

# TREBALLS

de la

## Institució Catalana d'Història Natural

filial de l' INSTITUT D' ESTUDIS CATALANS



fundada el 1899

### Biogeografia de la Mediterrània occidental

Barcelona 1981

núm. 9

**NORMES DE PUBLICACIÓ DELS «TREBALLS DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL»**

**INSTRUCTIONS FOR THE PUBLICATION OF THE «TREBALLS DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL»**

La col·lecció «Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural» (*Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*) és destinada a publicar aportacions originals i inèdites al domini de la botànica, de la geologia i de la zoologia. La comissió de publicacions de la ICHN, assistida pel consell de publicacions, format per especialistes en els diferents camps de les ciències de la natura, considera els valors de cada un dels textos lliurats pels autors i n'informa el consell directiu de l'entitat propiciadora, el qual consell determina la conveniència o inconveniència de l'edició. Els volums, sovint monogràfics, són facilitats graciosament als autors i als membres de la ICHN i, en règim de bescanvi de publicacions, als centres que s'hi avinguin; d'altres formes de cessió poden ésser establertes segons els casos.

Els autors que vulguin publicar llurs treballs a la col·lecció convé que tinguin presents les indicacions de la *Guide for the preparation of scientific papers for publication* (UNESCO/SC/MD/J Paris, 1968). Ultra això, cal que respectin els principis i les normes de la col·lecció que segueixen:

1. Els treballs, mecanografiats en fulls Din A-4, per una sola cara i a doble espai, han d'ésser presentats per duplicat i han d'anar precedits d'un títol concis però prou suggeridor del contingut del treball, del nom de l'autor o autors precisament en la forma en què desitgin signar el treball (un o dos cognoms, nom complet o abreujat, etc.), del centre o centres, si és del cas, a què pertany l'autor o autors i de l'adreça completa d'aquell o aquells. El treball sotmès a la comissió de publicacions portarà, a més, la data de lliurament, que figurarà en la publicació definitiva, en el seu cas; aquesta data de lliurament serà la de presentació del treball, independentment de si la comissió o el consell de publicacions estimen que l'autor ha de refer-lo o revisar-lo i això comporta un retard en el lliurament definitiu.
2. Els treballs definitivament acceptats són publicats als «Treballs» corresponents per rigorós ordre de data d'acceptació i dins del volum, seguint un ordre bàsic que significa: articles generals, articles específics (ordenació sistemàtica o altra), notes curtes. La comissió tindrà cura d'adjudicar a cada article un nombre reduït de mots clau, que els autors hauran de suggerir d'antuvi.
3. El text podrà ésser redactat en qualsevol llengua culta moderna —bé que els autors del país hauran de fer-ho preferentment en la pròpia— i haurà d'anar acompanyat d'un resum, que reflecteixi clarament el contingut del treball, en anglès, francès o alemany, sempre que no sigui cap d'aquestes tres llengües del treball; en aquest cas, el resum es farà en català i, opcionalment, i a més, es podrà acompanyar d'un extret curt (5 ratlles) en la llengua del treball. En qualsevol cas, els textos hauran d'ésser correctament redactats, sigui quina sigui la llengua en què es presentin.
4. Els autors procuraran que llurs comunicacions originals no excedeixin les 30 pàgines (incloent-hi figures, taules i bibliografia); les comunicacions curtes o notes no excediran les 5 pàgines (incloent-hi, igualment, figures, taules i referències; les figures i taules seran les mínimes indispensables). Les comunicacions curtes portaran un extret curt en lloc de resum.
5. La col·lecció té uns principis semiològics propis que l'autor ha de respectar. Això no obstant —i partint de la base que els caràcters cursius seran emprats preferentment només per als noms científics i per als neologismes intraductibles, que les citacions textuals, independentment de la llengua, seran consignades en rodona i entre cometes, i que els noms d'autor aniran en versaleta—, hom recorda als autors que un subratllat senzill significa lletra cursiva (*cursiva*), un doble subratllat lletra versaleta (VERSALETA), un triple subratllat caixa alta (*majúscules*) (CAIXA ALTA), i un subratllat ondulat negreta (*negreta*). La col·lecció mirarà de respectar els desigs dels autors, i alhora els recomana que tinguin compte de la forma i de la tipografia dels treballs publicats en aquest volum.

(Continua a la contracoberta posterior)

The collection «Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural» (*Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*) is destined to publish original, inedited contributions to the fields of Botany, Geology and Zoology. The Publications Commission of the I.C.H.N., aided by the Board of Publications, formed by specialists in the diverse fields of natural sciences, considers the value of each of the texts submitted by the authors and report on them to the Directing Council of the propitiating entity; the Council then decides the convenience or inconvenience of the publication. The volumes, often monographic, are supplied free of charge to the authors and members of the I.C.H.N., and also to the centres with whom there is an agreement on an exchange basis for publications; other forms of supply may be established according to each particular case.

The authors who wish to publish their papers in the collection should bear in mind the recommendations given in *Guide for the preparation of scientific papers for publication* (UNESCO SC/MD/J Paris, 1968). They should also respect the following principles and rules of the collection:

1. The papers, typewritten on Din A-4 sheets, one side only and double spacing, must be submitted in duplicate and preceded by a concise title but which is sufficiently suggestive of the content of the paper, by the name of the author or authors in the way in which they wish to sign the paper (one or two surnames, full Christian name or initials, etc.), by the name of the centre or centres, if any, to which the author or authors belong, and by their full address. The paper submitted to the Publications Commission will also show the date of delivery, which will figure in the final publication, if accepted, the date of delivery will be that of presentation of the paper independently of whether the Commission or the Board of Publications consider that the author must revise it and this causes a delay in the final presentation.
2. The papers finally accepted are published in the corresponding «Treballs» in strict date order of acceptance, and the basic order within the issue is the following: general articles, specific articles (in systematic or another order), short notes. The Commission will take care of applying a limited number of key words to each article, which the authors will suggest beforehand.
3. The text may be written in any modern language —although local authors should preferably write in their own language—, and must be accompanied by a summary, that clearly reflects the content of the paper, in English, French or German, provided that none of these three is the language of the paper; if this were the case, the summary will be written in Catalan and, optionally, it may be accompanied by a brief abstract (5 lines) in the language of the paper. In any case the texts should be correctly written, whichever language is used for presenting the paper.
4. The original communications must not exceed 30 pages (including figures, tables and references); the short communications or notes must not exceed 5 pages (also including figures, tables and references; figures and tables will be the minimum essential). The short communications will be accompanied by a brief abstract instead of a summary.
5. The collection has its own semiological principles which the authors must respect. Nevertheless —and bearing in mind that italic letters will be employed preferably only for scientific names and for untranslatable neologisms, that quotations, independently of the language, will be given in roman type and between inverted commas, and that the names of authors will be given in small caps—, the authors are reminded that a single underlining means italics (*italics*), a double underlining small caps (SMALL CAPS), a triple underlining capital letters (CAPITALS), and a wavy underlining boldface (**boldface**). The collection will try to respect the authors wishes, but they are also advised to bear in mind the form and typography of the papers published in this issue.

