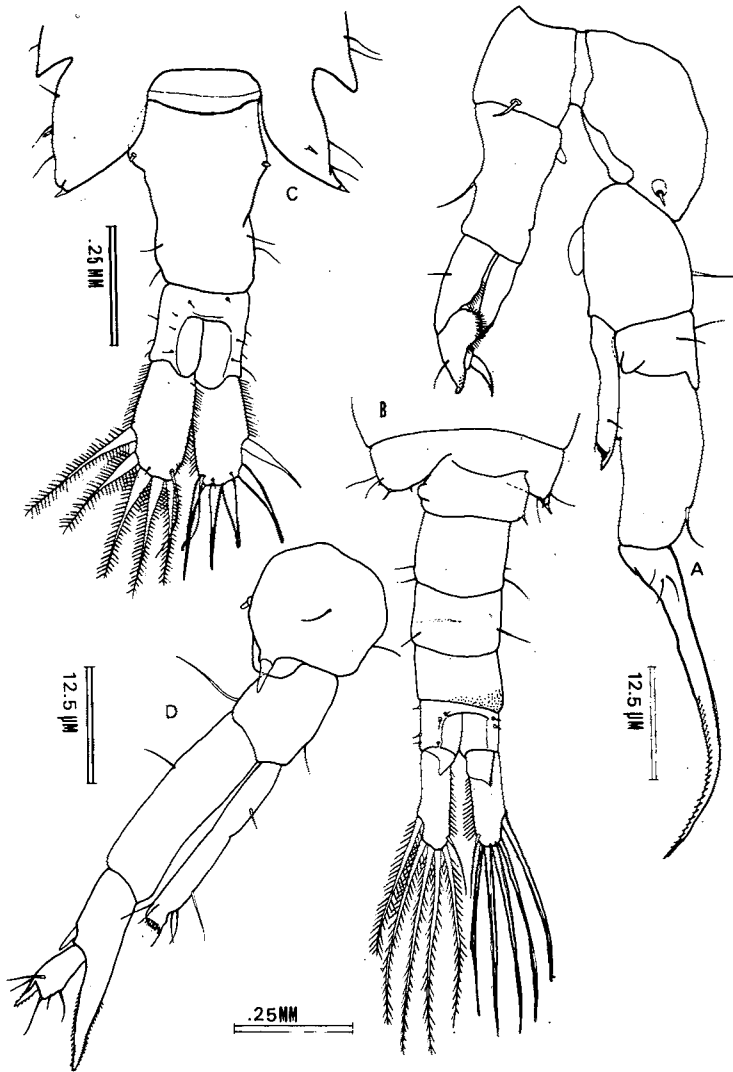


Fig. 1.- *Mixodiaptomus incrassatus* de Lluçmet Nou (Lluçmajor, Mallorca). a: Cinquè parell de potes del mascle; b: Visió dorsal de l'abdomen del mascle; c: cinquena pota de la femella; d: Visió dorsal de l'abdomen de la femella.

Mixodiaptomus incrassatus from Lluçmet Nou (Lluçmajor, Mallorca). a: Fifth pair of legs of male; b: Dorsal view of abdomen of male; c: Fifth leg of female; d: Dorsal view of abdomen of female.

Marina de Lluçmajor; les poblacions atenyen el seu màxim a la primavera, tant dins d'aigües clares (bassa del Puig de Ros 2, Ses Pedreres Noves 1, bassa de Lluçamet Nou) com argiloses (Ses Pedreres Noves 2, bassa de Puig de Ros 1). El rang de variació d'alguns paràmetres físico-químics de les aigües ha estat el següent: Cond.: 380-587 μm , Clorinitat: 1.20-1.90 meq/l, Alcalinitat: 1.44-2.00 meq/l. La comunitat macrofítica d'aquestes basses es compon primordialment de *Ranunculus baudoti* Godr., *Zannichellia peltata* Bertol., *Marsilea strigosa* Willd. i *Chara vulgaris* L. *Mixodiptomus incrassatus* apareix acompanyant al Paradiptòmid *Metadiptomus chevreuxi* (JAUME, 1989). Apareix sempre pigmentat de vermell. A Menorca, l'espècie ha estat citada (PRETUS, 1989) d'aigües argiloses.

Arctodiptomus (A.) wierzejskii (Richard, 1888) (figures 3c,d,e;5)

És, juntament amb *M. incrassatus*, el Diptòmid característic de les aigües temporals dolces de la regió subestèpica nordafricana (GAUTHIER, 1928). GURNEY (1931) la cita de les illes Shetland, Orkney, Hèbrides i d'Escòcia. HUTCHINSON (1967), analitzant la seva distribució, la considera una espècie adaptable a gairebé qualsevol contingència excepte la competència amb altres Diptòmids, i la considera posseïdora d'un gran poder de dispersió. Es coneix de gairebé tota Europa, i s'estén per l'Est fins Mongòlia (KIEFER, 1978). DIE-TRICH (1915) va trobar que el temps necessari per a la maduració *Arctodiptomus wierzejskii* és de vers un mes, en consonància amb el caràcter efímer dels hàbitats que ocupa.

A Mallorca no és gaire freqüent; es coneix a 4 basses temporals de la Marina de Lluçmajor (Puig de Ros, Sa Torre, i dues dins S'Àguila d'en Quart), i a una altra, recentment dessecada, al voltant del Km 43.5 de la ctra. C-715 Palma-Manacor. A Menorca en canvi, és força comú (MARGALEF, 1952; PRETUS, 1989), apareixent tant a llacunes costaneres aïllades del mar com dins de basses temporals.

Les poblacions mallorquines es troben dins d'aigües netes, transparents, amb gran desenvolupament de *Ranunculus baudoti* Godr., sovint acompanyat el Paradiptòmid *Metadiptomus chevreuxi*; les aigües no són excessivament mineralitzades (Cond.: 429-927 μS ; Alc.: 1.10-2.98 meq/l; Clorurs: 1.30-2.20 meq/l). El màxim desenvolupament de les poblacions és primaveràl. A la bassa de la carretera de Manacor *A. wierzejskii* va aparèixer junt amb *Daphnia magna* Kurz i l'ostràcode *Cypris bispinosa* Lucas. A la Marina de Lluçmajor, els individus han aparegut sempre pigmentats d'un vermell intens, amb excep-

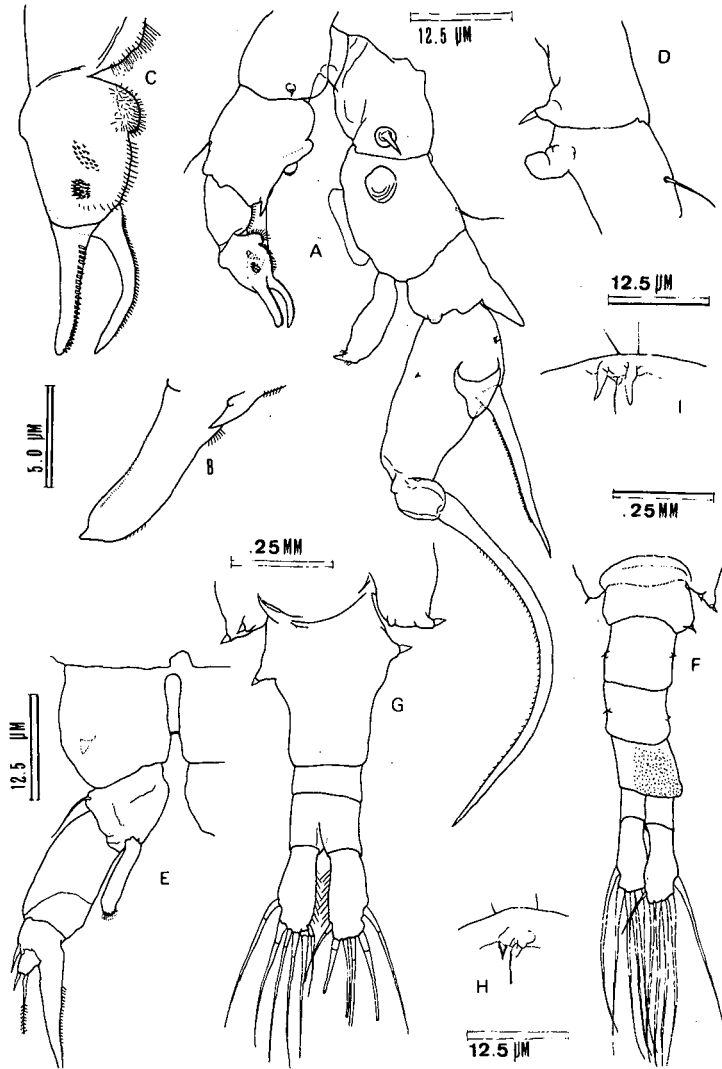


Fig. 2.- *Arctodiptomus salinus* de les Salinetes de Ca'n Picafort (Mallorca). a: Cinquè parell de potes del mascle; b: Detall de l'endopodit de la cinquena pota esquerra del mascle; c: Detall del segment distal de l'exopodit de la cinquena pota esquerra del mascle; d: Visió lateral dels segments basals de la cinquena pota dreta del mascle; e: Cinquena pota esquerra de la femella; f: Visió dorsal de l'abdomen del mascle; g: Visió dorsal de l'abdomen de la femella; h: Rostre del mascle; i: Rostre de la femella.

Arctodiptomus salinus from Salinetes de Ca'n Picafort (Mallorca). a: Fifth pair of legs of male; b: Detail of left fifth leg endopodite of male; c: Detail of distal segment of left fifth leg exopodite of male; d: Lateral view of basal segments of right fifth leg of male; e: Left fifth leg of female; f: Dorsal view of abdomen of male; g: Dorsal view of abdomen of female; h: Labrum of male; i: Labrum of female.



Fig. 3.- *Arctodiaptomus salinus* de les Salinetes de Ca'n Picafort (Mallorca); **a,b**: Antènula dreita del mascle. *Arctodiaptomus wierzejskii* de la bassa de S'Àguila d'en Quart, Lluçmajor (Mallorca); **c,d,e**: Antènula dreita del mascle; *Lovenula alluaudi* de la bassa de Cas Garriguer, Lluçmajor (Mallorca); **f,g**: Antènula dreita del mascle.

Arctodiaptomus salinus from Salinetes de Ca'n Picafort (Mallorca); **a,b**: Right antennula of male. *Arctodiaptomus wierzejskii* from bassa de S'Àguila d'en Quart, Lluçmajor (Mallorca); **c,d,e**: Right antennula of male. *Lovenula alluaudi* from Cas Garriguer, Lluçmajor (Mallorca); **f,g**: Right antennula of male.

ció de la bassa de Sa Torre, on es presentaven blavosos; a la bassa de la carretera de Manacor els exemplars eren també de color blavós.

Arctodiaptomus salinus (Daday, 1885) (figures 2;3a,b)

Aquesta espècie sols es coneix actualment a les Balears a les salinetes de Ca'n Picafort, a Mallorca. Es tracta d'un tàxon halòfil, habitant tant d'aigües costaneres com interiors de la regió Mediterrània, estenent-se per l'Est fins al Tíbet (KIEFER, 1978). A Mallorca, les poblacions presenten el seu màxim a la primavera, dins d'aigües transparents somes, amb vegetació macrofítica constituïda per la caràcia *Lamprothamnion papulosum* (Wallr.) i la fanerògama *Ruppia maritima* var. *brevirostris* Ag. La fauna acompanyant està integrada pel rotífer *Brachionus plicatilis* (Müller), els cladòcers *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) *mediterranea* Alonso i *Moina ssalina* Daday, així com ostràcodes i poliquets indeterminants. La clorinitat el 18.04.85 va esser de 164.2 meq/l, Cond.: 18.43 mS, Alc.: 5.05 meq/l. La coloració dels exemplars ha estat d'un vermell intens tots els cops que han estat recol·lectats.

L'espècie va esser trobada per Margalef dins síquies de reg al Prat de Sant Jordi (Palma) i als estanys de Cala Xoriguer (Menorca) (MARGALEF, 1952; 1953a, b), dues zones humides avui desaparegudes.

SUBFAMÍLIA PARADIPTOMINAE Kiefer, 1932

Lovenula (Neolovenula) alluaudi (Guerne & Richard, 1890) (figures 2 f,g; 3).

Espècie circummediterrània (KIEFER, 1978), pròpia d'aigües estepàriques amb un grau variable de mineralització. A les Balears la seva àrea de distribució es veu restringida a les basses de la Marina de Lluçmajor, a l'illa de Mallorca, per sota la isoïeta de 400 mm (JAUME, 1989), i a vàries basses temporals argiloses de Menorca (PRETUS, 1989). No és una espècie gaire freqüent (a Mallorca ha aparegut sols a quatre localitats). El màxim desenvolupament de les poblacions és primaveral, presentant-se tant a dins d'aigües clares (bassa de Cas Garriguer, bassa de Lluçamet Nou) com argiloses (Cas Busso, S'Àguila de Torralís), amb vegetació macrofítica composta per *Callitriche brutia* Petagna, *Ranunculus baudoti*, *Elatine macroprotoda* Guss i *Marsilea strigosa*. El rang de variació d'alguns paràmetres físico-químics de l'aigua en aquestes basses ha estat el següent: Cond.: 364-833 µS, Alc.: 1.02-2.48 meq/l, Cl: 1.60-

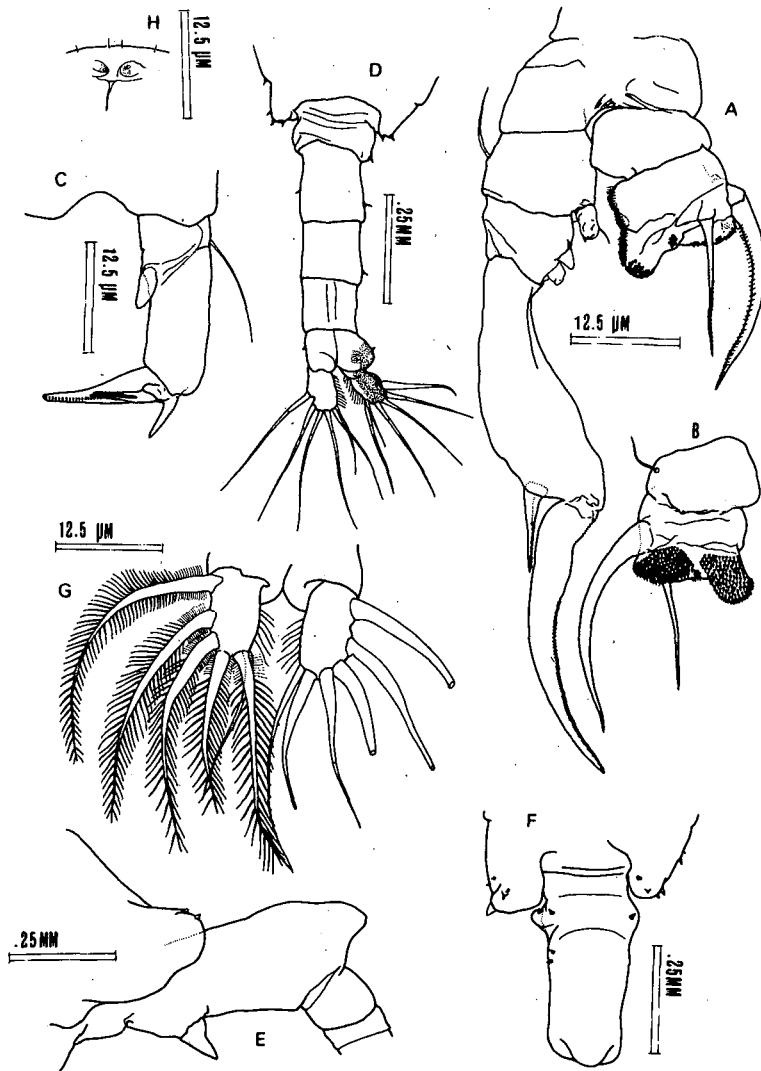


Fig. 4.- *Lovenula alluaudi* de Cas Garriguer, Lluçmajor (Mallorca). a: Cinquè parell de potes del mascle; b: detall de la cinquena pota esquerra del mascle; c: Cinquena pota esquerra de la femella; d: Visió dorsal de l'abdomen del mascle; e: Visió lateral del segment genital de la femella; f: Visió dorsal del segment genital de la femella; g: Visió dorsal de les branques furcals de la femella; h: Rostre de la femella.

Lovenula alluaudi from Cas Garriguer, Lluçmajor (Mallorca). a: Fifth pair of legs of male; b: Detail of left fifth leg of male; c: Left fifth leg of female; d: Abdomen of male, dorsal view; e: Lateral view of genital segment of female; f: dorsal view of genital segment of female; g: Furcal rami of female, dorsal view, h: Rostrum of female.

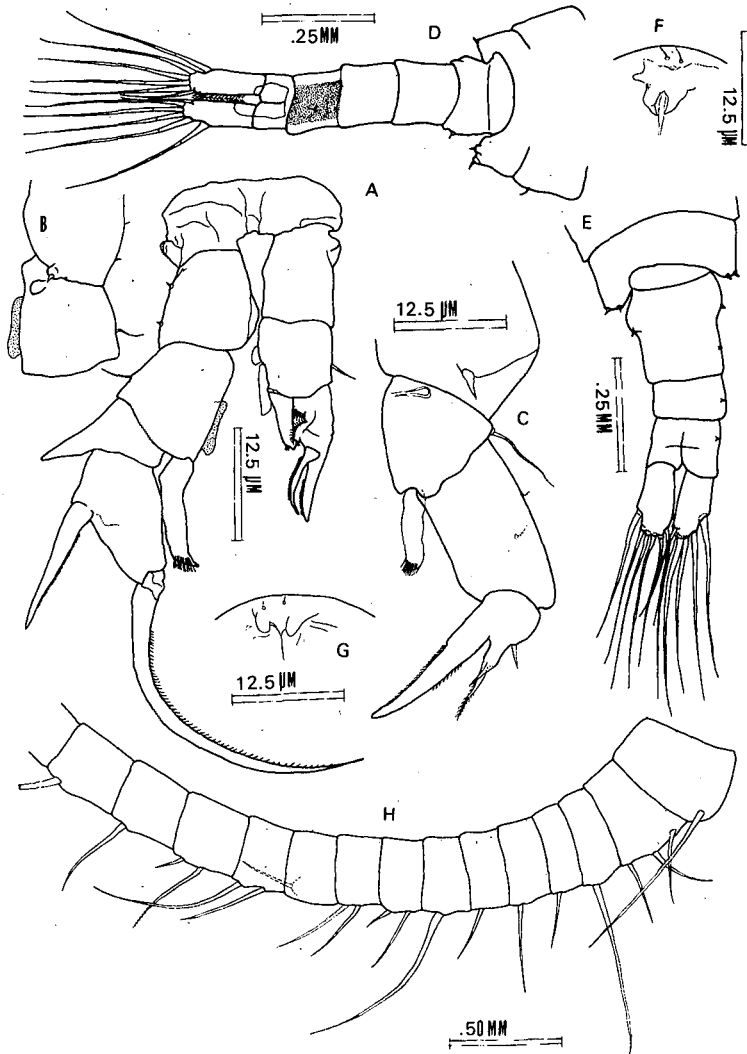


Fig. 5.- *Arctodiaptomus wierzejskii* de la Bassa des Puig de Ros, Lluçmajor (Mallorca). a: Cinquè parell de potes del mascle; b: Visió lateral dels segments basals de la cinquena pota dreta del mascle; c: Cinquena pota dreta de la femella; d: Visió dorsal de l'abdomen del mascle; e: Visió dorsal de l'abdomen de la femella; f: Rostre de la femella; g: Rostre del mascle; h: Antènula dreta de la femella.

Arctodiaptomus wierzejskii from bassa des Puig de Ros, Lluçmajor (Mallorca). a: Fifth pair of legs of male; b: Lateral view of basal segments of right fifth leg of male; c: Right fifth leg of female; d: Abdomen of male, dorsal view; e: Abdomen of female, dorsal view; f: Rostrum of male; g: Rostrum of female; h: Right antennula of female.

2.20 meq/l. *L. alluaudi* s'integra dins d'una comunitat primaveral de crustacis composta per: *Alona elegans* Kurz, *Leydigia acanthocercoides* (Fischer), *Ceriodaphnia laticaudata* (P.E. Muller), *Pleuroxxus letourneuxi* (Richard), *Dunhevedia crassa* King i *Leptestheria mayeti* Simon; *Neolovenula alluaudi* és l'únic Diaptòmid present a la bassa de Cas Garriguer, mentre que apareix juntament amb *Metadiaptomus chevreuxi* a les basses de S'Àguila de Torradís i Cas Busso, i amb *Mixodiaptomus incrassatus* a la de Lluçamet Nou. *Neolovenula alluaudi* no ha aparegut mai pigmentat, malgrat a les mateixes basses *M. chevreuxi* i *M. incrassatus* presentaven pigmentació vermella.

Metadiaptomus chevreuxi Guerne & Richard, 1894.

L'única localitat europea coneguda d'aquesta espècie, que es pensava restringida a les zones àrides del Sahel (< 300 mm) es troba a les basses de la Marina de Lluçmajor, a Mallorca. Alguns aspectes de la seva morfologia, ecologia i distribució apareixen tractats extensament a JAUME (1989).

CONCLUSIONS

El cens de Calanoides no marins de les Balears és força reduït: s'hán assenyalat fins ara representants de dues Famílies, comptabilitzant un total de 6 espècies. Falten, com calia esperar, les espècies limnoplànctòniques pròpies dels llacs i embassaments europeus i nordafricans, havent-hi no obstant una bona representació d'espècies característiques de llacunes costaneres i basses temporals, en consonància amb la profusió d'aquests hàbitats a les illes. És paradoxal en aquest sentit el cas de les Pitiüses on, malgrat haver estat intensament prospectades, no s'ha assenyalat cap espècie de calanoide. El cas d'Eivissa és justificable per la fugacitat, escàs volum i reduït nombre de cossos d'aigua temporals a l'illa; MARGALEF (1951), que no troba *Calanipeda aquaedulcis* a les aigües salobres del litoral, ho justifica també per la poca fondària i efímera persistència d'aquest tipus d'ambients. El de Formentera ja no ho és tant; en efecte, l'estructura geològica de l'illa, constituïda primordialment per calcàries arrecifals d'edat Tortoniana, en conjunció amb unes condicions semiàrides (menys de 400 mm de pluja anuals), fan que a les zones rocoses siguin nombroses les cubetes impermeables, de dimensions i natura semblant a les descrites al Sud de Mallorca (JAUME, 1989). La comunitat de crustacis característica d'aquestes aigües és molt semblant a la descrita a la

Marina de Lluçmajor, a Mallorca (JAUME, 1989), a excepció de què falten totalment els Diaptòmids. No falten els grans eufil·lòpodes (familiars als humans nadius, que els han batejat; així: "peixets de bassa": *Branchipus schaefferi*, "tortuguetes": *Triops cancriformis*, essent aquesta última denominació idèntica a la que rep als arrossars del delta de l'Ebre).

La situació a Mallorca i Menorca és bastant similar pel que fa a la composició faunística, essent *Metadiaptomus chevreuxi* l'única espècie que no s'ha trobat fins ara a Menorca. Això és estrany, ja que es donen els hàbitats adients, ocupats fins i tot per espècies de semblants afinitatss geogràfiques com són els Concostracis nordafricans *Leptestheria mayeti* i *Cycicus bucheti* (PRETUS, 1989).

Finalment, cal dir que el determinant pluviomètric de la distribució dels Diaptòmids (GAUTHIER, 1928) és més palès a Mallorca que no a Menorca. El gradient geogràfic en la plujositat mitjana anual, molt més acusat (1400-350 mm) i uniforme de cap al SE a Mallorca (JANSÀ, 1985), permet limitar l'àrea de distribució de les cinc espècies pròpies d'aigües temporals per sota de la isoïeta de 500 mm. A Menorca la situació no es veu tan clara, donat que el gradient pluviomètric no és tan pronunciat, ni la seva extensió a l'espai tan uniforme (JANSÀ, 1985).

AGRAÏMENTS

El Dr. Gabriel Moyà, del Dept. de Biologia de la UIB. ens ha permès utilitzar instrumental del seu laboratori, i el Dr. M. Alonso (UB) el seu microscopi, per tal de realitzar algunes de les il·lustracions presentades. Aquest treball s'inclou al projecte DGICYT PB88-0041.

BIBLIOGRAFÍA

- DIETRICH, W. 1915.- Die Metamorphose der freilebenden Süßwassercopepoden. I. Die Nauplien und das erste Copepodidstadium. *Z. Wiss. Zool.*, 113: 252-324.
- FREY, D.G. 1982.- Questions concerning cosmopolitanism in Cladocera. *Arch. Hydrobiol.*, 93: 484-502.
- GAUTHIER, H. 1928.- *Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie*. Alger, Imp. Minerva, 419 pp.
- GURNEY, R. 1931.- *British Freshwater Copepoda. Calanoida, I*. London, The Ray Society, 238 pp.
- HUTCHINSON, G.E. 1967.- *A Treatise on Limnology II. Introduction to lake Biology and the Limnoplankton*. New York, J. Wiley & Sons, 1115 pp.

- JANSÀ, A. 1985.- Condiciones climáticas. In: *Baleares, macromagnitudes del sector agrario*. El Campo. Boletín de información agraria, 100. Banco de Bilbao.
- JAUME, D. 1989.- *Metadiaptomus chevreuxi* (Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) and *Leptestheria mayeti* (Branchiopoda: Conchostraca: Leptestheriidae), two African freshwater crustaceans recorded in Mallorca. *Limnética*, 5: 101-109.
- KIEFER, F. 1978.- Freilebende Copepoda. In: *Die Binnengewässer*, band 26, 2. Teil, pp: 1-342. Stuttgart.
- MARGALEF, R. 1951.- Materiales para la hidrobiología de la isla de Ibiza. *P. Inst. Biol. Apl.*, 8: 5-71.
- MARGALEF, R. 1952.- Materiales para la hidrobiología de la isla de Menorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 11: 5-112.
- MARGALEF, R. 1953a.- Materiales para la hidrobiología de la isla de Mallorca. *P. Inst. Biol. Apl.*, 15: 5-112.
- MARGALEF, R. 1953b.- *Los crustáceos de las aguas continentales Ibéricas*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, 243 pp.
- ORTIZ, E. 1958.- Distribución geográfica de los diaptómidos de la Península Ibérica. *P. Inst. Biol. Apl.*, 28: 69-73.
- PRETUS, J.L., 1989.- Els Crustacis. In: *Enciclopèdia de Menorca*, Tom 2: 201-274.
- RYLOV, W.M. 1935.- Das Zooplankton der Binnengewässer. *Die Binnengewässer*, 15. 271 pp.
- SARS, G.O. 1903.- On the crustacean fauna of Central Asia. *Ann. Mus. Zool. St. Pétersbourg*, 8: 195-232.

EVAPORACIÓN EN EL MEDIO AMBIENTE DE GASOLINA NORMAL (90 OCTANOS) DERRAMADA SOBRE AGUA DE MAR Y ARENA DE PLAYA

J. R. BERGUEIRO, F. DOMINGUEZ & N. MORALES¹

PALABRAS CLAVE: Gasolina, "Tray Evaporation", Parámetros meteorológicos, Aguas de mar, Arena de Playa.

KEYWORDS: Gasoline, "Tray Evaporation", Meteorological parameters, Sea water, Beach sand.

RESUMEN. En el presente trabajo se hace un estudio de la evaporación de la Gasolina Normal (90 octanos), cuando está derramada sobre agua de mar o sobre arena de playa de distinta granulometría. Las experiencias se llevan a cabo en condiciones medioambientales, determinándose las mismas a lo largo de aquella. Se analiza el efecto de la arena y de su diferente tamaño en la velocidad de evaporación. Se comparan estos datos experimentales con los que se obtienen en el laboratorio cuando se controlan las diversas variables influyentes. La función que relaciona las fracciones evaporadas y el tiempo es de tipo logarítmico en todos los casos.

SUMMARY. EVAPORATION INTO ENVIRONMENT OF GASOLINE (90 OCTANES) SPILT ON SEA WATER AND BEACH SAND. Evaporation of Gasoline (90 octanes) spilt on sea water and beach sand has been studied. The test were performed under natural conditions. The effect of sand size on evaporation rate was analyzed. These results were contrasted with those obtained in the laboratory. The function relating the evaporated fractions and time is logarithmic in all cases.

RESUM. EVAPORACIÓ EN EL MEDI AMBIENT DE GASOLINA NORMAL (90 OCTANES) ESCAMPADA DAMUNT AIGUA DE LA MAR I ARENA DE PLATJA. Es fa un estudi de l'evaporació de la gasolina normal (90 octans) en esser escampada damunt aigua de la mar o damunt arena de platja de diferent granulometria. Les experiències s'han duit a terme en condicions mediambientals. S'a-

¹ Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemosa, km 7.5. Palma de Mallorca.

nalitza l'efecte de l'arena i de la seva grossària en la velocidad d'evaporació. Les dades experimentals són comparades amb les obtingudes al laboratori quan es controlen les diferents variables que incideixen. La funció que relaciona les fraccions evaporades amb el temps és sempre de tipus logarímic.

INTRODUCCIÓN

Un crudo de petróleo o un producto derivado como la gasolina puede llegar al mar o a las playas de múltiples formas y contaminarlas: operaciones de carga y descarga de barcos, lastrado y accidentes de los mismos, accidentes en transportes en tierra, etc. De todos los fenómenos que afectan a estas mezclas de hidrocarburos derramadas el más importante es la evaporación, y principalmente en el caso de las gasolinas por la elevada volatilidad de éstas. De esta forma volúmenes elevados de hidrocarburos se transfieren a la atmósfera en un corto período de tiempo pudiendo hacer aquella irrespirable e inflamable.

En el proceso de evaporación influyen una serie de variables como el tipo de compuesto, sus propiedades físicas y químicas, la cantidad derramada, la velocidad de esparcimiento, el poder de penetración en la arena, el tamaño de ésta así como de los valores de las variables meteorológicas (velocidad y temperatura del aire, radiación solar, etc) en la zona del derrame.

El estudio de la evaporación de los hidrocarburos puede efectuarse tanto en el laboratorio como en el medio ambiente. En aquél es posible controlar todas las variables influyentes y obtener resultados repetitivos para la masa evaporada en función del tiempo con cada grupo de variables tal y como muestran varios autores: MACKAY & MATSUGU (1973), STIVER & MACKAY (1984), DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1988a, 1988b, 1988c), BERGUEIRO *et al.*, (1989), DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1990). Factores como la velocidad de esparcimiento de los hidrocarburos, su poder de penetración en el subsuelo así como la capacidad de retención de aquellos por el mismo, en función de su granulometría, se han estudiado en trabajos precedentes, BERGUEIRO *et al.* (1989), DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1990).

Igualmente el estudio de la evaporación puede efectuarse en condiciones de medio ambiente; pero en este caso no es posible el control de variables como velocidad y temperatura del aire, temperatura de la mezcla, radiación solar, etc; en este tipo de estudio únicamente es posible registrar o anotar los valores instantáneos de estas variables siendo mucho más complejo el estable-

cimiento de relaciones cuantitativas para la velocidad de evaporación (masa evaporada frente al tiempo) en estas condiciones. Algunos autores (YANG & WANGA, 1978) estudian diversos aspectos de la evaporación, desarrollando modelos matemáticos que describen los procesos de evaporación de hidrocarburos derramados en el mar. Dada la complejidad de un crudo de petróleo, sustituyen éste por un conjunto de fracciones individuales distintas entre sí, de las que se pueden conocer sus características físicas y químicas. Finalmente, contrastan su modelo matemático, que describe el comportamiento de estas mezclas, con crudos de Nigeria y Venezuela y con fuel-oil n° 2. El modelo que desarrollan estos autores no considera la formación de una película de hidrocarburos, de viscosidad elevada, en la superficie del derrame a las cinco horas de comenzada la evaporación. Como consecuencia de esto las predicciones que efectúa el modelo solamente son válidas en las primeras etapas del proceso. Para tiempos inferiores a la formación de la película, el coeficiente de transferencia de materia (m/s) lo calculan mediante la siguiente ecuación:

$$K = 69 \cdot A^{-0,055} \cdot e^{0,42} \cdot U$$

donde:

K = coeficiente de transferencia de materia, m/s.

A = área de transferencia, m².

U = velocidad del aire, m/s.

Estos autores consideran igualmente que la influencia de la temperatura en la evaporación es significativa en las primeras etapas del proceso, mientras que la velocidad del aire lo es durante todo él.

SIVADIER & MOKOLAJ (1973) estudian el efecto del oleaje en la velocidad de evaporación de los hidrocarburos y deducen, que aunque la película de hidrocarburos formada por el derrame amortigua la intensidad del oleaje en proporción directa a la viscosidad de éstos, el oleaje incrementa notablemente la velocidad de la evaporación, hasta unas tres veces.

La ecuación general del proceso de evaporación es: $dN/dt = K \cdot \delta C$, donde:

– dN/dt : flujo general que se evapora por unidad de superficie y de tiempo.

– δC : gradiente de concentración de volátiles entre el seno de la masa que se evapora y la atmósfera, siendo esta última normalmente muy próxima a cero.

– K: coeficiente de transferencia para el proceso cuyas unidades dependen de las de la concentración.

Este coeficiente debe incluir la dependencia de la velocidad de evaporación con el resto de las variables (velocidad del aire, temperatura, difusividad, viscosidad, volatilidad de los hidrocarburos, etc.). Diversos autores han propuesto ecuaciones que relacionan este coeficiente de transferencia con las distintas variables. Para unos, el coeficiente de transferencia es una función potencial de la velocidad del aire, así SUTTON (1953 y 1955) propone 0,5 como exponente de la velocidad del aire mientras que MACKAY & MATSUGU (1973) proponen un exponente igual a 0,78. Según YANG & WANG (1978), el coeficiente de transferencia es un función exponencial de la velocidad del aire (u), de la forma: $K = \alpha e^{\alpha u}$, donde K es el coeficiente de transferencia de materia, q un parámetro empírico cuyo valor está comprendido entre 0,39 y 0,42, y α la constante de proporcionalidad, función del área de transferencia de materia.

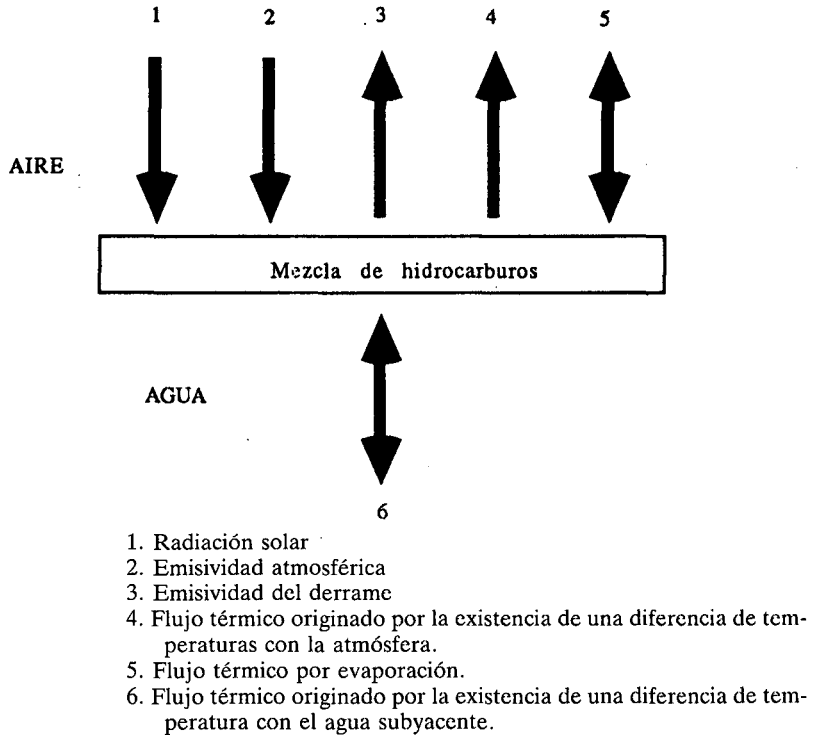


Fig. 1.- Flujos térmicos en un derrame (MACKAY y MATSUGU, 1973).

Energy budget terms for an evaporating spill.

La temperatura de la mezcla de hidrocarburos determina la presión de vapor de la mezcla de hidrocarburos al igual que su viscosidad y difusividad por lo que se trata de una variable fundamental. La temperatura de la mezcla que se evapora libremente es la resultante de un conjunto de flujos térmicos, que se señalan en la figura 1.

La temperatura de la mezcla puede mantenerse constante cuando la experiencia se realiza en el laboratorio estableciendo un sistema termostático adecuado que compense rápidamente los flujos térmicos del esquema anterior, sin embargo esto no es posible cuando se opera en el medio ambiente. MAC-KAY & MATSUGU (1973) proponen una ecuación diferencial para el cálculo instantáneo de la temperatura de la mezcla en la que intervienen las radiaciones solar directa y difusa, la emisividad de la atmósfera, las capacidades caloríficas del líquido y del vapor, las entalpías de vaporización, presiones de vapor; difusividad, densidad, viscosidad, etc. Teniendo en cuenta que la práctica totalidad de las variables cambian durante el proceso de la evaporación, la integración de esta ecuación es inabordable por métodos analíticos, siendo únicamente posible efectuar aproximaciones numéricas parciales a la misma.

MATERIAL Y METODOS

El procedimiento seguido para la determinación de la velocidad de evaporación de la gasolina normal (90 octanos) es el descrito en la bibliografía como "Tray Evaporation" por STIVER & MACKAY (1984), DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1988c). Este procedimiento consiste en efectuar la evaporación de la gasolina depositada en una placa circular de área conocida y que se coloca a la intemperie en lugar de en un tunel de viento como se hace en su diseño original. A intervalos determinados de tiempo se efectúa la pesada de la placa y por diferencia se determina la cantidad evaporada en ese intervalo y en el total del proceso. En unas experiencias, la placa en la que se deposita la gasolina contiene agua de mar y, en otras, arena de playa de diferentes tamaños de grano.

El área interna de las placas en las que se efectúa la evaporación es en todas las experiencias de $73,442 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$. En todos los casos se depositan 30 g de gasolina recientemente adquirida. En las experiencias con arena de playa se colocan previamente 140 g de arena. Los distintos tipos de arena se obtienen de la forma siguiente: la arena *normal* es la arena seca directamente reco-

gida de la playa de la que se eliminan conchas y guijarros. Las fracciones *media* y *gruesa* se obtienen a partir de la normal por tamizado de la misma y descartando la fracción muy gruesa ($D > 1 \text{ mm}$) y la fracción polvorienta ($D < 0,25 \text{ mm}$), de forma que se denomina fracción *media* aquella cuyo tamaño (diámetro, D) está comprendido entre 0,25 y 0,5 mm, mientras que para la fracción *gruesa* el tamaño se encuentra entre 0,5 y 1 mm.

La velocidad y temperatura del aire se determinan en el mismo lugar en el que se colocan las placas, junto a ellas a la misma altura y lejos de obstáculos que produzcan interferencias. Para la determinación de la velocidad del aire se utiliza un anemómetro SEAC modelo AM-7 (resolución 0,1 m/s y precisión $\pm 2\%$) que efectúa una determinación cada 10 segundos. La medida se efectúa por medio de cortes de un haz de luz infrarroja, de tal manera que por cada vuelta de las cazoletas, el sensor origina 10 impulsos. La temperatura se determina mediante un termómetro digital CRISON Mod. 621 dotado de 6 sondas.

La temperatura de la mezcla en evaporación situada en las placas se determina en otra placa testigo que contiene una mezcla idéntica a aquella en la que se toman datos de pérdida de peso y situada junto a ella y en las mismas condiciones. En dicha placa testigo se introduce la terminal del termómetro de forma que no toque el fondo, paredes o quede en el aire.

La radiación solar total recibida por las muestras se determinó a partir de las representaciones gráficas suministradas por el Servicio Meteorológico Zonal de Baleares. La radiación solar total se determina mediante un sensor de marca KIPZONEN acoplado a un registrador marca LINAX 2M3. Las áreas de los picos trazadas por el registrador anterior correspondientes a cada intervalo de tiempo se calculan mediante un sistema de análisis de imagen morfo-métrico marca AMS modelo VIDS III. Se trata de un sistema de análisis de imagen semiautomático de alta resolución que utiliza una cámara de televisión que da imágenes directas de la muestra visualizada con lente macro.

Las experiencias se realizan a partir de las 8,30 UTM.

Las placas se sitúan a la intemperie y a cortos intervalos de tiempo se pesan para determinar la fracción evaporada en peso (F_m); igualmente se registra la temperatura ambiente durante ese intervalo, la temperatura de la gasolina, la velocidad del aire y la radiación solar total recibida por las placas en ese intervalo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se muestran la temperatura y velocidad del aire al igual que la radiación solar directa recibida por la muestra en evaporación en cada intervalo de tiempo t. La velocidad del aire es en toda la experiencia próxima a 1 m/s, tomando como valores máximos y mínimo 1,35 y 0,47 m/s. Dado el período del día en el que fueron realizadas las experiencias tanto la energía recibida por la mezcla como la temperatura del aire se incrementan en el transcurso de aquella.

PARAMETROS METEOROLOGICOS			
Tiempo evapor. (min)	Temperatura media aire (°C)	Velocidad media aire (m/s)	Radiación (J) en intervalo (min) en placa (S=73,44cm ²)
5	20,4	0,91	57,9876
10	20,7	1,29	53,2451
15	21,0	0,64	64,5101
20	21,4	0,67	68,8230
25	21,6	0,62	79,4575
30	21,9	1,08	61,6757
35	22,2	0,66	68,3211
40	22,5	0,65	70,2281
45	22,8	0,81	75,7238
50	23,1	1,06	79,7330
55	23,5	1,11	76,9901
60	23,9	1,02	70,7136
65	24,2	1,03	74,5330
70	24,5	0,47	78,1564
75	24,7	0,90	84,5330
80	24,9	0,97	78,8921
85	25,1	1,10	81,3647
90	25,4	0,59	78,4917
95	25,7	1,25	87,0136
100	25,9	1,01	89,7195
105	26,1	1,38	86,7096
110	26,3	0,95	91,0184
115	26,5	0,47	91,1927
120	26,7	0,53	102,6776
125	26,9	0,75	103,0525
130	26,9	0,99	95,6441
135	27,0	0,78	78,8471
140	27,0	0,55	87,3169
145	27,0	0,68	96,6368
150	27,0	0,57	91,7896
155	27,0	0,86	103,2876
160	27,1	1,19	102,6507
165	27,1	1,35	102,0191
170	27,2	1,00	101,3929
175	27,2	0,86	100,7613
180	27,2	0,49	16,3725
185	27,0	0,95	25,1876
190	27,0	1,21	94,4563
195	27,0	0,92	95,0879
200	26,9	0,95	95,0771

Tabla 1. Valores de los parámetros meteorológicos durante las experiencias.

Meteorological parameters data through the experiments.

En la tabla 2 se muestran los valores de la fracción evaporada en el transcurso de la evaporación de gasolina sobre agua. Igualmente se expresa el cociente de la temperatura de la muestra a la temperatura del aire a lo largo de la experiencia. Las tablas 3, 4 y 5 muestran los mismos parámetros pero correspondientes a la evaporación de la gasolina derramada sobre arena media, normal y gruesa respectivamente.

Las fracciones evaporadas se ajustan en todas las experiencias a una función del tiempo mediante la ecuación:

$$F_m(t) = a \cdot \ln(1 + b \cdot t) \quad [1]$$

siendo t el tiempo total de evaporación y a y b los parámetros a determinar en el ajuste. Este ajuste se efectúa mediante el algoritmo descrito por MARQUARDT (1963).

Tiempo (min)	Velocidad aire (m/s)	$\frac{T^{\text{ra}}_{\text{placa}}}{T^{\text{ra}}_{\text{aire}}}$	Fm (%)
5	0,91	0,63	26,70
10	1,29	0,58	39,98
15	0,64	0,54	49,45
20	0,67	0,52	57,06
25	0,62	0,49	62,03
30	1,08	0,49	66,67
35	0,66	0,51	70,07
40	0,65	0,56	73,21
45	0,81	0,60	75,81
50	1,06	0,65	78,18
55	1,11	0,67	80,19
60	1,02	0,68	82,34
65	1,03	0,70	83,96
70	0,47	0,71	85,25

Tabla 2. Valores de la fracción evaporada en peso, F_m , (%) en la evaporación de la Gasolina de 90 octanos derramada sobre agua.

Masic fraction evaporated, F_m , (%) due to evaporation of 90 octanes gasoline spilt on water.

La ecuación anterior es similar a la desarrollada por STIVER & MACKAY (1984) para el estudio de la evaporación de mezclas de hidrocarburos. Los parámetros a y b están relacionados con la volatilidad de la mezcla (tempera-

turas de destilación), temperatura de experiencia, entalpía de vaporización, área de transferencia y coeficiente de transferencia que depende a su vez de las propiedades de la mezcla que se evapora; pero para la gasolina, dada su elevada volatilidad, ese tiempo debe garantizar que todavía existe suficiente gasolina como para que el área de transferencia permanezca invariable, concretamente hasta una F_m igual al 80 u 85% como máximo.

En la tabla 6 se muestran los valores de los parámetros de ajuste a y b de la ecuación [1] para las fracciones evaporadas que se muestran en las tablas 2 a 5.

Tiempo (min)	Velocidad aire (m/s)	$\frac{T^{ia} \text{ placa}}{T^{ia} \text{ aire}}$	F_m (%)
5	0,91	0,82	7,56
10	1,29	0,80	16,47
15	0,64	0,77	25,03
20	0,67	0,74	30,97
25	0,62	0,71	38,51
30	1,08	0,71	44,02
35	0,66	0,72	48,75
40	0,65	0,75	52,09
45	0,81	0,75	55,63
50	1,06	0,77	58,73
55	1,11	0,77	61,63
60	1,02	0,77	64,23
65	1,03	0,78	66,24
70	0,47	0,78	68,18
75	0,90	0,80	69,92
80	0,97	0,82	71,19
85	1,10	0,83	72,51
90	0,69	0,84	73,72
95	1,25	0,85	74,49
100	1,01	0,87	75,32
110	0,95	0,87	77,03
120	0,53	0,87	78,46
130	0,99	0,88	79,69
140	0,55	0,90	80,62
150	0,57	0,91	81,75
160	1,19	0,92	82,54
170	1,00	0,93	83,19
180	0,49	0,94	83,76
190	1,21	0,95	84,31
200	0,95	0,95	84,82

Tabla 3. Valores de la Fracción evaporada en peso, F_m , (%) en la evaporación de la Gasolina de 90 octanos derramada sobre arena media ($0.25 < D < 0.5$ mm).

Masic fraction evaporated, F_m , (%) due to evaporation of 90 octanes gasolina spilt on medium-sized sand ($0.25 < D < 0.5$ mm).

A la vista de los resultados anteriores se observa que la evaporación de la gasolina de 90 octanos en el medio ambiente transcurre de forma semejante a la que se produce cuando dicha evaporación se efectúa en el laboratorio con todas las variables influyentes bajo control, puesto que los valores de fracción evaporada en masa se ajustan en todos los casos a una fracción del tiempo del tipo de la ecuación [1]. Los parámetros de ajuste para una misma mezcla dependen de las condiciones experimentales según demuestran STIVER & MACKAY (1984).

Tiempo (min)	Velocidad aire (m/s)	T^{ra} placa/ T^{ra} aire	Fm (%)
5	0,91	0,81	12,21
10	1,29	0,79	20,02
15	0,64	0,76	27,72
20	0,67	0,72	35,66
25	0,62	0,69	42,13
30	1,08	0,70	47,23
35	0,66	0,71	51,63
40	0,65	0,73	55,21
45	0,81	0,74	59,71
50	1,06	0,77	61,32
55	1,11	0,77	63,72
60	1,02	0,77	65,79
65	1,03	0,78	67,53
70	0,47	0,78	69,24
75	0,90	0,80	70,69
80	0,97	0,82	72,11
85	1,10	0,83	73,52
90	0,69	0,84	74,49
95	1,25	0,85	75,51
100	1,01	0,86	76,48
110	0,95	0,87	78,04
120	0,53	0,87	79,38
130	0,99	0,88	80,68
140	0,55	0,90	81,74
150	0,57	0,91	83,62
160	1,19	0,92	83,90
170	1,00	0,93	84,72
180	0,49	0,94	85,04
190	1,21	0,95	85,58
200	0,95	0,95	86,06

Tabla 4. Valores de la Fracción evaporada en peso, Fm, (%) en la evaporación de Gasolina de 90 octanos derramada sobre arena normal.

Masic fraction evaporated, Fm, (%) due to evaporation of 90 octanes gasoline spilt on normal sand.

Según han comprobado DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1988a, 1988b y 1988c), en experiencias de evaporación efectuadas en el laboratorio, los valores concretos de estos parámetros a y b son tales que las fracciones evaporadas para un mismo tiempo se incrementan al aumentar la velocidad del aire o la temperatura. Los valores obtenidos en las experiencias reflejadas en el presente artículo son bastante aproximados a los obtenidos en el laboratorio a condiciones experimentales semejantes. Así cuando la velocidad del aire se fija en 1 m/s, a los 45 minutos se alcanza un 70,97% a 15°C, un 79,08% a 20°C y un 80,14% a 25°C. Si la velocidad del aire se fija en 0,5 m/s a los 45 minutos los respectivos porcentajes de evaporación son 70,53%, 73,33% y 75,39. En las condiciones experimentales reflejadas en el presente trabajo, a los 45 minutos el porcentaje de evaporación es de 75,81%.