(Continued inside back cover)

**Biogeografia de la Mediterrània occidental**



# TREBALLS

de la

## Institució Catalana d'Història Natural

filial de l' INSTITUT D' ESTUDIS CATALANS



fundada el 1899

### Biogeografia de la Mediterrània occidental

Barcelona 1981

núm. 9

This One



NNC3-ES7-6J3Y

**La Comissió de Publicacions de la Institució Catalana d'Història Natural està formada pels següents membres (des de la data que s'indica):**

**Joandomènec Ros (Cap de la Comissió, febrer 1978),  
Montserrat Brugués (Botànica, febrer 1979),  
Ramon-Maria Masalles (Botànica, abril 1978),  
Joaquim Nogués (Geologia, febrer 1979),  
Eduard Petitpierre (Zoologia, febrer 1979),  
Valentí Sans (Zoologia, abril 1978),  
Jordi Serra (Geologia, abril 1978)**

**La Institució Catalana d'Història Natural  
agraeix a la**

***Diputació P. de Barcelona***  
**el suport econòmic facilitat**  
**per a l'edició d'aquest volum**

**ISBN: 84-7283-033-0**

**Dipòsit legal: B. 15.084-1981**

**Producció: KETRES**

**Imprès a Impremta Juvenil, S. A. - Maracaibo, 11 - Barcelona-30**

## PRESENTACIO

*Algunes notables disjuncions les relacions entre la vida a les illes i a terra ferma, el món hipogeu que reflecteix distribucions antigues, i altres temes selectes han mantingut sempre l'interès dels nostres naturalistes per la biogeografia històrica i expliquen la bona acollida que sempre té la proposta d'una reunió per a parlar-ne.*

*Ara feia anys que no havíem tingut ocasió de trobar-nos amb aquest objectiu específic. Entretant han avançat els coneixements i han canviat alguns punts de vista. La concepció wegeneriana ja no ocupa una posició vergonyant enfront les crítiques de la geofísica. El substrat diguem lamarckista de la biogeografia en general i de la francesa en particular (pensem en Jeannel) troba noves vies d'interpretació, si no plena justificació, dintre el context de polèmiques recents sobre idees no tan recents, que oposen, de nou, la visió de formes vicàries, o l'hologènesi (Rosa, Croizar, Willis), a la visió de migració i d'evolució que sembla més lligada a la teoria «ortodoxa» i sintètica de l'evolució. És evident que la realitat és més complexa i que les posicions oposades s'harmonitzen en un món canviant, on en certs llocs i en certes èpoques, es fa història, deixant menys testimonis dels que voldríem, mentre que en d'altres s'escriu la història amb una redundància extremada. La regió mediterrània és d'una gran riquesa i complexitat i no hem pas sabut aprofitar-les per aportar més materials concrets. Coneixem poc les nostres espècies i llur distribució geogràfica i tot intent de síntesi ensopega amb aquesta feblesa. Els problemes de la biogeografia neixen de la història de la història; mai no hi ha una harmonia o equilibri precisos entre les condicions ecològiques actuals i la distribució present de les estirps i aquesta no s'explica senzillament per aquella. Hi ha tota una jerarquia de mecanismes de pertorbació: els moviments de les plaques continentals, les alteracions locals a llur perifèria, les fluctuacions climàtiques que mobilitzen les biotes al damunt dels espais que colonitzaven, i els propis genotipus que conserven en llur arxiu genètic vestigis d'antigues connexions i derivacions. Podríem agrupar els treballs presentats en aquesta reunió en tres seccions: 1) distribucions antigues, relacionades amb la dinàmica de les plaques majors; 2) distribucions no tan antigues, relacionades principalment amb la història única del Mediterrani durant el Cenozoic superior, i 3) distribucions polides per les fluctuacions climàtiques de fa pocs mil·lennis.*

*Hem escollit Sabadell perquè ha estat un centre important a dinamitzar les nostres concepcions biogeogràfiques. El Dr. Miquel Crusafont, que ens honora amb la seva presència, ha reunit ací una base factual impressionant que ajuda a reconstruir el passat. Ell intuï molt bé la importància dels canvis a partir del Miocè, que han estat confirmats i precisats amb l'estudi recent dels sediments mediterranis. Les reunions*

*organitzades pel Dr. Crusafont al Museu de Sabadell són inoblidables per als qui tinguérem el privilegi d'assistir a algunes; venia gent de fora, veritables caps de brot, i les discussions creatives mai no s'esllanguien. Crec que recullo el desig dels presents en dir-li com apreciem la visió sintètica que ha tingut sempre de l'evolució i de la biogeografia i que el remerciem per haver mantingut un caliu que vull creure que no ens deixarà durant les nostres sessions de treball.*

**R. MARGALEF**



## ELS ASPECTES DE LA HISTÒRIA GEOLÒGICA DE LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL FINS AL MIOCÈ MITJÀ

Josep-Maria Fontboté

### Nota de la Comissió de Publicacions de la ICHN

No havent rebut fins la data final d'admissió d'originals (desembre de 1980) l'article o el resum corresponent a aquesta comunicació, la Comissió de Publicacions ha cregut convenient intentar suplir-los amb una reduïda llista de referències bibliogràfiques relacionades, parcialment o total, amb el tema que sota l'encapçalament indicat va desenvolupar l'autor. Aquesta llista és:

- BIJU-DUVAL, B., LETOUZY, J. & MONTADERT, L. 1978. Structure and evolution of the Mediterranean basins. In: *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*. H. Hsü et al., ed. U.S. Government Printing Off. Washington, 42 (1): 951-984.
- DEWEY, J. F. & BIRD, J. M. 1970. Mountain belts and the new global tectonics. *J. Geophys. Res.*, 75: 2625-2647. (Reproduït a *Plate Tectonics and Geomagnetic reversals*, A. Cox, ed. Freeman. San Francisco. 1973: 610-631).
- DEWEY, J. F., PITMAN, W. C., RAYAN, W. B. F. & BONIN, J. 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84: 3137-3180.
- DURAND-DELGA, M. & FONTBOTÉ, J.-M. 1980. Le cadre structurale de la Méditerranée occidentale. *Mémoire. B.R.G.M.*, 115: Coll. C5, 26e. Congr. Géol. Intern., «Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys». Orléans: 67-85.
- PFANNENSTIEL, M. 1975. Die Entstehung des Alboranmeeres aus dem altern Alboranland. *Mém. Inst. Océan. Monaco*, 8: 1-70.
- RÍOS, J. M. 1975. El mar Mediterráneo occidental y sus costas ibéricas. Las tierras firmes. *Homenaje al Prof. D. Manuel Lora-Tamayo*. R. Acad. Cien. Exactas Físicas Naturales: 147-192.
- RÍOS, J. M. 1975. El mar Mediterráneo occidental y sus costas ibéricas. Las áreas marinas. *Rev. R. Acad. Cien. Exactas Físicas Naturales*, 69 (2): 285-473.
- STORETWED, K. M. 1973. Genesis of the West Mediterranean basins. *Earth and Planet. Sci. Letters*, 21 (1): 22-28.
- STRUCTURAL HISTORY OF THE MEDITERRANEAN BASINS. 1977. Symposium, Split, 1976. Technip. Paris.
- UYEDA, S. 1980. *La nueva concepción de la Tierra*. Blume. Barcelona.
- WILSON, J. T. (Ed.). 1978. *Deriva continental y tectónica de placas*. Blume. Madrid.



## PARTICULARITATS DE LES COMUNITATS DELS ESCULLS MESSINIANS (MIOCÈ SUPERIOR) I SIGNIFICACIÓ DE LLUR PRESERVACIÓ PARCIAL A LA MEDITERRÀNIA ACTUAL

M. Esteban

### Nota de la Comissió de Publicacions de la ICHN

No havent rebut fins la data final d'admissió d'originals (desembre de 1980) l'article o el resum corresponent a aquesta comunicació, la Comissió de Publicacions ha cregut convenient intentar suplir-los amb una reduïda llista de referències bibliogràfiques relacionades, parcialment o total, amb el tema que sota l'encapçalament indicat va desenvolupar l'autor. Aquesta llista, que el propi autor ha fornït, és:

- BOSSIO, A., ESTEBAN, M., GIANNELLI, L., LONGINELLI, A., MAZZANTI, R., MAZZEI, R., RICCI-LUCCHI, F. & SALVATORINI, G. 1978. Some aspects of the Upper Miocene in Tuscany. *Messinian Seminar*, 4, Rome.
- DABRIO, J. M., ESTEBAN, M. & MARTIN, J. M. (en premsa). The coral reef of Níjar, Messinian (Uppermost Miocene), Almería Province, SE Spain. *Journ. Sediment. Petrol.*
- ESTEBAN, M. 1979-1980. Significance of the Upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- ESTEBAN, M. & GINER, J. 1977. Field-guide to Santa Pola Reef. *Messinian Seminar*, 3, Field Trip, 5: 23-30.
- ESTEBAN, M. & GINER, J. 1977. El arrecife de Santa Pola. In: *Ir. Seminario Práctico de asociaciones evaporíticas y arrecifales*, R. Salas (Ed.). Universidad de Barcelona. Barcelona.
- ESTEBAN, M. & GINER, J. (en premsa). Messinian coral reefs and erosion surfaces in Cabo de Gata (Almería, SE Spain). *Acta Geológica Hispánica*.
- ESTEBAN, M., CALVET, F., DABRIO, C. J., BARÓN, A., GINER, J., POMAR, L. & SALAS, R. 1977. Messinian (Uppermost Miocene) reefs in Spain: morphology, composition and depositional environments. *3rd. Int. Coral Reef Symp. Abstracts*, Miami.
- ESTEBAN, M., CALVET, F., DABRIO, C. J., BARÓN, A., GINER, J., POMAR, L. & SALAS, R. 1977. Aberrant features of the Messinian coral reefs, Spain. *Messinian Seminar*, 3, Abstracts.
- ESTEBAN, M., BOSSIO, A., GIANNELLI, L., MAZZANTI, R., MAZZEI, R. & SALVATORINI, G. 1978. The Messinian reef complex («Calcare di Rosignano») in Tuscany. *Abstract, Messinian Seminar*, 4.



## MIGRACIONS I ENDEMISMES DE MAMÍFERS A LA PENÍNSULA IBÈRICA DURANT EL NEOGEN

Jordi Agustí \* i Josep Gibert \*

Rebut: setembre 1978

### RÉSUMÉ

#### Migrations et endemismes des Mammifères dans la Péninsule Ibérique pendant le Néogène

On résume dans ce travail les principales données concernant les phénomènes de migration des Mammifères dans le Néogène de la Péninsule Ibérique. On accorde une attention spéciale aux cas des Micromammifères.

Au commencement de l'Aragonien, un assez important mouvement a lieu, avec l'inmigration de **Anchitherium**, **Gomphotherium**, **Deinotherium**, **Procervulus**, **Lagomerix**, etc. Tous semblent arriver à la Péninsule Ibérique à travers les Pyrénées. Il faut souligner une certaine différenciation faunistique entre les conques de l'intérieur et les conques du littoral méditerranéen. Comme émigrants, nous avons les genres **Schlossericion**, **Myomimus** et **Microdyromys**.

Au Vallesien, arrivent les genres **Hipparion**, **Progonomys**, **Palaeochoerus**, **Machalrodus** et les lagomorphes léporides, tous de provenance orientale. Comme unique cas d'émigration, on a, dans la limite Vallesien-Turolien, le soricide **Crusafontina endemica**.

Le Turolien commence avec l'arrivée de nouveaux immigrants d'origine orientale: **Hipparion mediterraneum**, **Microstonyx erymanthius**, **Percrocuta eximia** et le muride **Valerimys**. Dans le Turolien supérieur, on a les proboscidiens **Anancus** et **Pentalophodon**, un nouveau **Hipparion**, **H. crassum**, les murides **Paraethomys** et **Stephanomys** et les premiers représentants des genres **Cervus**, **Hippopotamus** et **Cricetus**. Les proboscidiens, ainsi que **Hippopotamus** et **Paraethomys** semblent être d'origine africain, tant que le reste sont d'origine orientale. Comme émigrants, il faut souligner dans cette époque les carnivores **Sivaonix**, **Enhydriodon**, **Plesiogulo** et **Indarctos** (on trouve ses descendants dans l'Asie).

Dans le Ruscinien, nous trouvons pour première fois des représentants des gerbillides, rongeurs africains adaptés à la sécheresse. Aussi, nous trouvons un nouveau muride d'origine orientale, **Castillomys** et les premiers rongeurs microtoides, tel que **Dolomys** (vrai microtode) et **Trilophomys**. Comme émigrant, on peut souligner le cas de **Ruscinomys europaeus**, proche à son extinction.

On constate ainsi une certaine uniformité du climat au cours de l'Aragonien et du Vallesien. Au Turolien, nous trouvons au Centre-Europe une faune encore forestière. Dans la région méditerranéenne s'installe une microfaune adaptée à la sécheresse que sera déplacée avec l'arrivée des microtoides.

\* Institut Provincial de Palcontologia. Sabadell. Barcelona.

Els estudis sobre migracions i endemismes a la Península Ibèrica, deguts sobretot a Crusafont, són bastant nombrosos pel que fa als grans mamífers. No obstant, les dades relatives a micromamífers són, més aviat escasses, per això en aquesta nota s'hi fa referència especial. Malgrat tot, hem citat els casos més significatius o interessants de macromamífers.

## ARAGONIA

### *Immigracions*

La base d'aquest subsistema correspon a un període de gran renovament faunístic. Durant aquest període, arriben a la Península els gèneres *Anchitherium* (èquids), *Gomphotherium* i *Deinotherium* (proboscidis) i *Procervalus*, *Lagomeryx* i *Palaeomeryx* (cèrvids; d'aquest últim es discuteix la seva possible relació amb *Amphitragulus major*). Tots apareixen per primera vegada a la MN 3. Els proboscidis són de procedència africana, però probablement colonitzaren la Península Ibèrica a través dels Pirineus. *Anchitherium* és originari d'Amèrica del nord i s'expandí ràpidament pel Neogen europeu. Els cèrvids són d'origen asiàtic i acompanyen aquest últim en la seva expansió.

Ja en aquesta època existeix una certa diferenciació faunística entre les conques de l'interior i les conques costaneres occidentals. Així, el gènere *Melissiodon*, cricètid aberrant relíquia de l'oligocè que persisteix a Europa occidental, es troba també a la conca del Vallès-Penedès, però manca a les conques de Calataiud-Daroca i Terol-Ademús.

### *Emigracions*

CRUSAFONT (1959) assenyala la migració a l'est del procionid *Schlosserion*, de l'orleanià inferior del Vallès-Penedès, origen de la línia dels ailurins (pandes) que, actualment, viuen a l'Àsia meridional. Com a forma intermèdia hi és *Parailurus*, del pliocè hongarès.

Cal assenyalar també durant aquest temps la sortida del glírid *Myomimus*, gènere que trobem ja a l'oligocè. Al turolí superior apareix a Pikermi (Chomateri, Grècia; *M. cfr. dehmi*). En el pliocè superior, el trobem a Maritsa, a l'illa de Rodès, llavors en connexió amb el continent. A l'actualitat, *M. personatus* viu al sud-est d'Europa, en un medi estepari; és l'únic

glírid actual d'estepa i no de bosc. No obstant, una línia de *Myomimus* persistirà fins al vallesià a les conques de l'interior de la Península com a endemisme (a Nombrevilla, *M. dehmi nombrevillae*).

Al principi de l'astaracià té lloc la ràpida emigració del glírid *Microdyromys complicatus* que, amb formes intermèdies en el miocè de França i pliocè de Baviera, Polònia i Hongria, donà lloc a l'actual *Glirulus japonicus*, del Japó.

## VALLESIA

### *Immigracions*

L'arribada de l'anomenada «fauna amb *Hipparion*» va suposar un canvi faunístic important en relació amb períodes precedents i determinà l'extinció d'*Anchitherium*, entre els macromamífers, i *Cricetodon* i *Fahlbuschia*, entre els micromamífers. Malgrat això, la persistència d'*Anchitherium* és un fet als jaciments vallesians de Nombrevilla (Calataiud-Daroca) i Can Ponsic (CRUSAFONT, 1976). D'altra part, el cricètid *Fahlbuschia* és present a l'esmentat jaciment de Nombrevilla i als nivells vallesians d'Hostalets de Pierola, al Penedès. La presència d'aquestes dues espècies contrasta força amb la fauna de micromamífers trobada al jaciment, encara aragonesa, és a dir, sense *Hipparion*, de Castell de Barberà; el seu contingut és molt semblant al dels jaciments vallesians, sense *Cricetodon* ni *Fahlbuschia*, reemplaçats pel cricètid semi-hipsodont *Hispanomys* (originat a partir de formes primitives de *Cricetodon*). Podem, per tant, dir que el canvi climàtic al Vallès precedeix l'arribada de l'*Hipparion*, mentre que, al Penedès i a Nombrevilla, l'arribada de l'*Hipparion* precedeix al canvi climàtic.

Amb *Hipparion*, arriben en aquesta època els gèneres *Progonomys* (múrid), *Palaetragus* (giràfid), *Machairodus* (fèlid) i els lagomorfs lepòrids. Aquesta migració constitueix la més important del Neogen (MN 9). *Hipparion* presenta una història semblant a la d'*Anchitherium*: originari d'Amèrica del nord, s'expandeix ràpidament durant el vallesià per Euràsia. *Palaetragus* apareix per primera vegada al Neogen inferior de Tung-Gur (Mongòlia) i, probablement, acompanya *Hipparion* en la seva expansió, a l'igual que els altres taxa.