Tiempo (min)	Velocidad aire (m/s)	$T_{\text{placa}}^{ra} / T_{\text{aire}}^{ra}$	Fm (%)
5	0,91	0,80	15,07
10	1,29	0,77	24,23
15	0,64	0,75	33,01
20	0,67	0,71	41,16
25	0,62	0,68	47,51
30	1,08	0,69	52,47
35	0,66	0,70	56,61
40	0,65	0,72	59,51
45	0,81	0,74	62,02
50	1,06	0,76	64,53
55	1,11	0,77	66,61
60	1,02	0,77	68,52
65	1,03	0,78	70,49
70	0,47	0,78	71,96
75	0,90	0,80	73,26
80	0,97	0,82	75,20
85	1,10	0,83	76,21
90	0,69	0,84	77,43
95	1,25	0,85	78,20
100	1,01	0,87	79,41
110	0,95	0,87	80,52
120	0,53	0,87	81,68
130	0,99	0,88	83,22
140	0,55	0,90	83,98
150	0,57	0,91	85,04
160	1,19	0,92	86,03
170	1,00	0,93	86,88
180	0,49	0,94	87,52
190	1,21	0,95	88,07
200	0,95	0,95	88,56

Tabla 5. Valores de la Fracción evaporada en peso, Fm, (%) en la evaporación de la Gasolina de 90 octanos derramada sobre arena gruesa ($0.5 < D < 1.0$ mm):

Masic fraction evaporated, Fm, (%) due to the evaporation of 90 octanes gasolina spilt on coarse sand ($0.5 < D < 1.0$ mm).

Si consideramos como 100 la fracción evaporada de la gasolina normal que no está derramada sobre arena de playa al cabo de 60 minutos, solamente se habrá evaporado un 78,01% de gasolina cuando ésta está derramada sobre arena media, un 79,90%a cuando está derramada sobre arena normal y un 83,22% cuando está derramada sobre arena gruesa.

La evaporación de la gasolina en presencia de arena transcurre más lentamente que sobre agua. La arena que provoca un mayor descenso en la velocidad de evaporación es la denominada fracción *gruesa*. Este hecho sucede de igual forma cuando la evaporación se lleva a cabo en condiciones de laboratorio según demuestran BERGUEIRO *et al.*(1989) y DOMINGUEZ & BERGUEIRO (1990) para esta gasolina y otros mezclas de hidrocarburos. Igualmente este resultado es coherente con la fracción de huecos que presentan los distintos tipos de arena (*gruesa* > *normal* > *media*) y con la superficie externa total de cada tipo de arena (*media* > *normal* > *gruesa*).

Las temperaturas de la mezcla en las placas son superiores cuando la evaporación se realiza en arena que sobre agua por las distintas capacidades caloríficas de los sistemas agua-gasolina y arena-gasolina que se forman; pero, sobre todo, por la menor velocidad a la que transcurre la evaporación en el sistema arena-gasolina. Durante el transcurso de la experiencia se produce primeramente una disminución de la temperatura de la mezcla como consecuencia de la intensa evaporación que se produce en esos instantes, siendo la masa remanente la que cede la correspondiente energía de vaporización a los hidrocarburos que se evaporan a costa de su energía interna y siendo ésta mayor a la recibida del Sol en los mismos instantes. Conforme transcurre la experiencia las fracciones que sucesivamente se evaporan son menores y como consecuencia también lo son las entalpías de vaporización necesarias, de forma que la energía recibida es más que suficiente para compensar esas entalpías y por lo tanto se eleva la temperatura de la mezcla remanente en la placa.

	Gasolina sobre agua	Gasolina ar. media	Gasolina ar. normal	Gasolina ar. gruesa
a	23,9012	26,8233	24,8796	23,1542
b	0,4762	0,1421	0,1906	0,2738

Tabla 6. Valores de los parámetros *a* y *b* obtenidos en el ajuste de los resultados experimentales de las tablas 2, 3, 4 y 5 mediante ecuación $F_m = a \cdot \ln(1+bt)$.

Values of parameters *a* and *b* obtained when fitting of experimental results in tables 2, 3, 4 and 5 by means of the equation: $F_m = 1 \cdot \ln(1+bt)$.

CONCLUSIONES

La influencia de la presencia de arena en la velocidad de evaporación se muestra en la figura 2, que representa la fracción evaporada F_m (%) frente al tiempo (min). La figura 3 muestra la variación de F_m (%) frente al tiempo (min) para los tres tipos de arena balear con la que se realizaron estas experiencias. De estos valores se deduce la gran influencia de la presencia de arena sobre el proceso, ya que para conseguir el mismo porcentaje de evaporación que cuando está sola se necesita un tiempo casi dos veces y media superior. Cuando se compara la evaporación de la gasolina derramada sobre los tres tipos de arena se comprueba que no existe una variación significativa en la velocidad de evaporación con el tamaño de grano. Las pequeñas diferencias están motivadas por la distinta difusividad de los componentes de la gasolina a través de los canales existentes en la arena y no a una variación en el área de transferencia, como podría pensarse *a priori*, ya que ésta permanece constante y no depende del tamaño de grano.

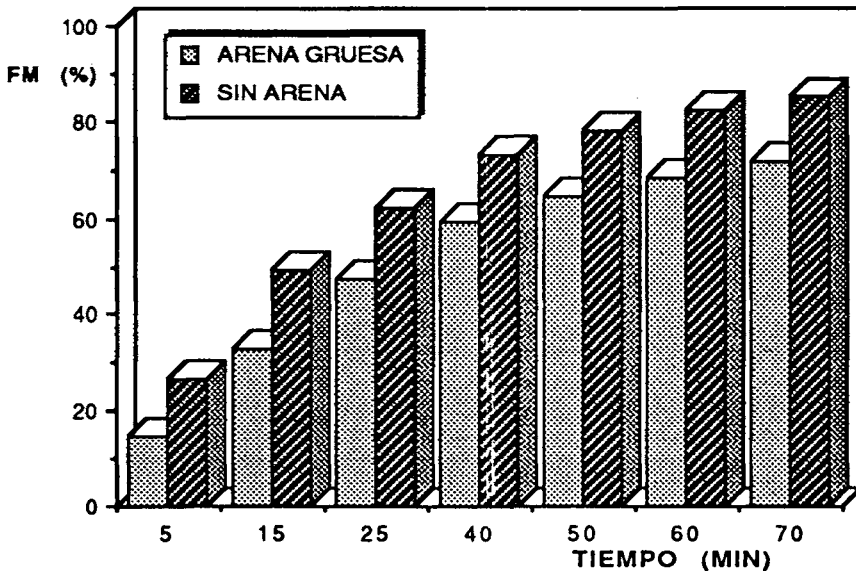


Fig. 2.- Fracción másica evaporada de gasolina de 90 Octanos cuando está derramada sobre agua y sobre arena gruesa.

Masic fraction evaporated, F_m (%) due to evaporation of 90 octanes gasoline spilt on water and coarse sand.

Los resultados obtenidos cuando se trabaja en condiciones de medio ambiente, con mayor número de variables no controladas, son comparables a los que se obtienen en el laboratorio con tratamiento aislado de las diferentes variables y pueden interpretarse de igual forma, puesto que en todos los casos se llega a una función temporal de similares características para expresar la fracción evaporada respecto del tiempo. Sin embargo, encontrar una expresión que relacione el coeficiente de transferencia con el conjunto de variables medioambientales influyentes es un proceso más complejo que las pretensiones de este trabajo, puesto que requiere de un complejo tratamiento matemático de los mismos.

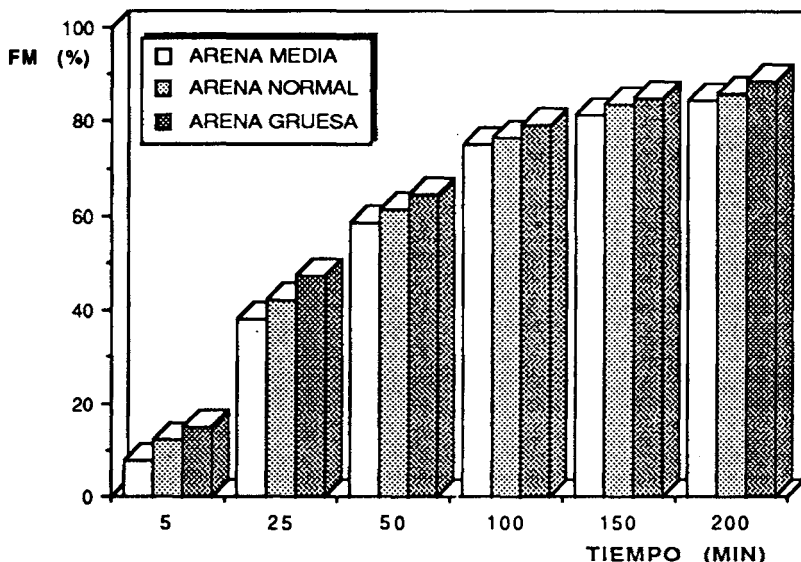


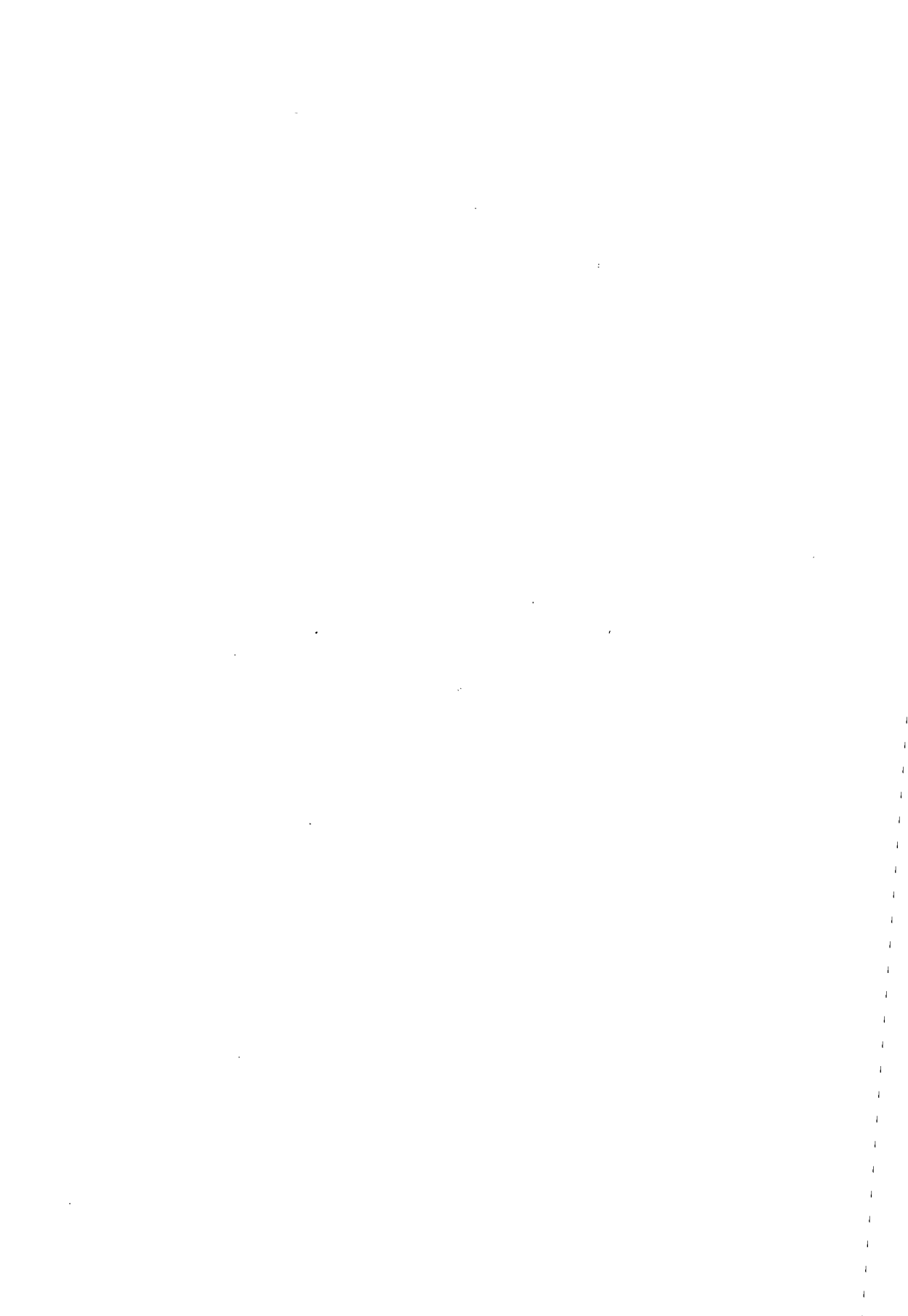
Fig. 3.- Fracción másica evaporada de gasolina de 90 Octanos cuando está derramada sobre arena de tres tamaños (media, normal y gruesa).

Masic fraction evaporated, F_m (%) due to evaporation of 90 octanes gasoline spilt on normal, medium and coarse sand.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGUEIRO, J.R.; DOMÍNGUEZ, F.; PONS, J.M. & MARTÍ, A. 1989.- Research on the evaporation of gasoline on beach sand. *Spill Techn. Newsletter*. 14(2): 10-15.
- DOMÍNGUEZ, F. & BERGUEIRO, J.R. 1988a.- Evaluación de los efectos de derrames de hidrocarburos. Parte I: Aspectos Teóricos. *Ing. Química*, 230: 63-73.
- DOMÍNGUEZ, F. & BERGUEIRO, J.R. 1988b.- Evaluación de los efectos de derrames de hidrocarburos. Parte II: Método de Gas Stripping. *Ing. Química*, 231: 81-89.

- DOMÍNGUEZ, F. & BERGUEIRO, J.R. 1988c.- Evaluación de los efectos de derrames de hidrocarburos. Parte III: Método de "Tray Evaporation". *Ing. Química*, 232: 151-162.
- DOMÍNGUEZ, F. & BERGUEIRO, J.R. 1990.- Evaluación de los efectos de derrames de hidrocarburos. Parte IV: Evaporación sobre arena de playa. *Ing. Química*, 257: 133-138.
- MACKAY, D. & MATSUGU, R.S. 1973.- Evaporation Rate of Liquid Hydrocarbon spills on Land and Water. *Can. J. Chem. Eng.*, 51: 434-439.
- MARQUARDT, D.M. 1963.- An Algorit for Least-Squares Estimation of Non-Linear Parameters. *Jour. Soc. Indus. APTL. NATH.*, 11: 431-441.
- SIVADIER, H.O. & MOKOLAJ, P.G. 1973. *Measurements of Evaporation Rates from Oil Slicks on the open Sea*. Sym. Preven. & Control of Oil Spills. API (Washington). 475 pp.
- STIVER, W. & MACKAY, D. 1984.- Evaporation Rate of Spills of Hydrocarbons and Petroleum Mixtures. *Environ. Sci. Technol.*, 18(11): 834-840.
- SUTTON, O.G. 1953.- *Micrometereology*. McGraw Hill. New York.
- SUTTON, O.G. 1955.- *Atmospheric Turbulence*. Methuen and Co. Ltd.
- YANG, W.C. & WANG, H. 1978.- Modeling of Oil Evaporation in Aqueous Environment. *Water Research*, 11: 879-887.



RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE ESCLEROFILIA Y EL CONTENIDO DE CLOROFILA TOTAL POR UNIDAD DE PESO SECO EN ALGUNAS ESPECIES ARBUSTIVAS DE ENCINAR EN MALLORCA.

C. GARCÍA PLÉ, J.L. FERRÀ, A. FERRIOL,
C. MARTINEZ & M. MOREY¹

PALABRAS CLAVE: Arbustos mediterráneos, índice de esclerofilia, clorofila total.

KEYWORDS: Mediterranean shrubs, leaf specific weight, total chlorophyll.

RESUMEN. En el presente artículo se exponen los resultados obtenidos en el estudio de la relación entre el índice de esclerofilia y el contenido de clorofila total por unidad de peso seco en ocho especies arbustivas de encinar en Mallorca.

Para cada especie se han realizado los perfiles verticales del eje central de dos individuos. A causa de la cobertura del estrato arbóreo y del arbustivo alto, cada uno de dichos individuos se encontraba bajo diferentes condiciones de radiación.

Se observa que, en aquellas especies con individuos de sol, el valor medio del índice de esclerofilia es más alto que en los individuos de sombra, al contrario de lo que ocurre respecto al contenido en clorofila total. Entre el índice de esclerofilia y el contenido en clorofila total, expresado por unidad de peso seco, se establece una relación de tipo exponencial negativo, con un alto coeficiente de determinación ($n=16$, $r^2=0.83$).

SUMMARY. RELATIONSHIP BETWEEN LEAF SPECIFIC WEIGHT AND TOTAL CHLOROPHYLL CONTENT OF SOME SHRUBS IN EVERGREEN-OAK FORESTS OF MAJORCA. The results of a study of the relationship between leaf specific weight and total chlorophyll content per dry weight in eight shrub species of evergreen-oak forests of Mallorca are shown.

The vertical profiles of the central axis of two individuals of each species were studied. Due to the different tree and tall shrub coverage the individuals were under different light conditions.

¹ Lab. de Ecología. Dpto. de Biología Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de las Islas Baleares. 07071 Palma de Mallorca.

In species with individuals either exposed to the sun or in the shade, the latter show a lower mean leaf specific weight, and conversely a higher total chlorophyll content. Between the leaf specific weight and the total chlorophyll content we find a negative exponential relationship, with a high determination coefficient ($n=16$, $r^2=0.83$).

RESUM. RELACIÓ ENTRE L'ÍNDEX D'ESCLEROFILIA I EL CONTINGUT DE CLOROFIL·LA TOTAL PER UNITAT DE PES SEC A ALGUNES ESPÈCIES ARBUSTIVES D'ALZINAR A MALLORCA. Es presenten els resultats derivats de l'estudi de la relació entre l'índex d'esclerofilia i el contingut de clorofil·la total per unitat de pes sec a vuit espècies arbustives d'azinar a Mallorca.

Per a cada espècie es varen realitzar els perfils verticals de l'eix central de dos individus. Degut a la cobertura de l'estrat arbori i de l'arbustiu alt, cadascun d'aquests individus es trobava sotmès a condicions de radiació diferents.

A les espècies amb individus de sol i ombra, aquests presenten un valor mitjà de l'índex d'esclerofilia més baix i un contingut total de clorofil·la més alt que els individus exposats al sol. Entre l'índex d'esclerofilia i el contingut en clorofil·la total per unitat de pes sec es dóna una relació de tipus exponencial negatiu amb un alt coeficient de determinació ($n=16$, $r^2=0.83$).

INTRODUCCIÓN

Las características anatómicas y fisiológicas del matorral mediterráneo han sido objeto de numerosos estudios (DI CASTRI & MOONEY, 1973; MOONEY, 1977; DI CASTRI *et al.*, 1981; MARGARIS & MOONEY 1981; MILLER, 1981; KRUGER *et al.*, 1983; TENHUNEN *et al.*, 1987; entre otros). Uno de los aspectos a destacar es que una misma especie puede presentar características foliares (morfológicas y/o funcionales) distintas en un gradiente climático de aridez, estacional y diario, según la edad, o bien a lo largo del eje vertical de la propia planta, desde el exterior al interior de la copa, incluso una misma hoja puede presentar diferencias entre el centro del limbo y el ápice, la bibliografía al respecto es extensa (DUNN *et al.*, 1976; CATARINO *et al.*, 1981; EHLFRINGER & MOONEY, 1983; MEISTER *et al.*, 1987; entre otros).

Las hojas compiten unas con otras por la luz y hay una selección de forma, tamaño, composición e incluso disposición espacial, que genera una estratificación. La competencia por la luz puede darse cuando una planta proyecta sombra sobre otra o, dentro de la misma planta, cuando una hoja da sombra a la otra.

En un matorral o un bosque denso, las hojas de los niveles superiores están más expuestas a la radiación que las de los niveles inferiores, a las que llega una luz tamizada por las que están situadas más arriba. Se establece así un gradiente de radiación asociado a un gradiente de formas y tamaños foliares y a un gradiente en la repartición de pigmentos; asimismo se establece en el

perfil vertical un gradiente en la distribución del agua y nutrientes, de sumo interés en la ecofisiología de la comunidad.

La radiación es, pues, uno de los principales factores que controlan el funcionalismo del ecosistema forestal. Asociado al gradiente de radiación en la bóveda del bosque, existe también un gradiente de esclerofilia.

El índice de esclerofilia se refiere al peso seco de hoja por unidad de superficie foliar (DUNN *et al.*, 1976). Existen otros términos para la misma definición, como el de peso específico foliar ("leaf specific weight: LSW"), etc. También existen otras definiciones para el mismo término, aunque todas responden a la idea de medir el carácter escleromorfo o grado de consistencia (hojas pequeñas y coriáceas). El índice aumenta al aumentar los caracteres xeromórficos de la hoja frente a los mesomórficos.

Bajo un criterio de estudio funcional, el presente artículo trata de conocer las pautas de organización en algunas características foliares, relacionadas con el uso de la luz, de ocho especies arbustivas de encinar en Mallorca. El objetivo fundamental del mismo ha sido establecer la relación entre el índice de esclerofilia y el contenido de clorofila total por unidad de peso seco en la planta. Se comparan asimismo los resultados obtenidos bajo diferentes condiciones de intensidad luminosa.

MATERIAL Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD

La comunidad de matorral estudiada se localiza en Esporles (NW de Mallorca), en altitudes comprendidas entre 200-450 m, bajo influencia marina no directa (barreras topográficas), con una pluviosidad anual entre 600 y 800 mm, una temperatura media de 14-17°C, una evapotranspiración potencial según Thornthwaite entre 700 y 900 mm y un déficit hídrico máximo de 100-150 mm en Julio* (GUIJARRO, 1986), sobre calizas dolomíticas del Triásico.

Se trata de un matorral de gran porte (altura media de 2 m), bajo estrato arbóreo mixto de *Quercus ilex* L. y *Pinus halepensis* Mill., con presencia importante de lianas (*Smilax aspera* L., *Clematis flammula* L., *Lonicera implexa* Ait., *Rubia peregrina* L.). Desde el punto de vista de su estructura vertical, presenta la cobertura más elevada para el estrato mayor de 2 m y el estrato comprendido entre 1 y 2 m, ocupados por individuos adultos y jóvenes de las especies arbóreas indicadas y arbustos de gran porte como *Arbutus unedo* L.,

Rhamnus alaternus L., *Viburnum tinus* L. y *Calicotome spinosa* (L.) Link. Existen también los niveles ocupados por especies arbustivas de menor talla como *Daphne gnidium* L., *Osyris alba* L., *Cistus salvifolius* L. y *Ruscus aculeatus* L., herbáceas como *Ampelodesmos mauritanica* (Poirét) T. Durand & Schinz y musgos que tienen una cobertura progresivamente menor, lo que da en conjunto un aspecto de pirámide invertida (GARCIA PLE, 1986).

Algunas especies son características de encinares más abiertos, con más luz, con *Arbutus unedo* L. y *Cistus salvifolius* L. como especies más heliófilas; otras son características de encinares más cerrados y umbríos, con *Viburnum tinus* L. como especie más esciófila.

En este artículo se exponen los resultados obtenidos para *Quercus ilex* L. (arbusto), *Arbutus unedo* L., *Rhamnus alaternus* L., *Osyris alba* L., *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Daphne gnidium* L., *Cistus salvifolius* L. y *Viburnum tinus* L.

METODOLOGÍA

Para cada especie arbustiva estudiada se muestrearon dos individuos, entendiendo como un individuo el conjunto de pies rebrotados de una misma cepa. Cada planta se dividió en tres niveles de altura: piso superior, piso medio (equidistante) y piso inferior, (TUBA, 1977; MARTINEZ *et al.*, 1982; ELIAS & MASAROVICOVA, 1985a y 1985b; PIÑOL, 1985; GRATANI *et al.*, 1987; NUÑEZ & ESCUDERO, 1988). La altura de cada piso, en los diferentes individuos, es variable en función de la altura de la planta y de la biomasa foliar.

A causa de la cobertura del estrato arbóreo y del arbustivo alto, cada uno de los individuos muestreados se encontraba bajo diferentes condiciones de radiación. En total, y debido a las limitaciones del muestreo, se han estudiado 10 plantas de sol, bajo condiciones de mayor intensidad luminosa: *Quercus ilex* (1), *Arbutus unedo* (1), *Rhamnus alaternus* (1), *Osyris alba* (1), *Calicotome spinosa* (1A) y (1B), *Daphne gnidium* (1A) y (1B), *Cistus salvifolius* (1A) y (1B); y 6 plantas de sombra, en condiciones de menor insolación: *Quercus ilex* (2), *Arbutus unedo* (2), *Rhamnus alaternus* (2), *Osyris alba* (2), *Viburnum tinus* (2A) y (2B). Las letras A y B indican dos individuos diferentes de una misma especie, muestreados bajo condiciones semejantes de insolación (sol corresponde al número 1 y sombra al número 2). Los muestreos se realizaron en la primavera de 1987.

De cada nivel de altura se determinó el peso fresco y el peso seco (a 80°C hasta peso constante) y se midió la superficie foliar (del total de hojas o de una submuestra de 100 si había más) con un areómetro.

Una submuestra de hojas se conservaba en una nevera portátil hasta llegar al laboratorio, donde se pesaban 250 mg de hojas de cada submuestra, se introducían en un tubo con acetona al 80% y se almacenaban en el congelador entre 24 y 72 horas. La extracción finalizó homogeneizando las hojas en un mortero y filtrando al vacío.

Inmediatamente realizado el filtrado y enrasado a un volumen de 25 ml se efectuaba la lectura, mediante un espectrofotómetro Perkin-Elmer (561 Recorder), de las absorbancias a 700, 647 y 664 nm. Como criterio de pureza de las filtraciones se ha seguido el dada por VERNON (1960).

La ecuación utilizada para el cálculo de la clorofila a+b es la propuesta por ZIEGLER & EGGLE (1965). La expresión de la concentración de clorofila viene dada en mg/l, posteriormente es referida a mg/g de peso seco de hoja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de recoger la pauta morfológico/funcional asociada a las condiciones de radiación, se ha calculado, para cada individuo, el valor medio ponderado por la biomasa foliar de los tres niveles de altura muestreados (superior, medio e inferior), tanto para el índice de esclerofilia como para el contenido en clorofila total. La distribución de ambos parámetros en el eje vertical de la planta ha sido objeto de otros trabajos (GARCIA PLE *et al.*, 1991 a y 1991b).

ÍNDICE DE ESCLEROFILIA

Los valores medios ponderados del índice de esclerofilia oscilan entre los 0.0055 g/cm² de *Cistus salvifolius* (1A) y los 0.0185 g/cm² de *Quercus ilex* (1) (tabla 1).

Los valores del índice de esclerofilia en las especies mediterráneas oscilan generalmente entre 0.01 y 0.025 g/cm² (SALA, 1986). Las especies arbustivas esclerofilas en el matorral de California y de Chile alcanzan valores de 0.02 g/cm² y las especies deciduas de verano 0.008 (KUMMEROW *et al.*, 1981; MOONEY, 1981). OFCHEL *et al.*, (1981) dan como valores extremos característicos de plantas mesofíticas deciduas del matorral de California 0.008-0.015 g/cm², correspondiendo un valor superior a 0.015 a especies xerófitas.

MARTIN (1984) señala que el mayor peso específico de las especies perennes frente a las decíduas de sequía es un carácter asociado a la duración foliar, a la conservación del agua durante el período de sequía y a la protección frente a los predadores.

Cistus salvifolius, como otras especies del género *Cistus* que pierden gran parte de sus hojas al inicio de la estación seca y mantienen una proporción relativamente pequeña de ellas durante el período desfavorable, se puede considerar una semidecídua de verano (HARLEY, *et al.*, 1987). El individuo 1A de *Cistus salvifolius* presenta el valor más bajo del índice de esclerofilia, claramente opuesto al valor alcanzado por *Quercus ilex* (1).

Se observa como en aquellas especies con individuos de sol y de sombra, el valor medio del índice de esclerofilia es más alto en los individuos de sol, excepto en el caso de *Osyris alba*, planta hemiparásita que resulta atípica o desviante respecto a las demás especies. SALA (1986) obtiene resultados semejantes a los nuestros. CATARINO *et al.*, (1981), EHLERINGER & MOONEY (1983), NILSEN & BAO (1987), consideran el índice de esclerofilia como una característica adaptativa de las especies a su medio ambiente. En nuestro caso, los valores más altos en los individuos de sol deben interpretarse como un mecanismo de resistencia a la desecación; el incremento del grado de consistencia permite que los potenciales hídricos que la hoja puede mantener, y a partir de los cuales se daría una desecación irreversible, sean más negativos (ODENING *et al.*, 1974).

No obstante al ordenar de mayor a menor los valores medios del índice de esclerofilia, observamos como los individuos de sol y de sombra se encuentran alternados y como los valores mínimos registrados son inferiores a los descritos en la bibliografía consultada para la vegetación mediterránea. Diversos factores como la edad, el estado fisiológico de la hoja y la fragilidad del gradiente microclimático en el perfil vertical pueden contribuir a explicar estos resultados.

Así, el índice de esclerofilia puede variar según la edad de la hoja y un valor elevado puede representar un estado de senescencia de un estrato de hojas que ya no son productivas y están destinadas a no ser renovadas (SALA, 1986). A este respecto, hay que señalar que en el muestreo no se separaron hojas de diferente edad.

Por otra parte los gradientes microclimáticos (luz, temperatura y humedad) que se establecen en los niveles de altura de los individuos de sombra son frágiles y condicionan de un modo irregular la morfología y el funcionalismo de las hojas. En condiciones de elevada intensidad luminosa se crean automáticamente diferencias entre unos niveles más expuestos a la radiación y otros sometidos a luz menos intensa como consecuencia de la sombra provoca-

da por hojas y ramas situadas en los niveles superiores. En la umbría estas diferencias desaparecen ya que todas las hojas quedan sometidas a un ambiente de luz difusa.

	LSW (g/cm ²)	Chl a+b (mg/g)	Chl a+b (mg/m ²)
<i>Quercus ilex</i> (1)	0.0185	0.8930	165.2050
<i>Osyris alba</i> (2)	0.0152	1.4967	227.4984
<i>Quercus ilex</i> (2)	0.0136	1.4381	195.5816
<i>Rhamnus alaternus</i> (1)	0.0126	2.2467	283.0800
<i>Viburnum tinus</i> (2A)	0.0124	2.5498	316.1752
<i>Rhamnus alaternus</i> (2)	0.0122	3.3191	404.9302
<i>Arbutus unedo</i> (1)	0.0114	1.8784	214.1376
<i>Cistus salvifolius</i> (1B)	0.0112	3.2016	358.5792
<i>Osyris alba</i> (1)	0.0109	2.1314	232.3226
<i>Arbutus unedo</i> (2)	0.0105	2.1837	229.2885
<i>Viburnum tinus</i> (2B)	0.0099	2.3917	236.7783
<i>Daphne gnidium</i> (1A)	0.0093	4.8552	265.5336
<i>Daphne gnidium</i> (1B)	0.0093	4.2304	393.4272
<i>Calicotome spinosa</i> (1B)	0.0077	3.9526	304.3502
<i>Calicotome spinosa</i> (1A)	0.0060	5.5659	333.9540
<i>Cistus salvifolius</i> (1A)	0.0055	6.0148	330.8140

Tabla 1. Valores medios ponderados por la biomasa foliar del índice de esclerofilia (LSW) y del contenido en clorofila a+b, para los individuos de sol (1, 1A, y 1B) y de sombra (2, 2A y 2b) de las especies estudiadas.

Leaf specific weight (LSW) and chlorophyll a+b values, for exposed (1, 1A and 1B) and shaded (2, 2A and 2B) individuals.

CLOROFILA TOTAL POR UNIDAD DE PESO SECO

Los valores medios de clorofila a+b expresados por unidad de peso seco y ponderados por la biomasa foliar para cada individuo oscilan entre 0.89 mg/g de *Quercus ilex* 1 y 6.01 mg/g de *Cistus salvifolius* 1A (tabla 1).

Se observa como en aquellas especies con individuos de sol y de sombra, el valor medio del contenido en clorofila total por peso seco es más bajo en los individuos de sol, salvo en *Osyris alba*. MARTINEZ *et al.* (1982) obtienen resultados semejantes.

La concentración de clorofila en las hojas representa un integrador, a corto plazo, del estado fisiológico de la planta (GRACIA, 1983). Cuanto más desfavorables sean las condiciones del medio (temperatura elevada, déficit hídrico, etc.), tanto más disminuye la cantidad total de clorofila y las hojas comienzan a amarillear, indicando una mayor destrucción de la clorofila y persistencia de carotenoides acumulados (MARGALEF, 1974; GRACIA, 1983).

Si la radiación es elevada, la cantidad de clorofila presente en las hojas debe ser independiente de la misma, ya que se encuentra en exceso; cuando la radiación ha sido atenuada hasta el punto de que los fotosistemas dejan de estar saturados, la cantidad de clorofila presente en la hoja se relaciona más estrechamente con la intensidad de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y pueden aparecer máximos en la concentración de clorofila (GRACIA, 1983).

Sin embargo, al ordenar los individuos de mayor a menor contenido en clorofila total, no se observa ninguna pauta, al igual que ocurriría con el índice de esclerofilia y cuya explicación podría ser la misma.

Los valores más frecuentes del contenido en clorofila a+b por peso seco, revisados en diversos trabajos sobre vegetación mediterránea, oscilan entre 1 y 5 mg/g, correspondiendo, en general, los valores más altos a las especies decíduas de verano y los valores más bajos a las especies perennifolias.

Así, MARGARIS (1976) en la frigana de Grecia obtiene valores entre 1.82 mg/g de *Asparagus aphyllus* y 4.42 mg/g de *Thymus capitatus*. ARIANOUTSOU & MARGARIS (1981) comparan tres especies de la frigana (*Phlomis fruticosa*, *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnus*), antes y después de incendio, y encuentran valores desde 2.0 hasta 8.6 mg/g en el contenido de clorofila total por peso seco.

Por su parte VILLAR & MERINO (1987) en las arenas estabilizadas de Doñana registran valores entre 2 y 3 mg/g para el brezal de *Erica scoparia* y alrededor de 2mg/g para el matorral abierto de Cistáceas y Labiadas, a partir de 10 años después de incendio.

TRABAUD & METHY (1988) obtienen valores entre 1 y 2 mg/g en *Quercus coccifera* y *Quercus ilex*, en la garriga de Montpellier, 35 años después de incendio.

Finalmente, DIAZ BARRADAS & GARCIA NOVO (1988) encuentran diferencias en el contenido de clorofila total entre algunas especies del matorral de Doñana según su localización: *Scrophularia frutescens*, pionera de las dunas móviles, presenta un valor de 1.27 mg/g, mientras que en las arenas estabilizadas *Cistus salvifolius* alcanza un valor de 2.71 mg/g. *Halimium halimifolium*

presenta un valor de 1.89 mg/g en las dunas móviles y de 2.38 mg/g en las arenas estabilizadas.

Nuestros resultados coinciden básicamente en el mayor contenido en clorofila por peso seco de la especie semidecídua de sequía, *Cistus salvifolius*, y malacófilas en general, frente a la menor concentración que presenta las especies más esclerófilas, *Quercus ilex*; aunque la zona de estudio era homogénea en cuanto a una intervención antigua, las hojas eran heterogéneas en cuanto a su edad y las comparaciones son difíciles de establecer.

Es preferible, por otra parte, no hacer comparaciones de concentración de clorofila entre diversas especies en función del peso seco, ya que éste depende en gran medida de la cantidad de tejido no fotosintético (HARVEY, 1980) y éste, a su vez, varía bastante según los diversos tipos de vegetación (MARGALEF, 1980; ELIAS & MASAROVICOVA, 1985 b y 1986). Puede ser más preciso, por tanto, hacer la comparación de las concentraciones de clorofila por unidad de superficie foliar y evitar la interferencia de los tejidos no fotosintéticos (TIESZEN & JOHNSON, 1968; KRUPA, 1984).

CLOROFILA TOTAL POR UNIDAD DE SUPERFICIE FOLIAR

A partir del producto de la concentración de clorofila, referida a gramos de hoja, por el índice de esclerofilia, hemos calculado la concentración de clorofila total por m² de hoja (tabla 1). Los valores obtenidos oscilan entre 165 mg Chl a+b/m² de hoja en *Quercus ilex* (1) y 405 mg Chl a+b/m² de hoja en *Rhamnus alaternus* (2).

Los individuos de sombra de *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus* y *Arbutus unedo* alcanzan valores más elevados en el contenido de clorofila a+b por m² de hoja que los individuos de sol, aunque en la ordenación general alternan individuos de sol y de sombra.

La mayoría de valores de la concentración de clorofila por unidad de extensión de limbo foliar quedan entre 250 y 350 mg/m², cifras próximas a la mayor concentración efectiva de clorofila por unidad de superficie foliar, calculada en 400 mg/m², que permite absorber más del 99% de la radiación que llega a la hoja (ESCARRE *et al.*, 1984; MARTIN 1984).

Muchas plantas del bosque mediterráneo presentan concentraciones de clorofila mayores que la concentración efectiva, cuya explicación está en la esclerofilia y en la absorción lumínica por ambas caras (ESCARRE *et al.*, 1984).

En diversas especies de encinar, FITE (MARGALEF, 1974) registra valores entre 441 mg/m² de hoja, en *Viburnum tinus* y 824 mg/m² de hoja, en *Quercus*

ilex. GRACIA *et al.*, (1984) obtienen valores entre 427 mg/m² de hoja en *Arbutus unedo* y 1033 mg/m² de hoja en *Erica arborea*. MARTIN (1984) encuentra valores entre 339 mg/m² de hoja en *Withania frutescens* y 570 mg/m² de hoja en *Rhamnus lycioides*.

En comparación con aquellos autores, los resultados obtenidos son en general más bajos, aunque se encuentran dentro del margen de variación señalado por SESTAK (1971), con límites entre 100-1000 mg/m². Este amplio rango de concentraciones se debe a las grandes variaciones que sufre este parámetro en las diferentes estaciones del año, nivel de la planta, condiciones climáticas en las que se encuentra, etc. (NÚÑEZ, 1989).

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE ESCLEROFILIA Y LA CLOROFILA TOTAL POR UNIDAD DE PESO SECO

En la figura 1 se han representado los valores medios ponderados del índice de esclerofilia y del contenido en clorofila total por unidad de peso seco, para los dos individuos de cada especie estudiada.

Se observa como en las hojas más blandas, con menor índice de esclerofilia, el contenido en clorofila por peso seco aumenta considerablemente y como en las hojas más duras, con mayor índice de esclerofilia, la concentración en clorofila disminuye de un modo más gradual.

Entre el índice de esclerofilia (LSW) y el contenido en clorofila total por peso seco (Chl a+b) se establece una relación de tipo exponencial negativo ($\text{Chl a+b} = 12.146 e^{-140.563 \text{ LSW}}$), con un alto coeficiente de determinación ($n=16$, $r^2=0.831$).

MARTIN (1984), en especies del espinar costero de Alicante, obtiene para *Rhamnus lycioides* (perenne con hojas xerofíticas) un índice de esclerofilia de 0.026 g/cm² y un contenido en clorofila a+b de 2.16 mg/g; para *Withania frutescens* (decídua de verano con hojas de tipo mesofítico) obtiene un valor de 0.008 g/cm² para el índice de esclerofilia y un valor de 4.08 mg/g para el contenido en clorofila a+b. Ambos parámetros siguen pautas inversas.

GRACIA (1987) encuentra resultados semejantes en 13 comunidades distribuidas a lo largo de un gradiente de pluviosidad (250 mm-2500 mm) en Australia. En la localidad con mayor pluviometría registra un índice de esclerofilia de 0.0056 g/cm² y un contenido en clorofila a+b de 13.74 mg/g. Por el contrario, en la localidad más árida, obtiene un índice de esclerofilia de 0.0238 g/cm² y un contenido en clorofila a+b de 2.84 mg/g. El coeficiente de determinación es de 0.986.

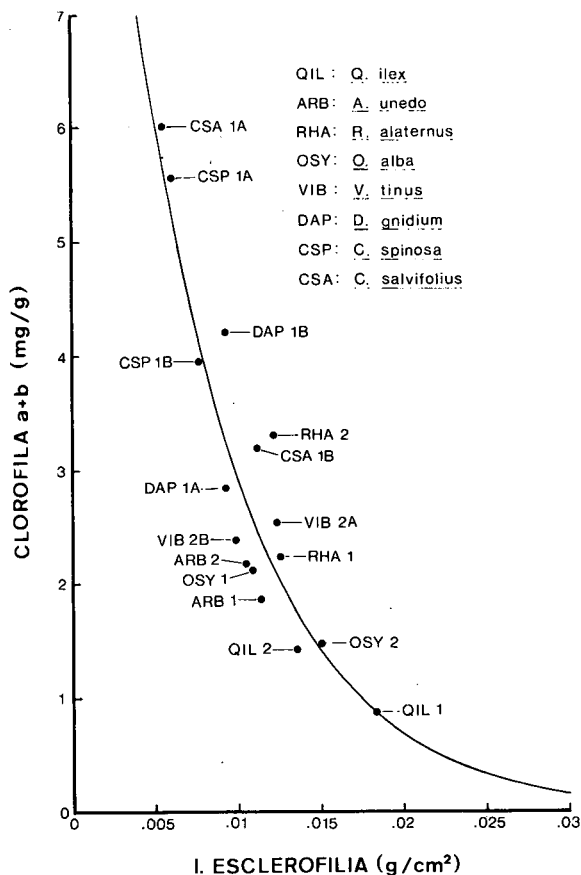


Fig. 1.- Relación entre el índice de esclerofilia (I.SW) y el contenido en clorofila total por peso seco (Chl a+b) para los individuos de sol (1, 1A y 1B) y de sombra (2, 2A y 2B) de las especies estudiadas. La ecuación de regresión es: $Chl\ a+b = 12.146 e^{-140.563\ LSW}$ ($n=16, r^2=0.831$).

Relationship between leaf specific weight (I.SW) and total chlorophyll (Chl a+b). The regression equation is: $Chl\ a+b = 12.146 e^{-140.563\ LSW}$ ($n=16, r^2=0.831$).

GRATANI *et al.* (1987), en *Fagus sylvatica*, obtienen en el piso superior un índice de esclerofilia más elevado que en el piso inferior; el contenido en clorofila a+b por unidad de peso seco presenta un comportamiento opuesto.

NILSEN & BAO (1987), en *Rhododendron maximum*, registran un incremento del índice de esclerofilia de Marzo a Julio, paralelo a un descenso en el contenido de clorofila a+b por unidad de peso seco.

NUÑEZ & ESCUDERO (1988), en un estudio de las variaciones estacionales de diversas características foliares en hojas maduras de *Cistus ladanifer*, encuentran un valor medio del índice de esclerofilia de 0.0178 g/cm^2 y un contenido en clorofila a+b de 2.61 mg/g en invierno. En verano, el índice de esclerofilia alcanza un valor de 0.0207 g/cm^2 y el contenido en clorofila total es de 1.33 mg/g . El coeficiente de correlación es de 0.81, para $n=24$.

Observamos pues las mismas pautas de organización que en nuestros resultados. Es interesante señalar que estos autores, al igual que nosotros, coinciden en no constatar la misma relación entre el índice de esclerofilia y el contenido en clorofila total, si ésta se expresa por unidad de superficie de hoja (tabla 1); el coeficiente de determinación obtenido en este caso es de $r^2=0.343$. Esto se debe al diferente grosor de las hojas, que encubre la concentración de clorofila.

Una reducción de la radiación provoca cambios estructurales en las hojas, tales como un descenso del peso específico foliar (BJORKMAN, 1981) que trae como consecuencia una mayor "finura" de la hoja y un aumento por tanto en la concentración de clorofila por peso seco (NUÑEZ, 1989).

Como señalan MOONEY & DUNN (1970), un alto peso específico foliar junto con una gruesa cutícula representan una estrategia adaptativa de las especies perennes para limitar las pérdidas de agua durante el periodo de sequía.

Este aumento de peso de las hojas se debe al incremento de los tejidos no activos fotosintéticamente, y se manifiesta en una disminución de la concentración de clorofila en las hojas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIANOUSOU, M. & MARGARIS, N.S. 1981.— Producers and the fire cycle in a phrygic ecosystem. In: *Components of productivity of mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects.* (N.S. MARGARIS & H.A. MOONEY, eds.): 181-190. Dr. W. Junk. The Hague.
- BJORKMAN, O. 1981.— Responses to different quantum flux densities. In: *Physiological plant ecology I. Responses to the physical environment.* (O.L. LANGE, P.S. NOBEL, C.B. OSMOND & H. ZIEGLER, eds.): 57-108. Springer-Verlag. New York.
- CATARINO, F.M., CORREIA, O.A., WEBB, E. & DAVID, M. 1981.— Morphological and physiological response of the mediterranean evergreen sclerophyll *Ceratonia siliqua* to different light intensities. In: *Components of productivity of mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects.* (N.S. MARGARIS & H.A. MOONEY, eds.): 5-17. Dr. W. Junk. The Hague.
- DI CASTRI, F. & MOONEY, H.A. (eds.) 1973.— *Mediterranean Type Ecosystems. Origin and Structure.* Springer-Verlag. New York. 405 pp.
- DI CASTRI, F., GOODALL, D.W. & SPECHT, R.L. (eds.) 1981.— *Mediterranean-Type Shrublands.* Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam 643 pp.

- DIÁZ BARRADAS, M.C. & GARCÍA NOVO, F. 1988.— Modificación y extinción de la luz a través de la copa en cuatro especies de matorral en el Parque Nacional de Doñana. *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología*, 4: 503-516.
- DUNN, E.L., SHROPSIRE, F.M., SONG, L.C. & MOONEY, H.A. 1976.— The water factor and convergent evolution in mediterranean-type vegetation. In: *Water and Plant Life* (O.L. LANGE, L. KAPPEN & D. SCHULZE, eds.): 492-505. Ecological Studies, 19. Springer-Verlag. Berlín.
- EHLERINGER, J. & MOONEY, H.A. 1983.— Productivity of Desert and Mediterranean-Climate Plants. In: *Encyclopedia of Plant Physiology 12D. Physiological Plant Ecology IV. Ecosystem Processes* (O.L. LANGE, C.B. OSMOND, P.S. NOBEL & H. ZIEGLER, eds.): 205-231. Springer-Verlag. New York.
- ELIAS, P. & MASAROVICOVA, E. 1985a.— Vertical Distribution of Leaf-Blade Chlorophylls in a Deciduous Hardwood Forest. *Photosynthetica*, 19(1): 43-48.
- ELIAS, P. & MASAROVICOVA, E. 1985b.— Chlorophyll Content in Leaves of Plants in an Oak-Hornbeam Forest 4. Amounts per Stand Area Unit. *Photosynthetica*, 19(1):49-55.
- ELIAS, P. & MASAROVICOVA, E. 1986.— Seasonal changes in leaf chlorophyll content of *Mercurialis perennis* growing in deciduous and coniferous forest. *Photosynthetica*, 20 (2): 181-186.
- ESCARRE, A., GRACIA, C., RODA, F., TERRADAS, J., 1984.— Ecología del bosque esclerófilo mediterráneo. *Investigación y Ciencia*, 95: 68-78.
- GARCÍA PLÉ, C. 1986.— *Ecología de las comunidades de matorral en la zona occidental de Mallorca: Estructura y relación con factores ambientales*. Tesis Doctoral. Universidad de las Islas Baleares. 784 pp. más apéndice.
- GARCÍA PLÉ, C., BOVER, A., FERRA, J.L., FERRIOL, A., MARTINEZ, C. & MOREY, M. 1991a.— Estructura vertical de algunas especies arbustivas de encinar en Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 87(1-4): 5-21.
- GARCÍA PLÉ, C., BOVER, A., FERRA, J.L., FERRIOL, A., MARTINEZ, C., & MOREY, M., 1991b.— Distribución vertical de pigmentos foliares en algunas especies arbustivas de encinar en Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 87(1-4): 23-34.
- GRACIA, C., 1983.— *La clorofila en los encinares de Montseny*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 234 pp.
- GRACIA, C., 1987.— Chlorophyll content and leaf energetics of plant communities in South Eastern Queensland (Australia) in relation to water availability. *Medecos*. Montpellier.
- GRACIA, C., ABRIL, M., SABATE, S., SALA, A., & SERRASOLSAS, I., 1984.— Relationships between r-K strategies and the vertical structure of species in a mediterranean shrub community near Barcelona (NE Spain). *Proceedings of the 4th International Conference on Mediterranean Ecosystems*. Perth, Australia. pp: 59-62.
- GRATANI, L., FIORENTINO, E., CAMIZ, S., & FIDA, C., 1987.— Relationships among Chlorophyll Contents and some Ecophysiological Parameters with Relation to their Distribution within the Beech Crown. *Photosynthetica*, 21(3): 333-340.
- GUIJARRO, J.A. 1986.— *Contribución a la bioclimatología de Baleares*. Tesis Doctoral. Universidad de las Islas Baleares. 282 pp. más anexos.
- HARLEY, P.C., TENHUNEN, J.D., BEYSCHLAG, W. & LANGE, O.L. 1987.— Seasonal changes in net photosynthesis rates and photosynthetic capacity in leaves of *Cistus salvifolius*, a European Mediterranean semi-deciduous shrub. *Oecologia*, 74:380-388.
- HARVEY, G.W. 1980.— Seasonal alteration of photosynthetic unit sizes in the herb layer components of the deciduous forests community. *Am. J. Bot.*, 67:293-299.