*Progonomys cathalai* és el primer mú-

rid que arriba a la Península. Procedeix d'*Antemus*, de l'astaracià de Daud-Khel (Siwaliks), el més antic múrid trobat fins ara. *P. cathalai* es troba en proporcions exigües al vallesià inferior de Can Llobateres. La presència d'aquesta mateixa espècie al jaciment marroquí d'Oued-Zra, d'edat semblant, sense que cap element faunístic faci suposar un intercanvi amb la Península Ibèrica, suggereix una colonització simultània, desde l'est, de les dues riberes del Mediterrani. La primera cita de *Progonomys* a les conques de l'interior correspon a la localitat de Pedregueras IIC (conca de Calataiud-Terol). No obstant, l'espècie predominant als nivells vallesians de la citada conca és *P. hispanicus*, diferent de *P. cathalai*. Aquest fet, juntament amb la presència del cricètid *Hispanomys aragoniensis*, relacionat filogenèticament amb *H. decedens*, de la localitat francesa de La Grive, i no amb els *Hispanomys* ibèrics, fa pensar que el poblament de les conques interiors es va realitzar per una via diferent de la del Vallès-Penedès, tal vegada pels Pirineus occidentals.

Pel que fa a *Hipparion*, descendents de *H. primigenium*, de les conques centreuropees, es localitzen als jaciments de la Seu d'Urgell (vallesià inferior) i, per tant, sembla probable la seva arribada a través dels Pirineus orientals i la colonització durant el Vallesià de la península. Així, trobem *H. catalaunicum* al Vallès-Penedès, *H. koegnswaldi* a la conca de Calataiud-Daroca i *H. melendezi* a les conques centrals. Hi ha, per tant, un cert paral·lisme entre les expansions de *Progonomys* i *Hipparion* per la península.

### Emigracions

Aquestes són molt escasses i tenen lloc únicament durant el vallesià superior. Citem tant sols el cas de *Crusafontina endemica* (sorícid), trobat per primera vegada en els nivells superiors de l'aragònia; el trobem durant el vallesià al Vallès i a Terol i, en el turolità inferior, ja apareixen descendents seus a Kohfidisch (Àustria). Posteriorment, els trobem al pliocè de Mongòlia i estan representats a la fauna actual per *Anourosorex squamipes* i *A. assamensis*, de l'est de Xina.

## TUROLIA

### Immigracions

En el turolità té lloc el reemplaçament de la fauna forestada de tipus centreuropeu del vallesià per una altre de tipus més sec, formada, en bona part, per immigrants orientals.

La primera immigració del turolità arriba a la península durant la MN 11 i és formada per les espècies *Hipparion mediterraneum*, de procedència oriental; *Microstonyx erymanthius*, un suïd d'origen asiàtic; *Percrocuta eximia*, hiènid d'origen també asiàtic i els múrids *Valerimys* i *Parapodemus* (potser aquest últim sigui descendent de *Progonomys*).

En el turolità superior, els immigrants són més nombrosos, ja que en aquesta època s'inicia la profunda regressió marina del messinià. Així, BERGOUNIOUX assenyala l'entrada per l'estret dels proboscídis *Ananclus* i *Pentalophodon*. També d'origen africà és el primer hipopòtam de la història geològica conegut fins ara, *Hipopotamus primaevus*. D'origen oriental són *Hipparion crassum*, els primers representants del gènere *Cervus* i *Paraethomys*, un múrid que es troba simultàniament al nord d'Àfrica; aquesta distribució del múrid sembla producte d'una colonització simultània de les dues riberes del Mediterrani. Així mateix, arriba en aquesta època *Stephanomys*, un múrid molt hipsodont, i els primers representants del gènere *Cricetus*. Tal associació revela l'existència d'un medi de tipus estepari en aquestes regions.

### Emigrants

CRUSAFONT (1965) assenyala l'emigració de lútrids i úrsids trobats als jaciments de la zona de Terol (MN 12) vers l'est, els descendents dels quals arribaren fins a la península índica i Xina. Aquest seria el cas de *Sivaonix*, *Enhydriodon*, *Plesiogulo* i *Indarctos*.

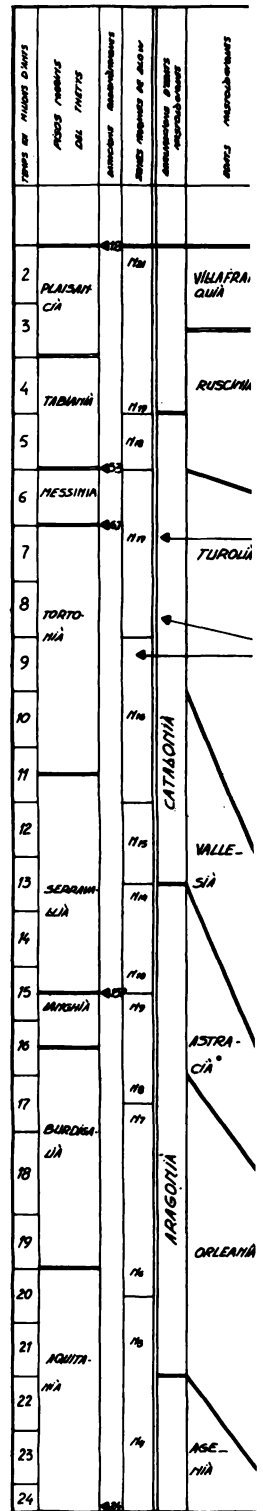
D'altra banda, es pot admetre la penetració en Àfrica, durant la MN 13, dels llinatges d'*Hipparion*, hipsodonts originats a partir de *H. periafricanum* i *H. gromovae*, del turolità aragonés.