- KRUGER, F.J., MITCHELL, D.I. & JARVIS, J.U.M. (eds.) 1983.— *Mediterranean-Type Ecosystems. The Role of Nutrients*. Springer-Verlag. Berlin. 207 pp.
- KRUPA, J. 1984.— Anatomical structure of moss leaves and their photosynthetic activity. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 53(1): 43-52.
- KUMMEROW, J., MONTENEGRO G. & KRAUSE, D. 1981.— Biomass. Phenology and Growth. In: *Resource Use by Chaparral and Matorral* (P.C. MILLER, ed.): 69-96. Ecological Studies, 39. Springer-Verlag. New York.
- MARGALEF, R. 1974.— *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- MARGALEF, R. 1980.— *La Biosfera: entre la termodinámica y el juego*. Ed. Blume. Barcelona. 236 pp.
- MARGARIS, N.S. 1976.— Structure and dynamics in a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Journal of Biogeography*, 3: 249-259.
- MARGARIS, N.S. & MOONEY, H. A. (eds.) 1981.— *Components of productivity of mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects*. Dr. W. Junk. The Hague. 279 pp.
- MARTIN, J. 1984.— *Variaciones estacionales en el contenido de nutrientes y pigmentos en cuatro especies del espinar costero de Alicante*. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. 381 pp.
- MARTINEZ, M^a J., FERRANDIS, E., MARTIN, J. & ESCARRE, A., 1982.— Contenido de pigmentos y elementos minerales en *Withania frutescens* Pauquy, su relación con factores estacionales y de posición. *Mediterránea*, 6:15-37.
- MEISTER, H.P., CALDWELL, M.M., TENHUNEN, J.D. & LANGE, O.L. 1987.— Ecological implications of sun/shade leaf differentiation in sclerophyllous canopies: assessment by canopy modelling. In: *Plant response to stress* (J.D. TENHUNEN, F. CATARINO, O. LANGE & W. OECHEL, eds.): 401-411. Springer-Verlag. Berlín.
- MILLER, P.C. (ed.) 1981.— *Resource Use by Chaparral and Matorral*. Springer-Verlag. New York. 455 pp.
- MOONEY, H.A. (ed.) 1977.— *Convergent evolution in Chile and California, mediterranean climate ecosystems*. Dowden & Hutchinson & Ross. Pennsylvania. 224 pp.
- MOONEY, H.A. 1981.— Primary production in Mediterranean-climate regions. In: *Mediterranean-type Shrublands* (F. DI CASTRI, D.W. GOODALL & R.L. SPECHT, eds.): 249-255. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- MOONEY, H.A. & DUNN E.L. 1970.— Convergent evolution of mediterranean climate evergreen sclerophyll shrubs. *Evolution*, 24: 292-303.
- NILSEN, E.T., & BAO, Y. 1987.— The Influence of Leaf Age, Season and Microclimate on the Photosynthetic Apparatus of *Rhododendron maximun* l. Chlorophylls. *Photosynthetica*, 21(4): 535-542.
- NUÑEZ, E. 1989.— *Ecología del Jaral de Cistus ladanifer* L. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura. 482 pp.
- NUÑEZ, E. & ESCUDERO, J.C. 1988.— Índice de esclerofilia, area media foliar y contenido en clorofilas en hojas maduras de *Cistus ladanifer*. Variaciones estacionales. *Congreso mundial sobre el bosque y matorral mediterráneos*. Cáceres. Inédito.
- ODENING, W.R., STRAIN, B.R. & OECHEL, W.C. 1974.— The effect of decreasing water potential on net CO₂ exchange of intact desert shrubs. *Ecology*, 55:1086-1095.
- OECHEL, W.C., LAWRENCE, W., MUSTAFA, J. & MARTINEZ, J. 1981.— Energy and carbon acquisition. In: *Resource Use by Chaparral and Matorral. A Comparison of Vegetation Function in Two Mediterranean Type Ecosystems* (P.C. MILLER, ed.): 151-183. Springer-Verlag. New York.
- PIÑOL, J. 1985.— *La clorofil·la en un alzinar del Montseny: una visió dinàmica*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.

- SALA, A. 1986.- *Evolució de l'estructura vertical de la garriga després del foc: Index foliar i gradients morfològics*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona. 131 pp.
- SESTAK, Z. 1971.- Determination of chlorophyll a and b. In: *Plant photosynthetic production. Manual of methods*. (Z. SESTAK, J. CATSKY & P.G. JARVIS, eds.): 672-701. Dr. W. Junk Publ. The Hague.
- TENHUNEN, J.D., CATARINO, F., LANGE, O. & OECHEL, W. (eds.) 1987.- *Plant response to stress*. Springer-Verlag. Berlin. 668 pp.
- TIESZEN, L.L. & JOHNSON, P.L. 1968.- Pigment structure of some arctic tundra communities. *Ecology*, 49(2): 370-373.
- TRABAUD, L. & METHY, M. 1988.- Modifications dans le système photosynthétique de repousses apparaissant après feu de deux espèces ligneuses dominantes des garrigues méditerranéennes. *Acta Oecologica. Oecol. Plant* 9(3): 229-243.
- TUBA, Z. 1977.- Examination of the vertical pigment structure in an oak forest, (*Quercetum petraea-cerris*). *Acta Bot. Hung.*, 23(3-4): 413-426.
- VERNON, L.P. 1960.- Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts. *Analytical chemistry*. 32(9): 1144-1150.
- VILLAR, R. & MERINO, J. 1987.- Relación nitrógeno/clorofila en las hojas de matorral y brezal del Parque Nacional de Doñana. *Actas VIII Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Universidad de Navarra. pp: 413-418.
- ZIEGLER, R. & EGGLE, K. 1965.- Zur quantitativen analyse der chloroplastenpigmente, I. Kritische überprüfung der spektralphotometrischen chlorophyll-bestimmung. *Beitr. Biol. Pflanzen*, 41: 11-37.

HOME, COTXE I ETOLOGIA

R. V. RIAL, M. MORENO, M. C. NICOLAU & J. A. LOPEZ-GARCIA¹

PARAULES CLAU: Ètologia, Comportament humà, Estímul clau, Automòbil.

KEYWORDS: Ethology, Human behaviour, sign stimuli, Automobile

RESUM. Aquest treball és una reflexió del comportament de l'home entorn de l'automòbil. Es fa referència, en primer lloc, a la manca de fatiga malgrat l'enorme exercici mecànic que suposa el moviment de l'automòbil. També és assenyalada la presència de nombrosos elements que constitueixen poderosos estímuls desencadenants d'agressió i que perturben l'ordre social. El conjunt queda desequilibrat per la manca de senyals de submissió. Així, tot el conjunt de l'automòbil desencadena unes respostes que poden ésser explicades des del punt de vista de l'Ètologia.

SUMMARY. MEN, CARS AND ETHOLOGY. The aim of this paper is to make a reflection on the man behavior around cars. It begins with a reference to the lack of fatigue in spite of the enormous amount of power put in action when a car is moving. There is also a reference to the vast number of aggressive stimulus bound to the actual structure of cars, together with the social rank perturbations introduced by driver's behavior. The whole design is unbalanced due to the lack of submissive signals producing a constellation of behavioral problems which can be accurately described under the light of the Ethology.

INTRODUCCIÓ

L'etologia és una ciència jove. Fa molt poc més de cent anys de l'aparició de "L'origen de les espècies", l'obra cabdal de Darwin, i encara és viva la polèmica entorn de l'evolució, malgrat la seva acceptació com un fet incontrovertible. Una altra obra del mateix Darwin, "L'expressió de les emocions a

¹ Departament de Biologia Fonamental i Ciències de la Salut. Universitat de les Illes Balears. 07071 Ciutat de Mallorca.

l'home i els animals", escrita a l'any 1872 i menys coneguda, és un dels fonaments de l'estudi del comportament de l'home i dels animals des d'un punt de vista comparatiu i evolutiu. Aquest punt de vista sembla particularment difícil d'acceptar: la idea que els animals i els homes tinguin punts en comú en el seu comportament, molt sovint desperta reaccions indignades.

Però aquest és precisament el punt de vista de l'etologia, que es defineix com la ciència que estudia el comportament de l'home i dels animals. Aquesta ciència deu el més important del seu contingut als treballs de K. Lorenz, N. Tinbergen y K. von Fisch, guardonats amb el Premi Nòbel de 1973. Aquest premi va suposar el reconèixer que l'estudi del comportament dels animals ens pot donar la clau per a la comprensió del comportament de l'home.

Amb tot això, està començant a arrelar en la mentalitat de l'home del carrer la idea que l'etologia és important no tan sols per a l'estudi del comportament dels animals sinò que, a més a més, els seus mètodes y alguns resultats, aquests molt prudentment, poden ésser traslladats al comportament de l'home.

Però encara manca afegir-hi que el mateix home està canviant el seu propi entorn i no tan sols en els termes ecològics més directes, també està introduint en el seu entorn senyals i objectes que modifiquen el seu propi comportament: fins fa uns pocs decennis, la major part dels estímuls que determinaven el seu comportament provenia d'altres homes, o altres éssers vius que pot dir-se eren productes d'una naturalesa no pertorbada. Ara, en canvi, una proporció importantíssima dels senyals que cada minut de la nostra existència arriben als nostres sentits, i dirigeixen el nostre comportament, són senyals artificials, introduïts pel mateix home en el seu ambient quotidià.

Però l'afirmació que aquests senyals siguin artificials no vol dir que el seu significat sempre sigui arbitrari i només sotmès a unes regles i a un codi adoptat per conveniència i que fàcilment podrien haver-se adoptat regles i significats diferents.

Un exemple pot il·luminar aquesta distinció: en els nostres semàfors, la llum vermella vol dir atur i la verda avant. Ens poden demanar: aquest codi és més "natural" que l'oposat? La resposta pot ésser especulativa, però ens sentim inclinats a pensar que sí, perquè associam el color vermell amb la sang i el foc, objectes que tenen un contingut emocional molt fort; per contra, el verd és associat amb la pau i la tranquil·litat del camp i del bosc.

Aquest exemple pot servir per adonar-nos que sota els senyals més trivials no hi ha, només, un codi arbitrari; al contrari, poden haver-hi profundes

raons que dirigeixen els significats de cada senyal que ens arriba als sentits, i que l'artificialitat no és contradictòria amb una certa "naturalitat" en els significats.

Al mateix temps, l'exemple anterior ens ha permès introduir el tema d'aquest treball: el comportament de l'home entorn de l'automòbil. Hom pot demanar-se la raó de presentar en una revista d'Història Natural un treball entorn a un objecte tan "antinatural" com és l'automòbil. Però creiem que és clar que en el moment actual el creixement del parc automobilístic suposa una important modificació del medi natural i que, per tant, unes consideracions sobre aquest tema poden ésser interessants per a tots els naturalistes.

LA FATIGA

No hi ha cap dubte que quan un home s'introdueix dins d'una mena d'armadura metàl·lica autotransportada, es fa palès un important canvi en el seu comportament: dins l'automòbil són freqüents els comportaments que, fora d'ell serien vergonyosos. En aquestes línies es tractarà de convèncer el lector que l'etologia ens pot ajudar a comprendre molts d'aquests comportaments.

Per començar aquestes reflexions, s'ha triat no un senyal dels que envolten el món de l'automòbil, sinò, al contrari, una manca de senyal: el nostre cotxe no ens permet sentir la fatiga i aquesta és un poderós senyal que normalment acompanya tota mena d'esforços físics.

En aquest aspecte, l'automòbil es pot considerar un amplificador de les forces musculars de l'home: per una part, no hi ha dubte que la nostra espècie no està gaire ben dotada per a la carrera; hi ha moltes espècies d'animals que l'avantatgen sense cap dificultat: el guepard, (*Acynonyx jubatus*), per exemple, pot arribar als 120 Km/h corrent camp a través (HOWELL, 1944). Per aconseguir velocitats semblants, l'home d'ençà Henry Ford no ha de fer cap esforç. Per contra, el guepard ha hagut de menester milions d'anys d'evolució. L'home, en molt poc temps ha hagut de preparar-se per a la velocitat i aquesta és justament una de les causes de les seves dificultats al volant. De fet, els animals capaços d'altres velocitats fan un ús molt parsimoniós de les seves capacitats; la major part de la seva vida la passen dormint o menjant herba, i només durant uns pocs minuts, i no tots els dies, fan una correguda important. Això és així perquè el cost de la carrera és molt gros (HAINSWORTH 1981) i

l'animal ha evolucionat de tal manera que procura estalviar al màxim els seus esforços. La fatiga i la peresa són mecanismes molt savis de precaució de la natura.

Però, l'automòbil ha estat dissenyat justament per evitar totalment la fatiga: si després de recórrer quinze quilòmetres, l'automòbil ens deixàs amb la llengua fora, ningú no compraria un automòbil.

Hom pot dir que no és ver que l'automòbil ens estalvia la fatiga per complet. Per exemple, l'automobilista ha de pagar un important cost per cada quilòmetre que fa el seu cotxe, en combustibles, desgats, avaries, impostos, depreciacions, etc. Però encara que tot això pot esser semblant a una certa casta de fatiga, hi ha un important retard entre el gaudir de la velocitat i l'aparició d'aquesta "fatiga"; aquest retard la fa molt poc operant com a mecanisme regulador de l'ús del vehicle: els càstigs retardats són molt poc eficaços per a controlar el comportament (RACHLIN, 1976). El saber popular, com quan el "Tenorio" diu allò del "Muy largo me lo fiais", expressa molt bé aquesta idea, i d'aquesta manera un conductor és una mena de poderosíssima bèstia gairebé incapaç de sentir fatiga. Això ens pot ajudar a comprendre el fet que cada dia hi hagi més automòbils omplint els carrers i que d'any en any el nombre de quilòmetres recorreguts per cada automòbil sigui més gran, produint aglomeracions que determinen greus problemes ambientals. La manca de fatiga fa del conductor un fenomen únic a la natura i, per tot això, absolutament terrible.

ELS ESTÍMULS

Referint-nos més específicament als estímuls que introdueix l'automòbil en el nostre entorn, recordarem primer que els senyals produïts en el medi ambient, o per altres individus, sí tenen la capacitat de determinar o de modificar el comportament. En etologia es diuen "estímuls signe" (TINBERGEN, 1969) i solen esser formats per combinacions molt simples i molt improbables de colors, de sons o de qualsevol altre tipus d'estímul sensitiu. Un altre nom que també s'usa molt és el d'estímul clau. Doncs bé, ells són els que determinen l'aparició o no d'un tipus de comportament o d'un altre, depenent també de l'estat intern de l'animal o de l'home. La importància dels estímuls clau en l'home ha estat molt discutida degut al pes de l'aprenentatge en els primates;

la deformació antropocèntrica ha intentat reduir el paper de l'instint enfront del comportament reflexiu. Però cada dia s'alcen més veus reclamant la importància dels factors innats a l'home (EIBL EIBESFELDT, 1989) i en tot cas es fa necessari conèixer bé tots els possibles estímuls claus de l'home per tal de poder valorar la seva importància en la determinació del seu comportament.

En aquest respecte, l'automòbil reuneix en el seu disseny un nombre d'elements que, per poc que es pensi, es veu que són estímuls clau d'un significat molt clar. En primer lloc, l'automòbil "rugeix". El renou del motor és, evidentment, molt semblant al que fan els més perillosos depredadors, i també és evident que els renous d'aquesta casta són senyals molt clars per a l'home i molts d'animals. El calfred que sentim quan escoltam d'aprop el grunir d'un ca poc amistós és una experiència que tothom coneix.

En segon lloc, totes les coses que es mouen molt ràpidament i, a més a més, tenen colors forts i brillants, són potencialment perilloses. A la natura, els animals empen dos tipus d'estratègia: uns tenen colors apagats i intenten ésser poc visibles. Aquests animals solen ésser menjars apetitosos, o també depredadors perillosos que cerquen caçar el seu menjar per sorpresa. La segona estratègia és la de presentar colors brillants, que es vegin de molt enfora (BURTT, 1974). Ho fan així aquells animals que són perillosos, com les serps, les vespes i també les papallones, que, o bé avisen del seu perill, o que tenen qualche verí, o simplement tenen molt mal gust. Es com si anassin avisant: ¡som perillós, deixau-me pas...! D'aquesta manera, tots els animals, (i l'home també) reaccionen tractant d'evitar aquelles coses que tenen colors brillants o que es mouen molt aviat. Així queda clar que la reacció de qualsevol en sentir un automòbil, amb brillants colors i movent-se a tota velocitat, serà una reacció d'aversiò, negativa per complet. Naturalment, aquesta casta de reacció es molt adequada per a evitar col·lisions i tota mena d'accidents, de la mateixa manera que ho és evitar trepitjar una serp verinosa en veure els seus colors; però el viure escapant continuament de milers i milers de serps és una cosa que els nostres nervis trobarien molt dur.

A més de tot l'esmentat, en el disseny d'un automòbil hi ha uns elements que mai no falten i que de bell nou són uns poderosos estímuls: ens referim al conjunt dels dos fars i la "parrilla" de davant (figura 1). Tot això forma una imatge molt clara d'una cara amenaçadora, i això es així perque una mirada directa com la que semblen els dos fars és sempre provocadora (WICKLER, 1968); l'home i la major part dels animals mai no miren directament als ulls d'un congènere, si s'exceptuen les mirades dels enamorats, a les que l'ele-

ment provocador és clarament absent (MORRIS, 1969). Respecte a la “parrilla”, moltes de vegades fa l'efecte d'una dentadura, si pot, més amenaçadora que els dos ulls: mostrar les dents és un senyal universal d'amenaça (LORENZ, 1966).

Explicant d'aquesta manera, l'automòbil presenta un gran conjunt d'estímul i de senyals que tenen un sentit molt clar per al que tingui un coneixement mínim de l'etologia; fins i tot és difícil al profà no interpretar-ho de la mateixa manera que l'estudiós. No més basta passar llista als noms de tants models que són al·lusions molt clares: “Tiburón”, “Pantera”, “Fuego”, “Thunderbird” (aucell del tro), “Jaguar”, etc.

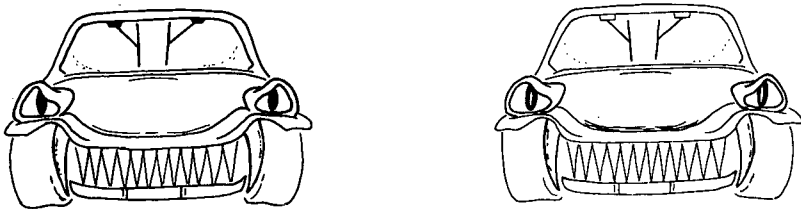


Fig. 1.- En el disseny d'un automòbil hi ha uns elements que són uns poderosos estímuls: els dos fars i la “parrilla” semblen una mirada amenaçadora.

There are some elements in the car's design which are powerful stimuli: the two headlights and the front grid clearly seem to be a menacing face.

INTERACCIONS SOCIALS

L'automòbil no sols perturba el nostre medi emetent senyals amb significat molt clar; a més a més també s'introdueix dins el nostre entramat social i el modifica, no poc, afegint-hi confusió. L'etologia també estudia les interaccions socials i en aquest camp també ens pot ajudar a interpretar el comportament de l'home entorn de l'automòbil.

Un dels fenòmens més coneguts en aquesta parcel·la de l'etologia és l'anomenat “ordre de picoteig” que va esser descobert per l'etòleg norueg Selde-rup-Ebbe en 1922 (figura 2). Consisteix en un ordre social molt estricte que regula un gran nombre d'activitats. Un ordre jeràrquic d'aquesta mena s'ha trobat en tots els grups estables d'animals, entre ells a la societat humana. A l'home, el nivell jeràrquic es fa saber a tothom mitjançant les diferències més

o menys subtils de la roba, del llenguatge, o del lloc ocupat en el treball (MORRIS, 1980). L'automòbil és un més dels elements que assenyalen l'ordre jeràrquic. Els fabricants coneixen prou bé que cada model té un mercat determinat –i aquí mercat vol dir classe social–, encara que això no impedeix que persones socialment baixes comprin models d'elevat “standing” i al contrari. I una vegada que el conductor comença a manar el seu cotxe, les jerarquies comencen a produir problemes. Es pot especular que fàcilment, un pobre home, dominat per totes bandes, al treball i a ca seva, cerca de fer pujar el seu nivell jeràrquic amb un automòbil ostentós, o, cosa pitjor, amb un comportament ostentós disn d'un automòbil mediocre: intenta ascendir a la carretera el que no pot ascendir en el seu grup social (figura 3).

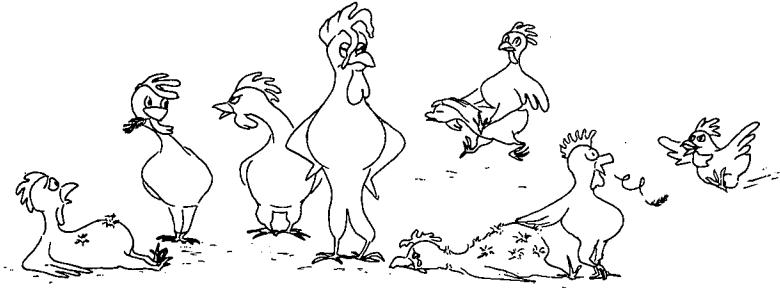


Fig. 2.- “L'ordre del picoteig” consisteix en un ordre social molt estricte que regula un gran nombre de activitats socials en els animals i l'home.

The peck order consists in a social hierarchic order regulating most of the social activities in both animals and men.

Generalment, l'ordre social en un grup d'animals és beneficiós perquè ajuda a evitar conflictes; l'ordre és conegut de tots els individus, i així són rares les bregues per trobar el lloc de cadascun. A més a més, els individus de més jerarquia es converteixen en àrbitres, protegint els individus dels nivells baixos enfront del despotisme dels nivells intermedis. És molt comú que un individu faci sofrir fortes humiliacions al seu immediat successor, i per contra suporti magnànimament les sortides de to dels més baixos de l'escala: aquestes sortides de to no suposen cap perill dins l'ordre establert (LORENZ, 1966).

I tot això també es pot veure a la carretera: és fàcil veure cotxes molt cars (de jerarquia molt elevada) menats plàcidament, mentre que cotxets petits, i amb molts d'anys damunt d'ells, són menats al màxim de les possibilitats de

la seva mecànica. Tots aquests comportaments no fan més que mostrar la seguretat de l'ordre clarament establert, o per contra, la intenció de modificar aquest ordre.

Però hi ha una important diferència entre les relacions socials en l'automòbil i en els grups animals, i és que en aquests darrers, a més dels senyals que de tant en tant perturben l'ordre social, també n'hi ha uns altres que serveixen per indicar submissió (EIBL-EIBESFELDT, 1975). En canvi, a l'automòbil el conductor està totalment desprovist de cap mena de mecanisme per indicar la submissió i evitar el conflicte. Molt al contrari, hem vist que els senyals agressius dominen tot el disseny. I és d'aquesta manera que tota transgressió de les normes produeix reaccions desmesurades; des de l'interior de l'automòbil és quasi bé impossible fer-se perdonar; i tot seguit, la reacció desmesurada provoca una nova reacció en el primer causant... el conjunt pot transformar-se en una espiral de violència, que pot tenir greus conseqüències.

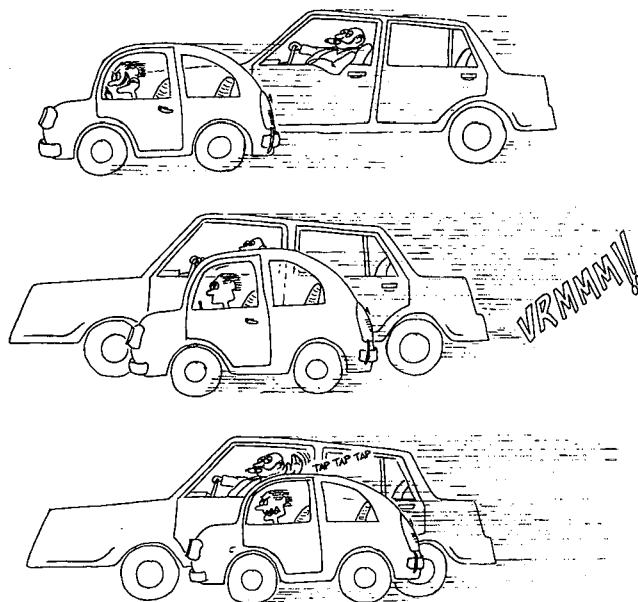


Fig. 3.- Dins de l'automòbil es troben, molt sovint, comportaments que intenten modificar l'ordre jeràrquic cercant d'ascendir a la carretera el que no es pot ascendir en el grup social.

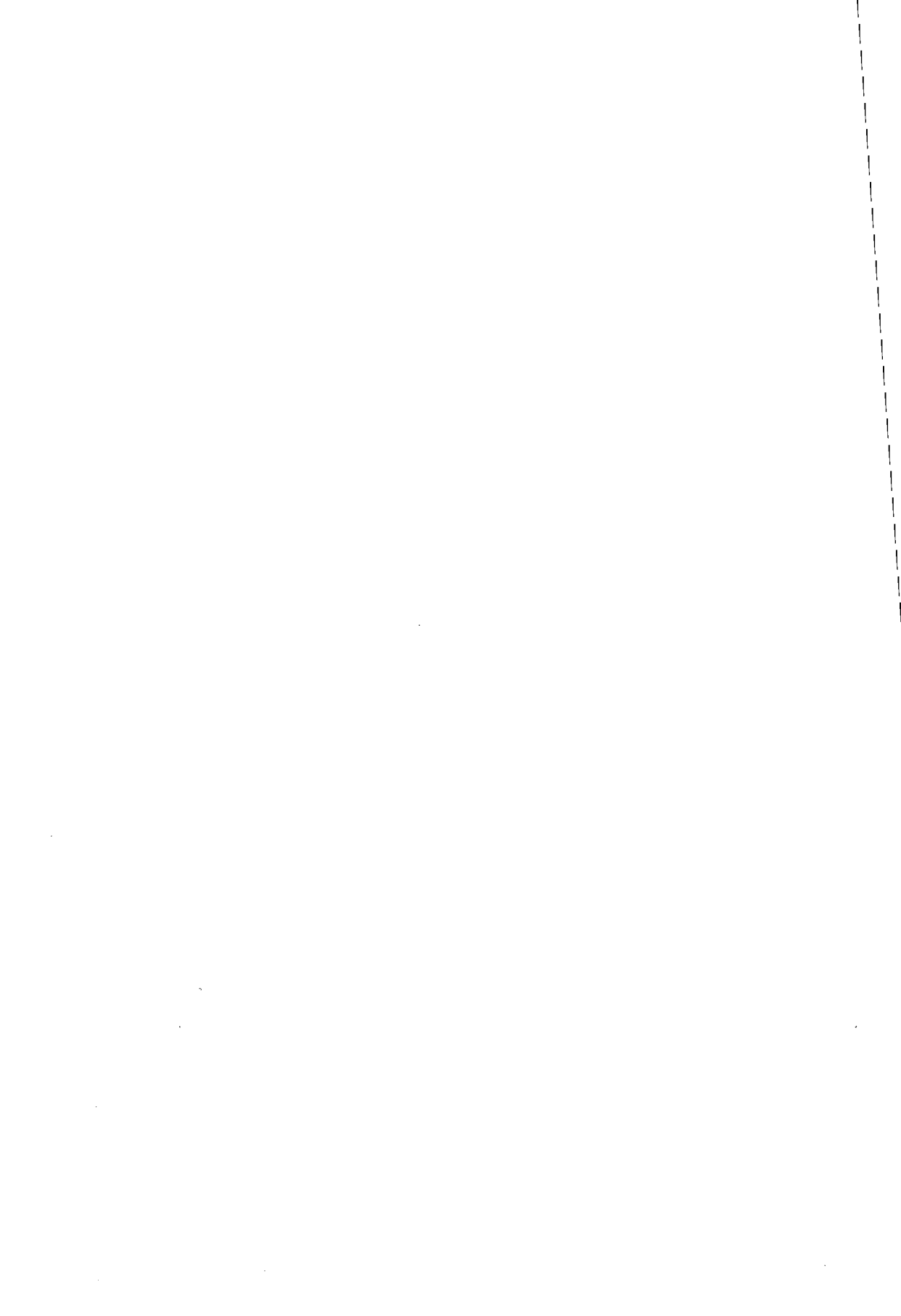
Often, some behaviors inside cars are attempts to change the social order, trying to escalate in the road for compensation of a low social rank.

CONCLUSIÓ

Podem concloure que, en conjunt, el comportament de l'home entorn de l'automòbil sembla ser el d'una mena de depredador superpoderós, envoltat d'estímuls agressius i amb permanents conflictes de jerarquia; tot això, amb poques possibilitats de solució; l'automobilista, mentre condueix, es troba sotmés a tensions molt greus. ¿Hi ha qualche remei? Qualsevol que fos, probablement implicaria canvis massa grans en el disseny de l'automòbil, canvis que molt difícilment serien acceptats pel mercat, que de manera molt clara cerca vehicles agressius, esglaiadors, cada vegada mes ràpids i poderosos. Únicament la comprensió i la reflexió que s'aconsegueixen amb el coneixement que ens pot donar l'etologia, entre d'altres ciències, poden fer que el seny faci mes humà i menys animallesc el comportament de l'home dins l'automòbil. Aquestes línies han exposat algunes idees, potser especulatives, pero que intenten assenyalar la necessitat de dur a terme estudis etològics de l'home en relació a aquest tema.

BIBLIOGRAFIA

- BURTT, E.T. 1974.- *The sense of animals*. Whykeham Publ. Co. London, 157 pp.
- FIBL-EIBESFELDT, I. 1975.- *Ethology: The biology of Behavior. Cap. 18: The ethology of man*. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York. pp: 442-534.
- FIBL-EIBESFELDT, I. 1989.- *Amor y Odio*. Biblioteca científica Salvat. Barcelona.
- HAINSWORTH, F.R. 1981.- *Animal Physiology, Cap. 9: Locomotion*. Addison Wesley. pp: 259-292.
- HOWELL, A.B. 1944.- *Speed in animals*. University of Chicago Press.
- LORENZ, K. 1966.- *On aggression*. Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- MORRIS, D. 1969.- *El mono desnudo*. Ed. Plaza y Janés, Barcelona.
- MORRIS, D. 1980.- *Manwatching*. Triad Panther Books, St. Albans, 320 pp.
- RACHLIN, H. 1976.- *Behavoir and Learning. Cap. 5: Instrumental conditioning: basic principles. Parameters of reward and punishment*. W.H. Freeman and Co., San Francisco. pp: 258-266.
- TINBERGEN, N 1969.- *El estudio del instinto*. Siglo Veintiuno Editores, Méjico. pp: 21-66.
- WICKLER, W. 1968.- *Mimikry-Signalfäschung in der Natur*. Kindler, Munich.



EL GÉNERO *ROMULEA* MARATTI (IRIDÁCEAS) EN LAS ISLAS BALEARES

J. RITA¹

PALABRAS CLAVE: *Romulea*, *Iridaceae*, Islas Baleares.

KEYWORDS: *Romulea*, *Iridaceae*, Balearic Islands.

RESUMEN. Se ha revisado el género *Romulea* Maratti en Baleares concluyéndose que únicamente existen con seguridad tres táxones distintos: *Romulea columnae* Seb. & Mauri var. *columnae*, *R. columnae* Seb. & Mauri var. *immaculata* Maire, *R. assumptionis* Font-Quer & Garcías. Se considera que *R. rollii* Parl. var. *lutea* Palau F. es en realidad *R. columnae* var. *immaculata* y se cuestiona la presencia en Baleares de *R. ramiflora* Ten.

RESUM. EL GÈNERE *ROMULEA* (*IRIDACEAE*) A LES ILLES BALEARS. S'ha revisat el gènere *Romulea* Maratti a les Balears i hem arribat a la conclusió de què a l'arxipèlag existeixen amb seguretat tres tàxons diferents: *Romulea columnae* Seb. & Mauri var. *columnae*, *Romulea columnae* Seb. & Mauri var. *immaculata* Maire, i *R. assumptionis* Font-Quer & Garcías. Es rebutja l'existència de *R. rollii* Parl. var. *lutea* Palau F. i es qüestiona la presència a Balears de *R. ramiflora* Ten.

SUMMARY. THE GENUS *ROMULEA* MARATTI (*IRIDACEAE*) IN THE BALEARIC ISLANDS. The genus *Romulea* Maratti has been studied for the Balearic Islands. There are only three taxa: *Romulea columnae* Seb. & Mauri var. *columnae*, *R. columnae* Seb. & Mauri var. *immaculata* Maire, and *R. assumptionis* Font-Quer & Garcías. *R. rollii* Parl. var. *lutea* Palau F. is not accepted like a good taxon. The occurrence of *R. ramiflora* Ten. on these islands is discussed.

INTRODUCCIÓN

Las especies del género *Romulea* Maratti de Baleares han sido poco estudiadas hasta este momento, pese a que hay dos táxones endémicos descritos.

¹ Lab. de Botànica. Dep de Biologia Ambiental. Universidad de les Illes Balears. 07071 Palma de Mallorca.

Esta poca atención ha conducido a una falta de uniformidad en el tratamiento del género por los diferentes botánicos que han trabajado en Baleares.

Durante un estudio sobre las comunidades vegetales pratenses de Baleares (RITA, 1988), tuvimos oportunidad de revisar algunos de estos táxones y, aunque el problema no pudo resolverse completamente, se han elaborado unos criterios que clarifican el tratamiento del género en estas islas.

En Baleares se citan habitualmente cinco táxones del género *Romulea* (BONAFÉ, 1977):

Romulea columnae Seb. & Mauri

Romulea columnae Seb. & Mauri var. *immaculata* Maire

Romulea ramiflora Ten.

Romulea rollii Parl. var. *lutea* Palau F.

Romulea assumptionis Font-Quer & Garcías

Hemos estudiado material de este género herborizado por nosotros en todas las Baleares, incluida la localidad clásica de *Romulea rollii* var. *lutea* y hemos revisado especímenes recogidos por Palau Ferrer, Garcías y Font Quer, depositados en el Institut Botànic de Barcelona.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

***Romulea rollii* var. *lutea* versus *R. columnae* var. *immaculata*.**

La población clásica (Bellver, entrada principal) de la presunta *R. rollii* var. *lutea*, presenta unos caracteres coincidentes con *R. columnae* var. *immaculata* (MAIRE, 1959). Se diferencia bien de la variedad típica de *R. columnae* por la corola blanca (aunque hay ejemplares con tonos azulados), hojas junciformes, espata superior escariosa en su mayor parte, con máculas traslúcidas (a simple vista parece que no las presenta) y floración muy temprana (Enero-Febrero). En absoluto puede ser adscrita a *R. rollii*, ya que no presenta los caracteres propios de esta especie, entre ellos: las hojas siempre superan 1 mm de ancho y no se encuentran tendidas en el suelo.

No hemos visto ningún ejemplar de Bellver, ni de otro lugar de las Baleares, que se aproxime a las descripciones de *R. rollii*. Consideramos, pues, que hasta el momento no hay ninguna evidencia de que esta especie se encuentre en estas islas y que *R. rollii* var. *lutea* es en realidad *R. columnae* var. *immaculata*.

***Romulea ramiflora* Parl.**

Romulea ramiflora ha sido repetidamente citada por los diferentes autores. Hemos revisado material recogido y determinado por Font Quer y Palau Ferrer, y hemos comprobado que corresponden a Romuleas de gran tamaño, con un escapo largo y enrollado en espiral en los ejemplares mayores, y con la espata superior herbácea salvo en los márgenes. Estos caracteres son los utilizados en las claves de determinación para diferenciar a *R. ramiflora* de *R. columnae*. Por nuestra parte hemos comprobado que estas Romuleas son relativamente frecuentes, sobre todo en zonas algo húmedas.

Sin embargo, un estudio más detenido nos ha planteado serias dudas sobre la validez de la adscripción de estos especímenes a *R. ramiflora*. Las descripciones que hemos consultado (MAIRE, 1959; MARAIS, 1978; PIGNATTI, 1982) señalan que esta especie tiene el tubo de la corola muy corto (*brevísimo*, según PIGNATTI, 1982), que las anteras alcanzan los 2/3 del perigonio, que el estilo alcanza 1/2-3/4 de los estambres, y que la garganta presenta un anillo de pelos. En nuestros ejemplares, incluidos los de mayor tamaño y de espata superior totalmente herbácea, el tubo de la flor alcanza de 1/3 a 1/2 del perigonio (tubo de 4 a 9 mm, y perigonio de 12 a 22 mm), las anteras raramente sobrepasan 1/2 de la corola, el estilo casi alcanza el ápice de las anteras y nunca se han observado pelos en la garganta (caracteres que son propios de *R. columnae*).

Por otra parte, el grado de escariosidad de la espata superior es un carácter muy variable en una misma población y parece estar en función del grado de xericidad del sustrato: los individuos que se encuentran sobre suelos más húmedos son de mayor tamaño y presentan una espata herbácea, los que se encuentran en lugares más secos la presentan casi totalmente escariosa, y también se dan todas las formas intermedias entre estos dos extremos.

Por lo tanto, estos caracteres, que hasta ahora se han utilizado para la diagnosis de estas especies, de hecho no son útiles ya que varían en función de las condiciones ambientales. Dado que no hemos observado ejemplares que presenten el resto de caracteres propios (según la literatura) de *R. ramiflora*, es más verosímil que todas las Romuleas de flores azules que hemos estudiado pertenezcan a un mismo taxon muy polimorfo, que posiblemente se trate de *R. columnae*.

Sin embargo, las descripciones que se han publicado de *Romulea columnae* citan unos intervalos de tamaños (tanto para las plantas enteras, como

para las hojas y flores) inferiores a los que presentan los ejemplares que en nuestro entorno tradicionalmente hemos llamado *R. ramiflora* (por ejemplo, perigonios de hasta 22 mm, cuando todas las descripciones coinciden en que en *R. columnae* la corola no sobrepasa los 12 mm).

Con los datos de que disponemos podemos plantearnos que: O bien todas las *Romuleas* de flores azules deben ser adscritas a *R. columnae* cuyo polimorfismo es superior al descrito en la literatura. O bien, *R. columnae* en Baleares presenta un polimorfismo muy superior a las poblaciones de otros territorios, y cabría la posibilidad de que, después de un estudio más detenido, se la pudiera considerar como un taxon distinto subordinado a *R. columnae*. Tampoco conviene descartar la presencia real de *R. ramiflora* pero su presencia en Baleares deberá ser confirmada.

Romulea assumptionis

Romulea assumptionis Font-Quer & Garcías representa el problema contrario de *R. ramiflora*. A partir de la descripción original ha habido una tendencia a subordinar o incluso a considerar a este taxon como sinónimo de *R. columnae* (BONAFÉ, 1977; DUVIGNEAUD, 1974), pese a que no se ha llevado a cabo un estudio serio del mismo.

No se puede aceptar que *R. assumptionis* sea un sinónimo de *R. columnae* var. *immaculata*, tal como propone BONAFÉ (1977), si nos atenemos a los caracteres propuestos por MAIRE (1959) para este taxon; ya que el perigonio es menor de 12 mm, las hojas no son tan largas ni suelen ser erectas y la espata superior presenta numerosas máculas marrón-rojizas.

Hemos herborizado esta especie en condiciones ambientales muy diferentes: desde una zona litoral seca de la Marina de Lluçmajor, a poblaciones sobre sustratos arenosos en la Península de Artá, e incluso sobre sustratos encharcados en las proximidades de Lluç. Bajo todas estas condiciones se mantienen los caracteres típicos de *R. assumptionis*: pequeñas dimensiones, flores blancas, hojas filiformes de color verde-rojizo, más oscuras que en *R. columnae*, floración tardía (Marzo-Mayo). No hemos encontrado poblaciones con características intermedias con *R. columnae* típica, ni hay problemas para discriminar a ambos táxones cuando se encuentran juntos, incluso en fase vegetativa.

Sin embargo, las proporciones de las piezas florales (longitud del tubo y de los estambres, en relación con el tamaño de la flor) son muy similares a los de *R. columnae*, por lo que ambos táxones están estrechamente relacionados.

Por lo tanto, la consistencia de *R. assumptionis* como un taxon bien diferenciado y, con los conocimientos actuales, endémico de Baleares, no presenta ninguna duda, aunque es discutible su categoría taxonómica.

CONCLUSIONES

En Baleares hay, al menos, tres táxones pertenecientes al género *Romulea*:

– Unas poblaciones extendidas por el Sur de Mallorca y por Ibiza de floración muy temprana (Enero-Febrero), de flor blanca, espata superior totalmente membranosa y hojas junciformes, que pueden adscribirse a *R. columnae* var. *immaculata*.

– Unas poblaciones de floración intermedia (Marzo-Abril), de flor azul y garganta amarilla, con espata superior de membranosa a herbácea, y de tamaño muy variable en función de las condiciones ambientales, que pueden adscribirse a *R. columnae* var. *columnae*.

– Unas poblaciones de floración tardía (Marzo-Mayo) de flor blanca, espata superior membranosa, hojas filiformes verde-rojizas y de pequeño tamaño, que podría considerarse como una especie independiente (*R. assumptionis*) o bien subordinarse a *R. columnae*.¹

AGRADECIMIENTOS

Estamos muy agradecidos a los Srs. Néstor Torres, Leonard Llorens y Antoni Martínez Taberner por sus sugerencias y ayuda prestada en la elaboración de este trabajo.

Este trabajo ha contado con la ayuda de la DGICYT PB 88-0041.

BIBLIOGRAFÍA

BONAFÉ, F. 1977-1980.– *Flora de Mallorca*. Ed. Moll. Palma de Mallorca.

DUVIGNEAUD, J. 1974.– Catalogue provisoire de la flore des Baléares (2ª ed.). *Soc. Ech. Plan. Vasc.*, fasc. 17 (suppl.): 1-43. Liege.

¹ Una vez finalizado este trabajo, se ha publicado la combinación *R. columnae* subsp. *assumptionis* (Font-Quer & Garcias) O. Bolòs, J. Vigo, R.M. Masalles & J.M. Ninot (1990), *Flora Manual dels Països Catalans*, Ed. Pòrtic. Barcelona.

- MARAIS, W. 1978.- Gen. *Romulea* Maratti. In: *Flora Europaea*, vol. V. Cambridge University Press. Cambridge.
- MAIRE, R. 1959.- *Flore de l'Afrique du Nord*. Vol. VI. Ed. P. Lechevalier. París.
- PIGNATTI, S. 1982.- *Flora d'Italia*. Ed. Edagricole. Bologna.
- RITA, J. 1988.- *Estructura y ecología de los pastizales terofíticos de Baleares, el medio y la vegetación de la Marina de Llucmajor*. Tesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears.

APORTACIÓ A LA FLORA ORQUIDIÒFILA DE LES ILLES BALEARS

G. ALOMAR¹

PARAULES CLAU: Orquídies, corologia, illes Balears.
KEYWORDS: Orchids, chorology, Balearic Islands.

RESUM. Se citen sis nous tàxons per a la flora orquidiòfila de les illes Balears i es donen una sèrie de noves localitats dels tàxons més rars a l'arxipèlag.

SUMMARY. NEW ORCHID RECORDS FOR THE BALEARIC ISLANDS (W. MEDITERRANEAN). Six orchid taxa are newly recorded for the Balearic Islands and several new localities are added for some rare orchids.

INTRODUCCIÓ

Aportam noves dades al coneixementa de les orquídies de les illes Balears.

Per a cada localitat s'especificuen les coordenades UTM (10 Km²). L'autor conserva material fotogràfic de la majoria de les cites dels diferents tàxons i puntualment plecs d'herbari.

La nomenclatura adoptada és la proposada per BAUMANN & KÜNKELE (1988).

OBSERVACIONS

Orchis mascula L. subsp. ichnusae Corrias.

Endemisme de l'illa de Sardenya (CORRIAS, 1982) trobat als cims més alts

¹ Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa. Carrer de Can Veri, 1-3r. 07001. Ciutat de Mallorca.

de la Serra de Tramuntana, al Puig Major (31SDE8000) i al Massanella (31SDE8000), entre els 1200 i els 1450 metres. Floreix de mitjan abril a mitjan juny. La major part del exemplars estan empenyalats, segurament per la forta pressió dels herbívors. Se'n conserva plec d'herbari i fotografies. Primera cita per a la flora balear i ibèrica.

Serapias nurrica Corrias.

Endemisme de l'illa de Sardenya trobat a la costa nord-occidental de Menorca (31SEE8030). Viu sobre sòl silici a la garriga de bruc femella (*Ampelodesmo-Ericetum scopariae* (O. De Bolòs et Mol.) O. de Bolòs, R. Mol. et P. Monts., 1970). Floreix d'abril fins a principis de juny, de del nivell de la mar fins als 200 metres. Resta per confirmar si les antigues cites de RODRIGUEZ (1904) de *S. vomeracea* (Burn.) Briq. corresponen o no a aquest endemisme tirrènic, recentment descrit a l'illa de Sardenya (CORRIAS, 1982). Primera cita per a la flora balear i ibèrica confirmada pels doctors V. Hoffman i H. Baumann (comunicació personal 25-12-88). Se'n conserven fotografies.

Orchis X parvifolia Chaub. (*Orchis fragans* Poll. X *O. palustris* Jacq.).

Híbrid descobert el 1987 per G. Alomar i J.A. Rosselló als voltants del Parc Natural de l'Albufera de Mallorca (31SEE1000). Se'n conserven fotografies. Primera cita per a les Balears.

Ophrys bombyliflora Link. X **O. fusca** Link.

Híbrid descobert el 1986 a l'Albufereta de Pollença (31SEE0010) i fotografiat per R. Salichs. Primera cita per a les Balears.

Ophrys X pseudofusca Albert & Cam. (*Ophrys fusca* Link. X *O. incubacea* Bianca).

Trobada a Bendinat (Calvià) (31SDD6070) i a Sant Elm (Andratx) (31SDD4080). Primera cita per a les Balears.

Ophrys X manfredoniae O. & E. Danesch (*Ophrys tenthredinifera* Willd. X *O. incubacea* Bianca).

Fotografiada el 1984 per F. Moll a les Basses (Andratx) (31SDD4080) i fotografiada el 1986 per R. Salichs a la Cala de Sant Vicent (Pollença) (31SEE0010). Primera cita per a les Balears.

***Cephalanthera rubra* (L.) Rich.**

Trobada a 1986 per J.A. Aguiló a Son Moragues (Valldemossa) (31SDD6000).

***Neottia nidus-avis* (L.) Rich.**

Trobada el 1984 a Ternelles (Pollença) (31SDE9010) i al Castell d'Alaró (31SDD8090) el 1990.

***Orchis spitzelii* Sauter ex Koch.**

Trobada el 1989 al Puig de Massanella (Escorca) (31SDE8000). Aquest tàxon fins ara havia estat confós amb *Orchis patens* Desf. Les anteriors cites de *Orchis patens* Desf. (PORTA, 1887; KNOCHE, 1921; MALAGARRIGA, 1968; SUNDERMANN, 1975; WILLIAMS, 1979; DUVIGNEAUD, 1979; MOORE, 1980; GREYWILSON, 1982; BECKETT, 1988; ALOMAR *et al.*, 1988; i BOLÒS *et al.*, 1990) corresponen segurament a aquest tàxon mediterrani. Se'n conserva plec d'herbari i fotografia. Tàxon confirmat pels Drs. Hoffmann i H. Baumann (com. pers. 25-12-88).

***Orchis collina* Banks & Soland.**

La cita de Palma Nova (BONAFÉ, 1978) sembla haver desaparegut davall l'autopista de Palma a Andratx. Però se n'han trobat noves localitats a les Penyes Roges (Calvià) (31SDD5070) a 1980 i al Puig Morisca (Calvià) (31SDD5070) el 1986.

***Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich.**

Trobada a les illes Dragonera (31SDD4080), Tagomago (31SCD8020) i de les Mones (31SFE0025).

***Barlia robertiana* (Loisel) Greuter.**

Trobada a les illes Dragonera (31SDD4080) i Pantaleu (31SDD4080).

***Ophrys vernixia* Brot.**

Trobada a l'illa d'en Colom (31SFE0020).

***Ophrys fusca* Link.**

Trobada a les illes Dragonera (31SDD4080) i Porroig (31SCD5000).

***Ophrys tenthredinifera* Willd.**

Trobada a l'illa Pantaleu (31SDD4080).

Ophrys apifera Huds.

Trobada a l'illa Dragonera (31SDD4080).

Serapias lingua L.

Trobada a l'illa Coniera (31SDD9030).

Serapias parviflora Parl.

Trobada a l'illa Dragonera (31SDD4080).

CONCLUSIONS

Se citen dos tàxons que constitueixen novetat per a la flora balear i ibèrica i quatre tàxons que són nous per a la flora balear; ampliam la distribució d'altres tàxons menys coneguts. En els dos primers adjuntam una sèrie d'observacions sobre l'hàbitat i l'ecologia de les espècies.

AGRAÏMENTS

Vull deixar constància de la meva amistat i agraïment envers Bartomeu Sastre, amb qui trobarem *Orchis mascula* subsp. *ichnusae*; envers J.A. Rosselló, amb qui trobarem *Orchis X parvifolia*; envers R. Salichs i F. Moll, per les seves fotografies i envers J.A. Aguiló i J. Jurado, per la seva informació.

BIBLIOGRAFIA

- ALOMAR, G., RITA, J. & ROSSELLÓ, J.A. 1988.— Notas florísticas de las Islas Baleares (III). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 32: 141-144.
- BAUMANN, H. & KÜNKELE, S. 1988.— *Die Orchideen Europas*. Kosmos. Naturführer. 191 pp. Stuttgart.
- BECKETT, E. 1988.— *Wild flowers of Majorca, Minorca, Ibiza*. Balkema. Rotterdam.
- BOLÒS, O., VIGO, J., MASALLES, R.M. & NINOT, J.M. 1990.— *Flora Manual dels Països Catalans*. Ed. Pòrtic, Barcelona.
- BONAFÉ, F., 1978.— *Flora de Mallorca*. Vol. II: 7-43. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- CORRIAS, B., 1982.— Le Plante endémique della Sardegna. 110-111. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, 21: 397-410.
- DUVIGNEAUD, J., 1979.— *Catalogue provisoire de la Flora des Baléares*. Soc. Ech. Pl. Vasc. Eu. Occ. et B. Méd. 17, 43 pp. Liège.
- KNOCHE, H., 1921.— *Flora Balearica. Studie Phytogéographique sur les îles Baléares*. Montpellier. Tom I: 398-416.
- MALAGARRIGA, H.T., 1968.— Notas fitocorológicas. *Acta Phytotaxonomica Barcinonensis*, 1: 57-64.

- MOORE, D.M., 1980.- *Flora Europaea*. Vol. 5: 325-350. Cambridge University Press.
- RODRIGUEZ, J.J., 1904.- *Flórlula de Menorca*. Imp. Fàbregues. Maó, 198 pp.
- SUNDERMANN, H., 1975.- *Orchideen. Europäische und Mediterrane*. Hildesheim. 243 pp.
- WILLIAMS, J.G. 1979.- *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Dela Chau & Niestlé. París. 192 pp.