## RUSCINIA

### Immigracions

En aquesta edat sembla arribar al seu màxim la regressió marina i són excep-

FIG. 1. Presència dels mamífers fòssils més significatius. A l'esquerra, les principals divisions estratigràfiques marines i continentals, així com la seva correlació segons les dades actuals i les subdivisions proposades (Unitats Mastològiques de MEIN (MN) i Zones de BLOW (N)). Per a la seva confecció s'han escollit els taxa més significatius, tant de macromamífers com de micromamífers del Neogen. També s'han tingut en compte la qualitat i abundància de dades bibliogràfiques. Sempre que és possible, s'assenyalen les edats absolutes, a més de les correlacions entre les ja mencionades subdivisions. Présence des espèces de Mammifères fossiles les plus significatives dans le Néogène de l'Espagne. A gauche, les principales divisions stratigraphiques marines et continentales (zones mastologiques de MEIN, MN, et zones de BLOW, N). Pour sa confection on a choisi les taxa les plus significatifs, tant de macromammifères, comme de micromammifères du Néogène. On a aussi considéré la qualité et l'abondance des données bibliographiques. Quand il a été possible, on a souligné les âges absolues et les corrélations établies entre les échelles marine et continentale.







cionals les migracions. La presència de gerbílids a les localitats de Goraffe I i Caravaca (DE BRUIJN, 1974), rosegadors adaptats a una gran aridesa, prova l'existència d'un intercanvi faunístic amb Àfrica. També en els esmentats jaciments es troba per primera vegada a la península el gènere *Castillomys*, múrid d'origen oriental que persistirà fins l'interglaciari Gunz-Mindel com a relíquia.

En un nivell una mica més alt (Goraffe II), dins de la mateixa MN 14, es troben dos immigrants d'origen paleàrtic: *Trilophomys*, un cricètid molt hipsodont, i *Dolomys*, el primer arvicòlid que arriba a la península. Al jaciment d'Orrios, sincrònic de l'anterior, trobem un altre immigrant paleàrtic: *Apodemus dominans*. Existeix, per tant, un important tall faunístic. *Mimomys stehlini*, un altre arvicòlid, també d'origen paleàrtic, arriba una mica més tard, a la MN 15.

L'arribada dels gèneres arvicoloides (*Trilophomys*, *Mimomys*, *Dolomys*) provocà una important regressió a la taxocenosi de múrids, a més de l'extinció del cricètid *Ruscinomys*. Donat que aquests gèneres són d'origen nord-europeu, es pot pensar que l'inici del Ruscinià es va veure acompanyat d'un refredament del clima (VAN DER WEERD, 1976).

### Emigracions

Descriurem, tant sols, el cas de *Ruscinomys*, cricètid progressivament hipsodont originat a partir d'*Hispanomys* al començament del turolità (MN 12). A través de la seqüència *R. schaubi* - *R. lasallei* s'arriba a *R. europaeus* que, present als jaciments de Lafna i Caravaca, es localitza també al Rosselló.

## PROVÍNCIES PALEOBIOGEOGRÀFIQUES

Durant el Neogen inferior i el vallesià, el clima va ésser bastant homogeni a tota Europa. Prova d'això són les importants similituds faunístiques entre la Península Ibèrica i la resta d'Europa.

Així, les faunes de Castell de Barberà (Vallès) són semblants a les d'Anwill (Suïssa); les de Manchones (Calataiud-Daroca), a les de Sansan (França), i les de Can Llobateres (Vallès) a les d'Eppelsheim (Alemanya). Aquesta similitud pot ampliar-se al vallesià del Mediterrani oriental, donada la semblança faunística entre Kas-

tellios Hill (Creta) i Masía del Barbo (Terol). No obstant, en aquesta edat ja apareixien elements autòctons a Biodrak (Grècia), els quals confereixen certes característiques diferencials a aquestes faunes orientals (DE BRUIJN, 1976).

En el turolità inferior (MN 11) és quan s'inicia un canvi significatiu entre les faunes mediterrànies i les centreuropees, com pot comprovar-se comparant els jaciments d'Alfambra-Tortajada amb el sincrònic de Kohfidisch (Àustria). De setze espècies de micromamífers sols n'hi ha tres en comú. La presència de desmans, mussaranyes-talpó, esquiroles volants, castors i porcs espins a Kohfidisch indica un medi humit i forestat, en certa mesura semblant a l'imperant durant el vallesià al Vallès. Contràriament, la presència de cricètids i múrids amb tendència a la hipsodontia a Alfambra-Tortajada indica una inclinació a l'aridesa.

És a dir, que d'un clima més o menys homogeni durant el Neogen inferior, es passa, a l'inici del turolità (MN 11), a una diversitat climàtica que determina, a les regions circummediterrànies, una secada més gran que a les zones del centre d'Europa. Aquest canvi climàtic té com a conseqüència la implantació al sud d'Europa d'una fauna de cricètids i múrids especialment adaptats a l'aridesa que retardà l'expansió dels arvicòlids.

Aquesta fauna de múrids i cricètids permeté a MICHAUX (1971) definir la província climàtica ibero-occitana, situada al sud-oest d'Europa. L'anàlisi de les microfaunes del Mediterrani oriental i de Grècia indica l'absència d'arvicòlids al sud-est d'Europa així com la presència d'una fauna formada pels mateixos grups que al sud-oest d'Europa o per formes convergents, tot i ésser la influència asiàtica i africana més marcada. Els fenòmens climàtics van ésser doncs, semblants a tota la ribera septentrional.

## CONCLUSIONS

Tot al llarg d'aquest treball ha estat possible observar, pel que fa a les relacions mastofaunístiques de la Península Ibèrica amb zones adjacents, l'existència de certes regularitats lligades a l'evolució fisiogràfica del Thetys i Parathetys europeu.

Pel que fa a les migracions, els immigrants procedeixen de tres regions geogrà-

fiques diferents: Asia, Europa septentrional i el nord d'Àfrica. De fet el nombre més gran d'immigrants correspon al primer cas (migracions asiàtiques).

Pel que fa a Àfrica, una autèntica comunicació a través de l'estret de Gibraltar no té lloc fins al Turolià superior i el Ruscinà inferior (MN 13-MN 14); a la resta dels casos de comunitat faunística, es tracta d'una colonització simultània de les dues riberes. Així, doncs, l'estret de Gibraltar ha constituït una barrera bastant més important del que en principi seria d'esperar. L'existència de formes comunes a les dues bandes i, en alguns casos, de formes convergents (p. ex., *Hispanomys/Zramys*), du a pensar que la dissimilitud ambiental no va ésser molt gran.