PRIMERES OBSERVACIONS DE LA PAPALLONA TIGRE (*Danaus chrysippus* L.) A LES ILLES BALEARS

G. ALOMAR¹, J. JURADO¹ & L. NÚÑEZ²

PARAULES CLAU: *Danaus chrysippus*, Lepidòpters, Illes Balears.

KEYWORDS: *Danaus chryppus*. Lepidoptera, Balearic Islands.

RESUM. Se cita per primera vegada *Danaus chrysippus* L. (*Danaidae*, *Lepidoptera*) a les Balears. S'indiquen diferents observacions realitzades a la segona meitat de l'any 1990 i una referència a les plantes que utilitza per a la seva alimentació.

SUMMARY. FIRST OBSERVATIONS OF THE TIGER MOTH *Danaus chrysippus* L. ON THE BALEARIC ISLANDS. *Danaus chrysippus* in recorded for first time in the Balearic Islands. Recordings of the species in the second half of 1990 are indicated; elsewhere, trophic plants are listed.

INTRODUCCIÓ

La papallona tigre *Danaus chrysippus* és una espècie que viu al nord d'Àfrica, Aràbia, Àsia tropical i arriba fins a Austràlia (HIGGINS & RILEY, 1980). Actualment es troba en plena expansió com demostren les diferents observacions a la conca mediterrània (llevant ibèric, Occitània, Còrsega, sud d'Itàlia, Malta i Grècia). Les primeres cites a la península Ibèrica, de 1980, són del País Valencià i d'Andalusia, on sembla que s'ha aclimatat (MASÓ *et al.*, 1985). Posteriorment l'espècie ha seguit fins a Roses (DE VIEDMA & GÓMEZ-BUSTILLO, 1985).

L'estiu de 1990 s'ha observat per primera vegada a les illes Balears.

¹ Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa. Carrer de Can Verí, 1-3^{er} 007001 Ciutat de Mallorca.

² Pl. Juan A. Suánzes, 3-3^{er}. 28027 Madrid.

OBSERVACIONS I RECOL·LECCIONS

–Del final de juliol al final d'agost és observada a Son Godall (Campos) (31SED0060), sobre espígol (*Lavandula dentata*) i sobre budleies (*Buddleia duvidii*).

- 10-9-90: és observada a l'Hostalot (Ciutat de Mallorca) (31SDD7580).
- 26-9-1990: és observada al Molinar (Ciutat de Mallorca) (31SDD7075).
- 29-9-90 i 12-11-90: és observada a l'Albufera de Mallorca (31SEF0505).
- 1-10-90 i 2-11-90: és observada a Artà (31SED3090).
- 30-9-90: és observada posant ous damunt seder (*Gomphocarpus fruticosus*) a Son Ferriol (Ciutat de Mallorca) (31SDD7580).
- 25-10-90: s'observen i recullen petites larves sobre seder a Son Ferriol (31SDD7580).
- 15-10-90: és observada a la zona humida del Saluet (Andratx) (31SDD4575) i és observada en estat larvari damunt seder a Son Parc (el Mercadal, Menorca) (31SEE9530).
- 19-10-90: és observada a Son Bonet (Ciutat de Mallorca) i a la mateixa capital (31SDD7080).
- 30-10-90: és observada volant sobre el mar:
 - Un exemplar a Cala Agulla (Capdepera) (31SED3595).
 - Un exemplar prop del cap del Freu (Capdepera) (31SED3595).
 - Un exemplar a 25 milles al sud-est de Cala Rajada (Capdepera) (31SED4090).
- 20-10-90: és observada al Camp de les Egües (Llubí) (31SED0090).
- A principis de novembre és observada i capturats 4 exemplars per un dels autors a les Salines (Mallorca) (31SED0050).
- 21-11-90: és observada a Sóller (31SDE7500).
- 25-11-90: són observades 20 larves alimentant-se de *Asclepias curassavica* a les Salines (Mallorca) (31SED0050) i se'n recullen quatre.
- 2-12-90: són observades 24 larves sobre seder a Santa Maria del Camí (31SDD8085).

PLANTES NUTRIENTS

La papallona tigre és una espècie polífaga que s'alimenta de plantes de la família Asclepidàcies al nord d'Àfrica (DE VIEDMA & GÓMEZ-BUSTILLO, 1985). A la península Ibèrica s'alimenta de *Cynanchum acutum*, *Calotropis* sp., *Stapelia* sp., *Gomphocarpus fruticosus* i *Asclepias curassavica* (DE VIEDMA & GÓMEZ-BUSTILLO, 1985) i de *Calystegia sepium* (MASÓ *et al.*, 1985). A

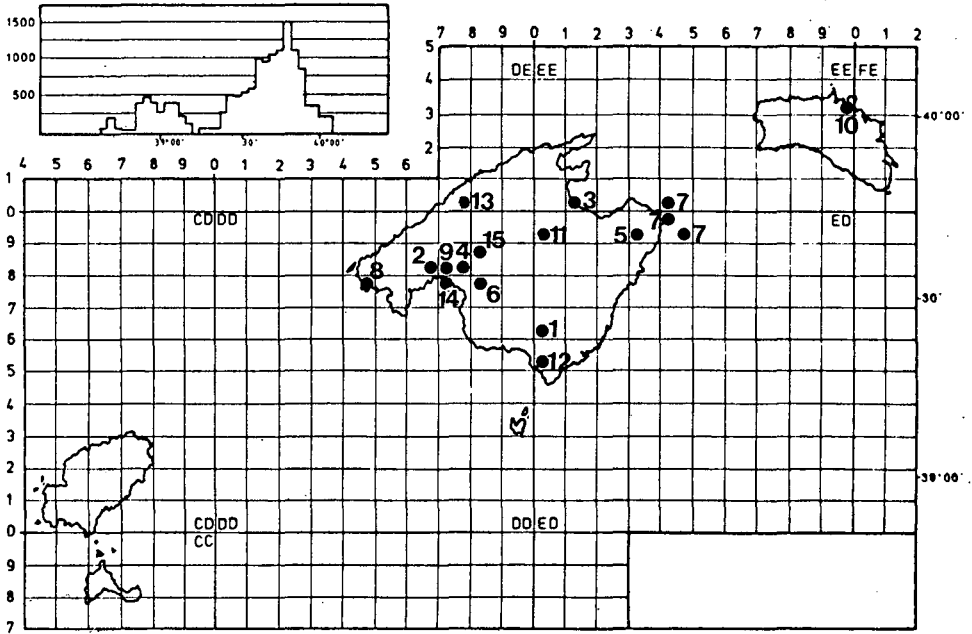


Fig. 1.- Observacions i captures de *Danaus chrysippus* a Balears

Records and collections of *Danaus chrysippus* on the Balearic Islands

- 1. Son Godall; 2. Ciutat; 3. Albufera; 4. l'Hostalot; 5. Artà; 6. Son Ferriol; 7. Cala Agulla, Cap des Freu, Cala Ratjada; 8. El Saluet; 9. Son Bonet; 10. Son Parc; 11. Camp de les Egües; 12. Les Salines; 13. Sóller; 14. El Molinar; 15. Sta. Maria.

Menorca l'hem observada alimentant-se de seder; i a Mallorca l'hem observada damunt seder i *Asclepias curassavica*.

En captivitat l'hem criada a les dues plantes abans esmentades.

AGRAÏMENTS

El nostre agraïment a Miquel Adrover, Hugo Latymer, Maria Antònia Sunyer, Damià Jaume, Joan Mayol, Pere Vicens, Lluç Garcia i Maria Elena Sastre per les seves observacions, que han fet possible aquest treball.

BIBLIOGRAFIA

HIGGINS, L.G. & RILEY, N.D., 1980.- *Guia de campo de las mariposas de España y Europa*. Omega. Barcelona, 452 pp.

- DE VIEDMA, M. & GÓMEZ-BUSTILLO, M.R. 1985.— *Revisión del Libro Rojo de los Lepidópteros Ibéricos*. ICONA (Monografías, 42). Madrid. 80 pp.
- MASÓ, A., PÉREZ-DE-GREGORIO J. & VALLHONRAT, F. 1985.— *La vida de les papallones*. Ketres. Barcelona. 296 pp.

CONDUCTA DE ALGUNOS CRUDOS Y DERIVADOS DEL PETROLEO DERRAMADOS EN ARENA DE PLAYA DE BALEARES

J.R. BERGUEIRO, F. DOMINGUEZ & N. MORALES¹

PALABRAS CLAVE: contaminación, arena de playa, capacidad de retención, área de infiltración, profundidad de penetración, saturación residual.

KEYWORDS: contamination, beach sand, soil retention capacity, area of infiltration at surface, depth of penetration, residual saturation.

RESUMEN. Se exponen los fenómenos de penetración y migración que experimenta un crudo de petróleo o una mezcla de hidrocarburos cuando están derramados sobre una arena de playa. Por último, se muestran las experiencias realizadas en orden a determinar la mayor o menor infiltrabilidad de mezclas de hidrocarburos en el subsuelo y de la capacidad de éste para retenerlas.

SUMMARY. THE BEHAVIOUR OF CRUDE OIL SPILT ON BEACH SAND. The penetration and migration phenomena of a crude oil spilt on beach sand has been studied. Likewise, experiments have been carried out to determine the infiltrability rate and retention capacity of hydrocarbons in the sub-soil.

RESUM. COMPORTAMENT D'ALGUNS CRUS DE PETROLI VESSATS SOBRE ARENA DE PLATJA DE LES ILLES BALEARS. En aquest treball s'exposen els fenòmens de penetració i migració que experimenten un cru de petroli o una mescla d'hidrocarburs en esser vessats sobre una arena de platja. Així mateix s'exposen els experiments realitzats per tal de determinar el grau d'infiltració dins el subsòl d'algunes mescles d'hidrocarburs, així com la capacitat de retenció d'aquell envers aquestes mescles.

¹ Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa Km 7.5. PALMA DE MALLORCA.

INTRODUCCION

Cuando un crudo de petróleo o un producto derivado que se derramó en el mar no puede contenerse ni recuperarse por medios mecánicos, ni tratarse con dispersantes para un emulsificación, queda flotando en la superficie del mar influenciado por los vientos, corrientes de marea etc., pudiendo llegar a contaminar las playas; tal como sucedió en los últimos accidentes de petroleros ocurridos en el Mediterráneo, o la marea negra del Golfo Pérsico. Si estas mezclas de hidrocarburos llegan a una playa penetran en la arena, dependiendo del tipo de hidrocarburo derramado, del grado de envejecimiento, al igual que de la naturaleza y tipo de arena que forme dicha playa. La recuperación y restauración de estas playas contaminadas es un proceso normalmente lento y costoso, BERGUEIRO *et al.* (1983a y b). Los objetivos de este trabajo son los de hacer un estudio de la capacidad de retención por parte de arenas de playa de las Islas Baleares, en las que se han derramado crudos de petróleo tipo Maya, Zakum e Irán Pesado; al igual que de Gas Oil y Gasolina Super 97. Igualmente se estudia la influencia de la presencia de agua de mar en la arena sobre su capacidad de retención.

COMPORTAMIENTO DE UN CRUDO DERRAMADO SOBRE ARENA DE PLAYA

Cuando un crudo de petróleo o un producto derivado se derrama sobre el suelo una parte de aquél se esparce, mientras que otra parte penetra en el mismo. La relación entre el esparcimiento y la penetrabilidad depende entre otros factores del grado de permeabilidad del suelo, de su tipo y naturaleza, del contenido en agua del mismo y del volumen y tipo de crudo derramado. Si el crudo tiene una viscosidad pequeña penetra rápidamente en el suelo, principalmente si éste es poroso, si no tiene agua y si está constituido por arena gruesa, reduciéndose entonces el área de esparcimiento. La cantidad de crudo retenido por el suelo está comprendida normalmente entre 15 y 40 litros de crudo por m^3 de suelo, siendo muy raras las retenciones residuales que exceden de 50 l/m^3 . La velocidad de penetración depende tanto del suelo como del crudo. Suelos constituidos por grava gruesa y crudos de pequeña viscosidad suministran la combinación con velocidad de penetración más rápida. La profundidad máxima de penetración puede estimarse, CONCAWE (1979), mediante la siguiente ecuación:

$$D = \frac{1000 \cdot V}{A \cdot R \cdot K} \quad [1]$$

Siendo:

D = Máxima profundidad de penetración (m).

V = Volumen de crudo derramado (m³).

R = Capacidad de retención del suelo (l/m³).

A = Area de infiltración (m²).

K = Factor de proporcionalidad dependiente de la viscosidad de la mezcla. Sus valores son:

* 0,5 para productos de baja viscosidad como gasolinas.

* 1,0 para keroseno, gas-oil y productos de similar viscosidad

* 2,0 para crudos viscosos y mezclas de hidrocarburos como fuel-oil ligero.

* Para mezclas muy viscosas, K tiende a infinito.

Las capacidades típicas de retención de algunos suelos se presentan en la tabla 1. Así, 1 m³ de keroseno derramado sobre un área de 10 m², se infiltraría hasta una profundidad de 20 metros, cuando se derrama sobre arena formada por piedras y grava gruesa. Esta profundidad se reduce a un máximo de 6,7 metros si se derrama sobre arena media o gruesa y solamente a 2,5 metros si se trata de arena fina o sólidos de tipo sedimento.

Tipo de suelo	Capacidad de retención de crudo l.m ⁻³
Piedras - grava gruesa	5
Grava - arena gruesa	8
Arena gruesa - arena de tamaño medio	15
Arena tamaño medio - arena fina	25
Arena fina - sedimento	40

Tabla 1. Capacidades de retención de algunos tipos de suelos.

Retention capacities of some soils.

Durante su penetración el crudo puede encontrar una capa de agua subterránea o el borde capilar de la misma; si el volumen de crudo es suficiente elevado, primero forma sobre la capa de agua un lecho de espesor creciente bajo la influencia del propio crudo descendente. Este ejerce una presión hi-

drostática que produce un descenso en el nivel freático. Las fuerzas gravitatorias actúan en el sentido de restablecer el nivel inicial del agua y producen un desplazamiento lateral del crudo hacia las zonas de menor nivel freático. La heterogeneidad del subsuelo influye en la dirección de migración subterránea del crudo, lo que es particularmente importante en suelos que presentan fisuras y con estratos de distinta permeabilidad. Durante la migración el crudo puede adherirse a partículas de rocas por absorción y por fuerzas capilares.

La velocidad con la que el crudo se esparce sobre la capa de agua varía considerablemente con el tiempo. En la bibliografía, CONCAWE (1974) y CONCAWE (1981) hay descritos modelos físicos y matemáticos mediante los cuales se pretende valorar la extensión del fenómeno. La ecuación (2) correlaciona las magnitudes influyentes.

$$S = \frac{1000V - ARhK}{F} \quad [2]$$

donde:

S = Extensión máxima del crudo sobre la capa de agua (m²)

V = Volumen de crudo infiltrado (m³)

A = Area de infiltración en la superficie (m²)

R = Capacidad de retención del suelo situado sobre el nivel freático (l.m⁻³)

h = Profundidad de la capa de agua (m)

F = Cantidad de crudo que llega a la capa de agua por unidad de superficie de ésta (l.m⁻²)

K = Factor de proporcionalidad dependiente de la viscosidad del crudo, definido como en la ecuación [1]

Los resultados obtenidos mediante esta ecuación son aproximados y la exactitud de su estimación puede estar influida además por fenómenos como los que se citan a continuación:

- 1) Las fluctuaciones que se producen en el nivel de la capa de agua. Debido a las mismas el crudo puede entrar en contacto con partes del suelo que previamente no habían sido mojadas por el mismo durante su penetración, lo que ocasiona una retención parcial de crudo por este terreno y reduciéndose por tanto el volumen de crudo libre sobre la capa de agua. Igualmente cuando estas fluctuaciones se producen en terrenos formados por rocas

fracturadas puede producirse un lavado del crudo retenido por estas rocas e incrementarse el volumen de crudo libre sobre el agua.

2) El grosor de crudo sobre la capa de agua puede no ser uniforme debido a la acción capilar del terreno, tal y como demuestran VAN DAM (1967), ZILLOX & MUNTZER (1975), WILLIAMS & WILDER (1971).

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

En nuestras experiencias determinamos la capacidad de retención de varios crudos y de otras mezclas de hidrocarburos por parte de la arena de playa de tipo calcáreo, como son las que normalmente forman las playas de las Islas Baleares, sobre la que estaban derramados. Igualmente, se determina la infiltrabilidad de dichas mezclas en la arena.

Para la realización de nuestras experiencias se utilizaron tres tipos de arena de playa de las Islas Baleares obtenidas por tamizado de la misma, una vez desechados los guijarros, conchas y otras partículas de gran tamaño, así como la fracción polvorienta (presente en proporción muy pequeña). Estos tres tipos de arena de trabajo son: arena de playa normal o arena sin tamizar; arena gruesa, cuyos granos tienen un diámetro comprendido entre 0,5 y 1 mm y la arena media o fracción cuyos granos tienen un diámetro comprendido entre 0,25 y 0,5 mm.

Los crudos de petróleo utilizados fueron de los tipos Maya, Zakum e Irán Pesado; las otras mezclas de hidrocarburos utilizados fueron: Gas-Oil, y Gasolinas Normal (90 octanos) y Super (97 octanos). Por último, se estudió la influencia que la presencia de agua en la arena ejerce en la capacidad de retención de la Gasolina Super y por lo tanto en la infiltrabilidad de aquella en la arena.

Inicialmente, se colocaron 400 cc de cada uno de los tres tipos de arena, en columnas circulares de vidrio de 5 cm de diámetro por 20 cm de altura. Las densidades relativas resultantes de estas arenas fueron: arena normal $d=1,5211 \text{ g.cm}^{-3}$; arena gruesa $d=1,4954 \text{ g.cm}^{-3}$ y arena media $d=1,5658 \text{ g.cm}^{-3}$.

En la parte inferior de las columnas se colocó una pequeña capa de algodón sujeta mediante un sistema vigreux que impedía la caída de la arena. Se determinó previamente la cantidad de mezcla de hidrocarburos que era capaz de retener el algodón.

Los parámetros que se determinaron inicialmente en estas experiencias fueron:

- Volumen retenido por una misma cantidad de arena para cada tipo de ésta y mezcla de hidrocarburos; para ello se inunda la arena colocada en la columna con un volumen conocido de cada una de las mezclas de hidrocarburos y se compara con el volumen recogido, una vez transcurridas 24 horas.
- La capacidad de retención o relación entre el volumen retenido y el volumen ocupado por la arena.
- El volumen de infiltración o volumen que hay que añadir para que la mezcla de hidrocarburos llegue al fondo de la columna.

Determinados estos parámetros se calculó el factor K de la ecuación [1]. Los valores de estos parámetros se presentan en la tabla 2.

Arena (tipo)	volumen arena (cm ³)	Mezcla Hidroc. (cm ³)	Volumen Infiltr. (cm ³)	Volumen Retenido (cm ³)	Capacidad Retención l.cr.m ⁻³ ar	Factor K
Normal	400	Maya	53.00	111.00	277.50	0.72
Media	400	Maya	56.00	118.00	295.00	0.71
Gruesa	400	Maya	49.00	91.00	227.50	0.81
Normal	400	Zakum	33.50	84.50	211.25	0.60
Media	400	Zakum	43.00	86.00	215.00	0.75
Gruesa	400	Zakum	28.00	79.50	198.75	0.53
Normal	400	Irán P.	49.00	101.00	252.50	0.73
Media	400	Irán P.	59.20	110.00	275.00	0.81
Gruesa	400	Irán P.	37.30	96.00	240.00	0.58
Normal	400	Gas Oil	76.00	101.50	253.75	1.13
Media	400	Gas Oil	96.00	105.50	263.75	1.37
Gruesa	400	Gas Oil	68.00	74.00	185.00	1.38
Normal	400	Super	50.30	63.45	158.63	0.89
Media	400	Super	51.30	65.50	163.75	0.88
Gruesa	400	Super	49.20	58.60	146.50	0.95

Tabla 2. Influencia del tipo de arena en la capacidad de retención de crudo de petróleo y derivados.

Size beach sand influence on oil and derivatives retention capacity.

A continuación, se llevaron a cabo nuevas experiencias con los tres tipos de arena, en las mismas condiciones que las citadas anteriormente, con la

única diferencia de que la arena se había inundado previamente con agua de mar. Una vez que la capacidad de retención de la arena con respecto al agua permanecía constante, se derramaba la gasolina y se determinaban nuevamente las cantidades de gasolina y agua que quedaban retenidas. Estos valores, al igual que los de la capacidad de retención con respecto a la gasolina Super se muestran en la tabla 3.

Tipo de arena	Agua retenida (cm ³)	Gasolina retenida (cm ³)	Capacidad retención (l.cr.m ⁻³ ar.)
Gruesa	57.00	28.43	71.08
Gruesa	0.00	58.60	146.50
Normal	71.00	36.00	90.00
Normal	0.00	63.45	158.63
Media	71.50	55.83	139.58
Media	0.00	65.50	163.75

Tabla 3. Influencia de la presencia de agua en la capacidad de retención de la Gasolina Súper.

Water influence on beach sand retention capacity of Gasoline 97 Octanes.

CONCLUSIONES

De los resultados de nuestras experiencias se llega a la conclusión de que la capacidad de retención es mínima para la arena gruesa, a continuación la de tipo normal; mientras que la arena de tipo medio es la que presenta el valor mayor. Esta secuencia se cumple también para el volumen retenido y para el volumen infiltrado de todas las mezclas estudiadas. No se han encontrado diferencias apreciables en los valores de estos parámetros para las gasolinas de tipo Normal y Súper. El conocimiento del valor de estos parámetros es de gran importancia a la hora de estudiar las velocidades de evaporación de mezclas de hidrocarburos derramados en arenas de playa de diferente granulometría. De estudios de estos autores utilizando los mismos tipos de arena llegan a la conclusión de que independientemente de la cantidad y tipo de hidrocarburo derramado, la arena que produce la mayor velocidad de evaporación es la de tipo grueso, que como se indicó es la que menor capacidad de retención

tiene, mientras que la arena de tipo medio es la que presenta la menor velocidad de evaporación y la mayor capacidad de retención. La arena de tipo normal, en ambos casos, es la que presenta valores intermedios.

El valor del factor K está comprendido entre 0,60 para la arena de tipo normal y crudo de petróleo de tipo Zakum y máximo para la arena gruesa con Gas Oil. Sus valores están siempre comprendidos entre 0,5 y 2 que son los valores indicados en la ecuación [1].

Si la arena tiene retenida agua de mar, tal como sucede en las capas más inferiores de las playas, la capacidad de retención de los hidrocarburos disminuye considerablemente. Así una arena de tipo normal acompañada de 71 cm³ de agua de mar retiene 36 cm³ de gasolina y tiene una capacidad de retención de 90 litros de gasolina por m³ de arena; mientras que los valores de estos mismos parámetros con arena seca son de 63,45 y 158,63 respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGUEIRO, J. R.; DOMINGUEZ, F. & MULET, A. 1983a.- Tratamiento de Mareas Negras, II. Procesos de Envejecimiento. *Ingeniería Química*. Enero: pp. 109-120.
- BERGUEIRO, J.R.; DOMINGUEZ, F. & MUNAR, G. 1983b.- Tratamiento de Mareas Negras IV. Métodos de Eliminación de crudo y limpieza de Costas. *Ingeniería Química*. Marzo, pp. 139-149.
- CONCAWE, 1974.- *Oil spill clean-up manual*. Repp. No. 4/74, The Hague. 103 pp.
- CONCAWE, 1979.- *Protection of Groundwater from Oil Pollution*. Repp. No. 3/79. 61 pp.
- CONCAWE 1981.- *Revised Inland Oil Spill Clean-up Manual*. Repp. No. 7/81. 1152 pp.
- VAN DAM 1967.- The Migration of hydrocarbons in a water-bearing stratum. In: *The joint problems of the oil and water industries*, Proc. Symposium (Brighton, 18-20 Jan). P. Happle ed. Londres. The Institute of Petroleum: pp: 55-88.
- WILLIAMS, D.E. & WILDER, D.G. 1971.- Gasoline pollution of a groundwater reservoir. A case history. *Groundwater*, 9 (6): 50-56.
- ZILLIOX, L. & MUNTZER, P. 1975.- Effect of hydrodynamic processes on the development of groundwater pollution. *Progress in Water Technology*, 7 (3/4): 561-568.

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS
NORMES DE PUBLICACIÓ DEL BOLLETÍ DE LA SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

El **Bolletí** de la Societat d'Història Natural de les Balears publica treballs científics originals de les diferents disciplines que tenen com a objecte d'estudi la Naturalesa, preferentment de les Illes Balears i Pitiüses i del Mediterrani en general.

1. Tots els treballs presentats per a la seva publicació en el **Bolletí** han d'estar *estructurats en apartats* que inclouran una INTRODUCCIÓ, on es presenti la situació actual dels coneixements relatius al tema i es remarquin els objectius prevists en el treball. Sempre que el treball ho admeti, i a criteri dels autors, inclourà també els apartats: MATERIAL I MÈTODES, RESULTATS, DISCUSSIÓ, CONCLUSIONS i BIBLIOGRAFIA.

2. De cada treball es presentarà *un original i dues còpies*. L'original mecanografiat, preferentment amb màquina elèctrica i cinta de plàstic, en fulls DIN-A4, per una sola cara i a doble espai, amb uns marges d'uns 3 cm i uns màxims de 70 pulsacions per línia i 30 línies per pàgina.

El text podrà ésser redactat en qualsevol llengua moderna.

Es recomana als autors la no utilització de termes polítics (*vgr.* Espanya, Països Catalans) sinó geogràfics (*vgr.* Península Ibèrica, Illes Pitiüses).

3. La primera pàgina sols inclourà el títol del treball, el nom de l'autor o autors (inicial del nom i primer llinatge, llevat del cas que es faci constar expressament els dos llinatges), les paraules clau (màxim 6) en la llengua del treball i en anglès (si aquesta no fos la llengua emprada) i l'adreça postal de l'autor o autors.

4. La segona pàgina inclourà els resums en la llengua del treball, en anglès i en català (si cap d'aquestes dues darreres fos la llengua emprada).

Els resums que no corresponguin a la llengua del treball aniran precedits del corresponent títol del treball en la llengua que pertoqui.

Els resums expressaran clarament el contingut i els resultats del treball.

5. L'extensió màxima d'un article serà de 20 pàgines, incloent-hi resums, text, taules, figures i bibliografia. No s'exclou la possibilitat de publicar articles de major extensió.

6. S'utilitzaran el següents tipus de lletres: Text general, *rodones*; Noms dels gèneres i de les espècies així com títols de llibres i revistes, *subratllat*; Títols dels apartats i cites bibliogràfiques dins el text (si són de més de dos autors s'indicarà el primer seguit de *et al.*), *majúscules*.

7. Cada treball original ha d'anar acompanyat d'una *bibliografia* que contendrà només les publicacions esmentades en el text. La bibliografia s'ha de presentar segons els següents models:

—per a articles de revistes:

ADROVER, R., M. HUGUENEY & P. MEIN. 1977.—Fauna africana oligocena y nuevas formas endémicas entre los micromamíferos de Mallorca (Nota preliminar). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 22: 137-149.

—per a llibres i publicacions aperiòdiques:

COLOM, G. 1978.—*Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y fauna*. (2ª ed. aumentada). Institut d'Estudis Balearics. Palma de Mallorca. 2 volúmenes. 515 pp.

—per a treballs de contribució en llibres:

KADEL, K. & H. HEMMER. 1984.— Temperature dependence of larval development in the Mallorca midwife toad, *Baleaphryne muletensis*. In: *Història biològica del ferreret. (Life History of the Mallorcan Midwife Toad)*. (HEMMER, H. & J. A. ALCOVER, eds.): 169-173. Moll. Ciutat de Mallorca.

La *bibliografia* d'un treball s'ordenarà alfabèticament per autors i cronològicament per a un mateix autor, afegint les lletres a, b, c... als treballs del mateix any.

Les referències bibliogràfiques en el text s'indicaran de la forma usual: "...segons COLOM (1978a)."; "...són components d'aquesta fauna (ADROVER *et al.*, 1977)."; "...establerta per BOURROUILLH (1973, a RODRÍGUEZ PEREA & RAMOS, 1984)."

8. L'autor podrà aportar les *il·lustracions* en blanc i negre que estimi necessàries, *tenint en compte la caixa del Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* (18 x 12,5 cm), i de la qualitat suficient per a la seva adequada reproducció.

Els *retolats interiors de les il·lustracions* han de tenir les mides escaients per a la seva reproducció directa i fins i tot admetent una possible reducció.

Les il·lustracions hauran d'esser presentades separades del text general del treball i indicant al seu dors el número d'ordre, el títol del treball i el nom de l'autor o autors escrits a llapis.

9. Tot tipus d'*il·lustracions* (mapes, figures, gràfiques, làmines, fotografies, etc.) entraran en el text sota la denominació de *figura*, numerant-se correlativament fent-ne ús de caràcters aràbigs (figura 1, figura 2, ...).

10. Les taules, quadres, llistes, etc. entraran igualment en el text sota el nom únic de *taules*, ordenades correlativament fent-ne ús de caràcters aràbigs.

Les taules es presentaran separades el text del treball i elaborades correctament per tal de procedir a la seva reproducció directa. S'ha de preveure la possibilitat de reducció. En el seu dors i escrit a llapis s'indicarà el número d'ordre, el títol del treball i el nom de l'autor.

11. Els *peus de les figures i les taules* hauran de ser presentats en full apart, redactats en la llengua del treball i en anglès, si aquesta no fos la llengua emprada.

12. En el cas de que s'hagin de reproduir a un tamany major que el de la caixa del Bolletí figures i/o taules, *els costos addicionals seran satisfets per l'autor o autors.*

La mateixa norma regirà per a la publicació de fotografies en color.

13. L'autor haurà d'indicar a l'original, als marges, la situació aproximada on vol que sien intercalades les diferents taules i figures.

14. Aquestes normes s'han de complir estrictament, en cas contrari serà tornat l'original a l'autor per a la seva reconsideració, independentment de la seva qualitat científica.

15. La Junta de Publicacions sometrà els treballs a l'assessorament científic d'especialistes de cada matèria. L'autor tindrà notificació de si el seu treball s'ha acceptat, rebutjat o acceptat a condició que es realitzin les modificacions oportunes.

16. *Els treballs es publicaran per ordre d'acceptació.*

17. Els autors rebran per a la correcció d'errates una prova d'impresió. Qualsevol modificació substancial podrà retardar la publicació del treball.

18. Els autors rebran gratuïtament 50 tiratges a part del seu treball, per a un nombre superior hauran de notificar-ho prèviament i abonar els costos addicionals.

19. Els originals dels treballs quedaran en propietat de la Societat d'Història Natural de les Balears. Les *il·lustracions* podran ser retornades amb els tiratges a requeriment de l'autor.

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS
NORMAS DE PUBLICACIÓN DEL
BOLLETÍ DE LA SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

El **Bolletí** de la Societat d'Història Natural de les Balears publica trabajos científicos originales de las diferentes disciplinas que tienen como objeto de estudio la Naturaleza, preferentemente de las islas Balears y Pitiüses y del Mediterráneo en general.

1. Cualquier trabajo presentado para la publicación en el **Bolletí** ha de hallarse estructurado en apartados que necesariamente incluirán una INTRODUCCIÓN, donde se haga una exposición de la situación actual de los conocimientos relativos al tema i se marquen los objetivos previstos en el trabajo. Además, siempre que el trabajo lo permita i a criterio de los autores, se incluirán los apartados de: MATERIAL Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES y BIBLIOGRAFIA.

2. De cada uno de los trabajos se presentará *un original y dos copias*, el original mecanografiado, preferentemente con máquina eléctrica y cinta de plástico, en hojas DIN-A4, por una sola cara y a doble espacio, con un margen de unos 3 centímetros y unos máximos de *70 pulsaciones por línea y 30 líneas por página*.

El texto podrá ser redactado en cualquier lengua moderna.

Se recomienda a los autores la no utilización de términos políticos (*vgr.* España, Països Catalans), sino geográficos (*vgr.* Península Ibérica, Illes Pitiüses).

3. La primera página sólo incluirá el título del trabajo, el nombre del autor o autores (inicial del nombre y primer apellido, salvo que se hagan constar expresamente los dos apellidos), las palabras clave (6 como máximo) en la lengua del trabajo y en inglés (si ésta no fuera la lengua utilizada) y la dirección postal del autor o autores.

4. La segunda página incluirá los resúmenes en la lengua del trabajo, en inglés y en catalán (si ninguna de estas dos últimas fuera la lengua utilizada), estos últimos precedidos del correspondiente título.

Los resúmenes expresarán claramente el contenido y los resultados del trabajo.

5. La extensión máxima de un artículo será de 20 páginas, incluyendo los resúmenes, texto, tablas, figuras y bibliografía. No se excluye la posibilidad de publicar artículos más extensos.

6. Se han de utilizar los siguientes tipos de letras: Texto general, *redondas*; Nombres de los géneros y de las especies así como títulos de libros y revistas, *subrayado (cursiva)*; Títulos de los apartados y citas bibliográficas en el texto (si son de más de dos autores se indicará el primero seguido de *et al.*), *mayúsculas*.

7. Todo trabajo original ha de ir acompañado de una *bibliografía* conteniendo únicamente las publicaciones citadas en el texto. La *bibliografía* se presentará de acuerdo con los modelos siguientes:

—para artículos de revista:

ADROVER, R., M. HUGUENEY & P. MEIN. 1977.— Fauna africana oligocena y nuevas formas endémicas entre los micromamíferos de Mallorca (Nota preliminar). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 22: 137-149.

—para libros y otras publicaciones aperiódicas:

COLOM, G. 1978.— *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y fauna*. (2ª ed. aumentada). Institut d'Estudis Baleàrics. Palma de Mallorca. 2 volúmenes. 515 pp.

—para trabajos de contribución en libros:

KADEL, K. & H. HEMMER. 1984.— Temperature dependence of larval development in the Mallorcan midwife toad, *Baleaphryne muletensis*. In: *Història biològica del ferreret. (Life History of the Mallorcan Midwife Toad)*. (HEMMER, H. & J. A. ALCOVER, eds.): 169-173. Moll. Ciutat de Mallorca.

La *bibliografía* se ordenará alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor, añadiéndose las letras a, b, c... a los trabajos de un mismo año.

Las referencias bibliográficas en el texto se indicarán de la forma habitual: "...según COLOM (1978a)..."; "...son componentes habituales de esta fauna (ADROVER *et al.*, 1977)."; "...establecida por BOURROUILLH (1973, en RODRIGUEZ PEREA & RAMOS, 1984)".

8. El autor podrá aportar las ilustraciones en blanco y negro que estime necesarias, teniendo en cuenta la caja del *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* (18 x 12,5 cm), y de calidad suficiente para su adecuada reproducción.

Los *rotulados interiores de las ilustraciones* deberán permitir su reproducción directa y tener un tamaño adecuado que admita su posible reducción.

Las ilustraciones se presentarán separadas del texto general y en su dorso, escritos a lápiz, se indicará el número de orden, el título del trabajo y el nombre del autor o autores.

9. Todo tipo de ilustraciones (mapas, figuras, gráficas, láminas, fotografías, etc.) entrarán en el texto bajo la denominación única de *figura*, numerándose correlativamente mediante caracteres arábigos (figura 1, figura 2, ...)

10. Las tablas, cuadros, listas, etc. entrarán igualmente en el texto bajo la denominación única de *tablas*, ordenadas correlativamente haciendo uso de caracteres arábigos.

Las tablas deberán ser presentadas separadas del texto del trabajo y elaboradas de forma correcta para proceder a su reproducción directa, debiendo prever la posibilidad de reducción. En su dorso se indicará, escrito a lápiz, el número de orden, el título del trabajo y el nombre del autor.

11. Los *pies de las figuras y de las tablas* se presentarán en hoja aparte, redactados en la lengua del trabajo y en inglés, si ésta no fuera la lengua utilizada.

12. En el caso de que se tengan que reproducir figuras y/o tablas a un tamaño mayor que el de la caja del *Bolletí*, los *costos adicionales correrán a cargo del autor o autores.*

La misma norma se aplicará a la publicación de fotografías en color.

13. El autor deberá indicar en el original y en la zona del margen del texto general, la situación aproximada en la que desea sean intercaladas las diferentes tablas y figuras.

14. Estas normas deberán ser observadas estrictamente, en caso contrario será devuelto el original al autor para su reconsideración, independientemente de la calidad científica del trabajo.

15. La Junta de Publicaciones remitirá los trabajos a especialistas de la materia correspondiente para su asesoramiento científico. El autor será informado acerca de la aceptación, rechazo o aceptación condicionada, a la realización de las modificaciones oportunas que se le indiquen, de su trabajo.

16. *Los trabajos se publicarán por riguroso orden de aceptación.*

17. Los autores recibirán para la corrección de erratas una prueba de imprenta. Cualquier modificación substancial de las mismas podrá retardar la publicación del trabajo.

18. Los autores recibirán gratuitamente 50 separatas de su trabajo, si se desea un número superior se deberán abonar los costos adicionales.

19. Los originales de los trabajos quedarán en propiedad de la Societat d'Història Natural de les Balears. Las ilustraciones podrán ser devueltas con las separatas a requerimiento del autor.

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS RULES FOR PUBLICATION IN THE BSHNB.

The BSHNB publishes scientific contributions in the various disciplines whose aim is the study of nature, preferably of the Balearic or Pitiüses Islands or of the Mediterranean in general.

1. Submitted papers should be divided into sections, including an INTRODUCTION; which must summarize current knowledge on the subject and outline specific objectives. The author(s) will judge if the following sections are needed: MATERIAL AND METHODS RESULTS, DISCUSSION, CONCLUSIONS and BIBLIOGRAPHY (REFERENCES).

2. Authors must submit one original and two copies. The original must be typed, preferably with an electric typewriter and plastic ribbon, on size DIN-A4 sheets, on one side only and double-spaced, leaving a 3 cm wide left margin, and with a maximum of 70 characters per line and 30 lines per page.

The text may be in any modern language.

Authors are recommended not to refer to localities using names with political connotations (e. g. Spain, "Països Catalans"), but rather geographical (e. g. Iberian Peninsula, Pitiüses Islands).

3. The first page will display the title of the paper, the name(s) of the author(s) (the initial of the first name followed by the family name), the postal address of the author(s), and the keywords (a maximum of 6) in the language of the text and in English (if this is not the language used).

4. The second page will include the summaries in the language of the text, in English and in Catalan (if neither of the latter two is used); the latter two should include the title.

The summaries should clearly state the contents and results of the paper.

5. Articles will be of 20 pages at the most, including summaries, text, tables, figures and bibliography. The editors reserve the right to publish lengthier Articles.

6. The following types of characters will be used: general text: in Romans; names of genera and species as well as titles of books and journals: underlined (or italics); headings of sections and literature references in the text (if more than 2 authors, only the first will be cited, followed by *et al.*): in capitals.

7. Original papers should include a Bibliography containing only publications cited in the text. The Bibliography will be displayed in the following ways:

–for articles in journals:

ADROVER, R., M. HUGUENEY & P. MEIN. 1977.– Fauna africana oligocena y nuevas formas endémicas entre los micromamíferos de Mallorca (Nota preliminar). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 22: 137-149.

–for books and other non-periodic publications:

COLOM, G. 1978.– *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y fauna*. (2ª ed. aumentada). Institut d'Estudis Balearics. Palma de Mallorca. 2 volúmenes. 515 pp.

–for papers published in books:

KADEL, K. & H. HEMMER 1984.— Temperature dependence of larval development in the Majorcan midwife toad, *Baleaphryne muletensis*. In: *Història biològica del ferretet. (Life History of the Majorcan Midwife Toad)*. (HEMMER, H. & J. A. ALCOVER, eds): 169-173. Moll. Ciutat de Mallorca.

The Bibliography will be arranged alphabetically by authors and chronologically for each author(s) adding the letters a,b,c,... for publications of the same year.

References in the text should be cited in the usual way: "...after COLOM (1978a)..."; "... are habitual components of this fauna (ADROVER *et al.* 1977)"; "... established by BOURROUILH (1973, in RODRÍGUEZ PEREA & RAMOS 1984),..

8. The author may submit the illustrations in black and white that are deemed necessary, taking into account the page frame of the BSHNB (18 x 12.5 cm), and they should be of sufficient quality for adequate reproduction.

Illustrations will be submitted separately from the text, and on their reverse the author(s) should state: the order of arrangement, the title of the paper and their name(s) in pencil.

Lettering within the illustrations must be directly reproducible and should be large enough to allow for reduction, if necessary.

9. All types of illustrations (maps, figures, graphs, plates, photographs, etc...) will be cited in the text only as *figures*, and these will be numbered with arabics in a single sequence (Fig. 1, Fig. 2, ...)

10. Tables, lists, etc... will likewise come under the sole category of *tables* and will be numbered with arabics in a single sequence.

Tables will be submitted separately from the text for direct reproduction, and authors should foresee a need for reduction. The order of arrangement, title of the paper and name(s) of author(s) will appear on the reverse, in pencil.

11. Legends for figures and tables will be submitted on separate sheets, in the language of the text and in English (if this is not the language used).

12. If the figures and/or tables have to be reproduced at a format larger than that of the Bolletí, the additional costs will be met by the author(s). The same rule applies to colour photographs.

13. The approximate location of tables and figures must be indicated by the author(s) on the margin of the text.

14. If the above rules are not strictly followed the manuscript will be returned to the author(s) for reconsideration regardless of the scientific quality of the paper.

15. The Board of Editors will forward the papers to referees in the appropriate fields. The author(s) will be notified whether the paper has been accepted, rejected or returned for correction.

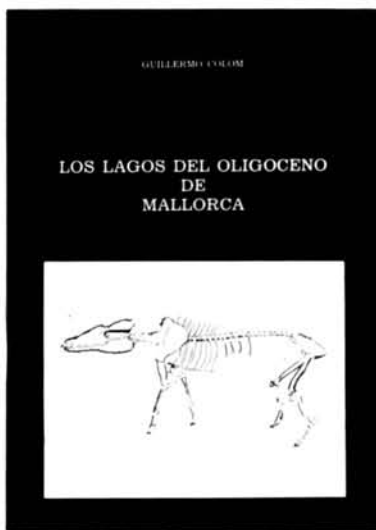
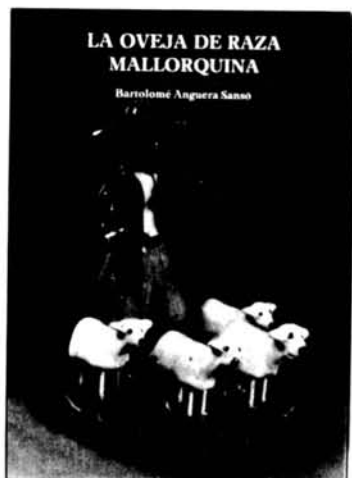
16. Papers will be published in strict order of acceptance.

17. The author(s) will receive a galley proof for correction. Any substantial modifications of proofs may delay the publication of the paper.

18. Authors will obtain 50 reprints free of charge. Additional costs will have to be met by them if further reprints are requested.

19. The originals of published papers remain the property of the SHNB. Illustrations may be returned to the author upon request, with the offprints.

LA NOSTRA INSTITUCIÓ AL SERVEI DE LA INVESTIGACIÓ



Per a subscripcions i/o intercanvis dirigiu-vos a
Caixa de Balears "Sa Nostra"
Departament d'Obra Social
Ramon Llull, 2
07001 Palma de Mallorca

"SA NOSTRA"
CAJA DE BALEARES



GARCÍA PLÉ, C., E. PRATS, P. VADELL, L. SABATER & M. MOREY.— Dinámica de la descomposición de las hojas de <i>Pinus halepensis</i> Mill. en Cap des Pinar (Alcúdia, Mallorca). <i>Decomposition dynamics of leaves from Pinus halepensis</i> Mill. in "Cap des Pinar" (Alcúdia, Mallorca)	175
DE MANUEL, J.— Some rotifers (Rotifera: Monogodonta) from inland waters of Majorca (Balearic Islands, Spain)	189
PRETUS, J.L. <i>Eurytemora velox</i> (Crustacea, Calanoida) a Mallorca. <i>Eurytemora velox</i> (Crustacea, Calanoida) in Majorca	201
JAUME, D.— Calanoides (Crustacea : Copepoda) de les aigües continentals baleariques. <i>Calanoida</i> (Crustacea : Copepoda) from inland waters of the Balearic Islands (W. Mediterranean)	207
BERGUEIRO, J.R., F. DOMÍNGUEZ & N. MORALES.— Evaporación en el medio ambiente de gasolina normal (90 octanos) derramada sobre agua de mar y arena de playa. <i>Evaporation into the environment of gasoline (90 octanes) spilt on sea water and beach sand</i>	221
GARCÍA PLÉ, C., J.L. FERRÀ, A. FERRIOL, C. MARTÍNEZ & M. MOREY.— Relación entre el índice de esclerofilia y el contenido de clorofila total por unidad de peso seco en algunas especies arbustivas de encinar en Mallorca. <i>Relationship between leaf specific weight and total chlorophyll content of some shrubs in evergreen-oak forests of Majorca</i>	237
RIAL, R.V., M. MORENO, M.C. NICOLAU & J.A. LÓPEZ-GARCÍA.— Home, cotxe i etologia. <i>Men, cars and ethology</i>	253
RITA, J.— El género <i>Romulea</i> Maratti (Iridáceas) en las Islas Baleares. <i>The genus Romulea Maratti (Iridaceae) in the Balearic Islands</i>	263
ALOMAR, G.— Aportació a la flora orquidiòfila de les Balears. <i>New orchid records for the Balearic Islands (W. Mediterranean)</i>	269
ALOMAR, G., J. JURADO & L. NÚÑEZ.— Primeres observacions de la papallona tigre <i>Danaus chrysippus</i> a les Illes Balears. <i>First observations of the tiger moth Danaus chrysippus on the Balearic Islands</i>	275
BERGUEIRO, J.R., F. DOMÍNGUEZ & N. MORALES.— Conducta de algunos crudos y derivados del petróleo derramados en arena de playa de Baleares. <i>The behaviour of some crude oils spilt on Balearic beach sand</i>	279
NORMES de publicació del Bolletí SHNB	287
NORMAS de publicación	289
RULES for authors	291

ÍNDICE

	<u>Pag.</u>
RAMOS-GUERRERO, E., P. BUSQUETS, G. ÁLVAREZ & M. VILAPLANA.— Fauna coralina de las plataformas mixtas del Paleógeno de las Baleares. <i>Coral fauna of the mixed platforms of the Palaeogen in the Balearic Islands</i> .	9
LLORENS, L. & F.J. TÈBAR.— Delimitación de las áreas más apropiadas para la conservación de la flora y la vegetación de la isla de Formentera. <i>Delimitation of the most suitable areas for the conservation of the flora and vegetation of the Island of Formentera</i>	25
FORNÓS, J.J., V. FORTEZA & A. MARTÍNEZ-TABERNER.— Taxes de sedimentació associades a l'activitat d'una piscifactoria (Badia de Fornells, Menorca). <i>Sedimentation rates associated with the activity of a fish farm (bay of Fornells, Menorca)</i>	41
CUERDA, J., F. GRACIA & D. VICENS.— Dos nuevos yacimientos del Pleistoceno marino en Porto Colom (Mallorca). <i>Fauna and stratigraphy of two new Neotyrrenian marine deposits in Porto Colom (Majorca, Balearic Islands)</i>	49
CUERDA, J., F. GRACIA & D. VICENS.— Nuevas citas malacológicas (Bivalvia y Gastropoda) del Pleistoceno marino balear. <i>New malacological records (Bivalvia and Gastropoda) of the marine Balearic Pleistocene</i>	67
GARCÍA SOCIAS, L.— <i>Daira speciosa</i> Reuss 1871 (Crustacea, Decapoda, Xanthidae) en el Mioceno de la isla de Mallorca. <i>Daira speciosa Reuss 1871, in the Miocene of Majorca Island (Balearics) (Crustacea, Decapoda, Xanthidae)</i>	81
BENNASAR, G., C. FRAU, L. GARCÍA, M. GÓMEZ, G. MOYÀ & G. RAMON.— Composición cualitativa del fitoplancton de los embalses de Cúber y Gorg Blau (Serra de Tramuntana, Mallorca). I. Cyanophyta y Dinophyta. <i>Qualitative phytoplankton composition from Cúber and Gorg Blau reservoirs (Majorca, Balearic Islands). I. Cyanophyta and Dinophyta</i>	87
BALLESTEROS, E.— Els herbeis de <i>Caulerpa prolifera</i> (Forsk.) Lamouroux de la Badia de Pollença (Mallorca, Mediterrània Occidental). <i>The Caulerpa prolifera meadows from the Pollença Bay (Majorca, Balearic Islands, Western Mediterranean)</i>	99
SACCHI, C.F.— Aislamiento geográfico y aislamiento ecológico en las comunidades de gasterópodos de duna. El ejemplo de Cerdeña. <i>Geographical and ecological isolation in dune inhabiting land snails. The case of Sardinia</i>	117
RAMOS-GUERRERO, E. & C. ÁLVAREZ-RAMIS.— Paleoflora del Oligoceno de Mallorca. <i>Palaeoflora from the Oligocene of Majorca</i>	141
CARDONA, L. & F. CASTELLÓ.— Alimentación de los juveniles de <i>Liza aurata</i> (Risso) en la Albufera des Grau (Isla de Menorca, Baleares). <i>Feeding of young Liza aurata (Risso) in "Albufera des Grau" (Minorca, Balearic Islands)</i>	159
ESTARELLAS, J., D. FERNÁNDEZ & B. PLANAS.— Nidificación del <i>Tadorna tadorna</i> en Ibiza. <i>On the nesting of Tadorna tadorna in Ibiza (Balearic Islands, W. Mediterranean)</i>	169