En qualsevol cas, les migracions d'origen holàrtic són clarament predominants sobre les africanes (per exemple, la invasió de formes arvicoloïdes a l'inici del Ruscinà).

Pel que fa als processos migratoris, es poden assenyalar certes diferències quant a «l'estil» d'algunes d'elles. Un exemple clar el tenim en les migracions d'*Hipparion* i *Progonomys*. Així, a Can Llobateres, on apareix per primera vegada aquesta associació, *Hipparion* hi és molt abundant, mentre que *Progonomys* hi és escassíssim, havent-se tret, no obstant, un gran nombre de micromamífers. Aquesta desproporció no fa sinó mostrar el diferent caràcter de les dues migracions. Els múrids haurien seguit paulatinament el canvi climàtic, en tant que la invasió des de l'est de l'*Hipparion* estaria lligada a la desaparició de l'estret de Bering, fet que devia donar lloc a una invasió rapidíssima i massiva.

En un cas, per tant, tindríem espècies molt compromeses amb un biòtop deter-

minat i que devien seguir pas a pas els desplaçaments climàtics. En l'altre cas, la migració o estacionament d'una espècie en una determinada regió devia estar lligada més aviat a l'existència d'obstacles naturals.

## BIBLIOGRAFIA

- DE BRUIJN, H. 1967. Gliridae, Sciuridae y Eomyidae (Rodentia, Mammalia) miocenos de Calatayud (Prov. Zaragoza, España) y su relación con la bioestratigrafía del área. *Bol. Ins. Geol. y Min. Esp.*, 78: 187-000.
- DE BRUIJN, H. 1974. The Ruscinian rodent succession in Southern Spain and its implications for the biostratigraphic correlation of Europe and North Africa. *Senckenbergiana Letheae*, 558: 000-000.
- CRUSAFONT, M. 1959. Trouvaille en Espagne du plus ancien Procyonidé d'Eurasie. *Ann. Paleontologie*, XLV: 127-140.
- CRUSAFONT, M. 1965. Perythetyan relationships in the Upper Tertiary Mammalian faunas. Homenaje al Prof. Wadia. *Mining and Metallurgical Ins. of India*: 301-305.
- CRUSAFONT, M. 1976. Corrigenda. *Bol. Inf. Ins. Prov. Paleont.*, 2, VIII.
- CRUSAFONT, M. & GOLPE, J. 1962. Présence dans le Miocène d'Espagne de Mustelidés connus à l'Est sur les bords de la Thétys. *C. A. Acad. Sciences*, CCIV: 1-3.
- CRUSAFONT, M. & GOLPE, J. 1971. Hallazgo del género *Anchitherium* en el Vindoboniense del Vallés-Penedés. *Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 69: 297-298.
- CRUSAFONT, M., ADROVER, R. & GOLPE, J. 1964. Découverte dans le Pikermien d'Espagne du plus ancien des Hippopotames. *C. R. Acad. Sciences*, 258: 1-4.
- HARTENBERGER, J. L., MICHAUX, J. & THALER, J. 1967. Remarques sur l'histoire des rongeurs de la faune à *Hipparion* en Europe sud-occidentale. *Colloque sur l'Evolut. des Vertébrés (C.N.R.S.)*: 503-509.
- WEERD, A. VAN DER. 1976. Rodent faunas of the Mio-Pliocene of the Teruel-Alfambra region, Spain. *Utrecht Micropal. Bull., Spec. Public.*, 2: 1-218.



## VARIANTS DEL POBLAMENT ENTOMOLÒGIC DE LA PENÍNSULA IBÈRICA

F. Español \*

Rebut: novembre 1979

L'experiència ens ensenya que cada una de les diferents contrades d'un determinat país té la seva fauna i que aquestes variacions en el poblament animal obeeixen moltes causes, actuals les unes, històriques les altres.

Hom reconeix, per altra part, que les terres ibèriques, per llur situació privilegiada en ple Mediterrani occidental, amb connexions geogràfiques presents o passades al nord amb la resta del continent europeu, a l'est amb les illes i les penínsules mediterrànies, al sud amb el continent africà, i a l'oest amb les terres transatlàntiques, presenta molt marcada l'esmentada diversificació, accentuada encara per les accidentades geografia i climatologia actuals pròpies dels països ibèrics, contrades que ens brinden, per tant, un tema interessant d'estudi en el camp de la biogeografia.

Cal, però, advertir que la biogeografia no és una ciència exacta i que moltes de les conclusions a les quals arriben els seus cultivadors descansen sobre fets no comprovats, sobre bases poc sòlides o sobre interpretacions errònies; en una paraula, es tracta d'un camp molt insegur on poden rrelliscar fàcilment fins i tot per part dels més prestigiosos naturalistes.

Es per això que l'autor, per tal de petjar ferm en terreny tan movedís, s'ocupa solament dels coleòpters, grup ben conegut per ell, al qual ha consagrat més de 45 anys de dedicació plena, i un dels més

idonis per a la investigació biogeogràfica donats l'arcaïme, l'abundància i l'endemisme de molts dels seus representants.

A base, doncs, dels indicats insectes hom arriba a distingir, al llarg i ample de la geografia ibèrica, una sèrie d'enclavaments faunístics ben diferents els uns dels altres per llurs habitants.

Es així com els relleus pirinencs i prepirinencs guarden una munió de vells pobladors, tots ells endèmics, restes d'un primitiu llinatge termòfil vingut de l'est i confinat majorment al domini subterrani, com és el cas dels *Speonomus* i gèneres afins, dels *Aphaenops*, *Geotrechus* i tants d'altres, la presència dels quals en els susdits relleus queda, en part, dissimulada per l'abundància d'elements criòfils, d'aficions muntanyenques, els quals, procedents dels massissos hercinians europeus, arribaren més tardanament als Pirineus, límit, per a molts d'ells, de llur infiltració vers el sud-oest. Hi ha entre aquests immigrants nombrosos caràbids, curculiònids, etc., la llista dels quals seria interminable. Figuren encara en aquest sector, si bé en nombre molt reduït, les avançades de determinats elements lusitans i estèpics ibèrics, dels quals són exemple *Calymnaderus solidus* entre els primers, i *Apitinus displossor* entre els segons.

Si dels Pirineus passem al sector cantàbric observem, tot seguit, una marcada atenuació de la influència pirinenca, compensada per la progressiva riquesa, vers

\* Museu de Zoologia. Parc de la Ciutadella. Barcelona.

occident, d'elements lusitans, molts dels quals (*Coelometopus*, *Lamprocrypticus*, *Phthora*, *Aegialia*, etc.) no arriben als Pirineus; quant a l'originalitat faunística d'aquest sector cal cercar-la en les formes autòctones repartides entre el medi epigeu, com és el cas del gènere *Anchomenidius*, i l'hipogeu, en el qual compten els diferents gèneres del grup *Speocharis*, el gènere *Apoduvalius* i molts d'altres, descendents tots de vells pobladors vinguts del Mediterrani oriental. Pot afegir-s'hi encara que pel que fa als sabulícoles marins, llur composició és bastant més pobra i netament diferent de la de les costes mediterrànies.

Un xic més a ponent, en terres gallegues, comença el sector lusità, definit principalment pel caràcter atlàntic de la seva fauna, molt rica i emparentada amb la de les illes Madeira (*Coelometopus-Macrostethus*, *Lamprocrypticus* - *Ellipsodes*, *Aepus gallecus* - *Aepus gracilicornis*), amb la de les costes occidentals europees (*Aepus* - *Aepopsis*, *Tentyria* del grup *curculionoides*, *Xanthomus*, *Phylan gibbus*, *Phaleria cadaverina*, *Ph. atlantica*) i comptant a més a més elements d'origen bètico-rifeny (*Erodius*, *Isocerus*) al costat d'altres d'afinitats americanes (*Calymmaderus*, *Phthora*, *Aegialia*). Falten, en canvi, els cavernícoles pròpiament dits.

Segueix Andalusia occidental, que guarda una fauna epigea riquíssima i molt variada, amb un marcat caràcter bètico-rifeny, on abunden els endemismes comuns o vicariants en una i altra banda de l'estret; presents també, però menys abundants, els elements lusitans que des del sud de Portugal avancen cap a l'est a cavall dels relleus andalusos. La fauna hipogea hi és, en canvi, més escassa i en podrien servir d'exemple els *Geocharis* en el medi endogeu i diferents *Sphodrini* en el cavernícola, els uns i els altres d'afinitats marroquines; és digna també d'esment la falta en el domini subterrani d'aquest sector de *Bathysciinae* substituïts per *Catopinae* del gènere *Speonemadus*, acompanyats d'alguns *Trechus* i *Platyderus*, tots poc evolucionats i amb la impressió de tractar-se de cavernícoles recents.

L'altra Andalusia, l'oriental, ens ofereix una sensible atenuació del caràcter bètico-rifeny i, a la vegada, afinitats manifestes amb la fauna de Berberia oriental, com també amb el sector valencià (*Megacephala*, *Ectromopsis*, determinats *Erodius*,

*Pachychila*, *Nesotes*, *Xyletinus*, etc.). Abunden, com en el sector occidental, les formes endèmiques, les més mediterrànies, però també lusitanes (*Coelometopus*, *Lamprocrypticus*) i fins i tot europirinenques (*Melanimon*, *Cobosorina*, *Synuchus*), les unes i les altres confinades a les parts més o menys altes de les serralades. Quant a la fauna cavernícola, recorda la d'Andalusia occidental i és constituïda principalment per *Sphodrini* i *Speonemadus* vicariants de la d'aquesta.

Seguint el litoral mediterrani entrem en el sector que des de Múrcia s'allarga fins al curs baix de l'Ebre, objecte aquests darrers anys d'actives recerques tant en el medi epigeu com en l'hipogeu, el resultat de les quals ens permet afirmar que la fauna del primer recorda bastant la d'Andalusia oriental tant per les evidents afinitats que presenta amb la marroquina oriental i oranesa, com per l'absoluta dominança en ella dels elements mediterranis, sense oblidar el caràcter català i les afinitats balears d'alguns dels seus representants. La de la segona, en canvi, res no té a veure amb la dels altres sectors, puix figura a l'interior dels seus fenòmens càrstics l'extraordinari *Ildobates*, acompanyat dels no menys interessants *Anillochlamys*, *Spelaeochlamys*, *Typhochlamys*, *Paraphaenops*, *Iberanillus*, *Spelaeotyphlus* i *Somodytes*, gèneres sense parió en tota l'àrea espanyola i que fan d'aquest sector un dels més importants refugis de fòssils vivents del carst mediterrani. Originalitat reforçada encara per la presència d'altres endèmics, si bé propis del domini epigeu, repartits entre els gèneres *Stenosis*, *Colpotus*, *Dendarus*, *Alphasida*, *Asida*, etc., com també dels gèneres *Trichis* i *Glycia*, no coneguts a la resta de la Península. Cal assenyalar, a la fi, els curculionids del gènere *Troglorrhynchus*, d'hàbitat endogeu, però que la creixent aridesa actual d'aquest sector ha confinat al medi cavernícola, i que trobem també en les cavitats subterrànies de les veïnes serres de Prades i Llaberia.

Al nord de l'Ebre segueixen les terres de la Catalunya estricta d'influència pirinenca i, a la vegada, mediterrània, terres que tanquen l'esmentat anell ibèric, a l'interior del qual se situen altres enclavaments faunístics com els corresponents al sistema Ibèric, a les serres de Guadarrama i Gredos, a les estepes dels Monegros, etcètera; enclavaments, tots ells, suscepti-

bles encara de ser origen d'ulteriors divisions i subdivisions que no escau detallar per llur excessiva extensió.

Respecte a la història d'aquest poblament tan heterogeni, cal dir que l'escassetat de dades paleontològiques disponibles no permet de seguir amb seguretat el procés que ha conduït a l'estat faunístic actual. No obstant això, hom pot, amb les conseqüents reserves, esbossar l'esdevinut a l'àrea mediterrània a partir de principis del Terciari.

En les primeres albors de l'esmentat període, l'actual Mediterrani estigué ocupat, ens diu Jeannel, per un vast continent, sotmès a un clima tropical, que des del Caucas s'estenia fins a la Península Ibèrica, amb connexions terrestres amb el continent asiàtic, del qual rebé importants aportacions faunístiques, i fou precisament en aquesta època de llarga durada que arribaren a les terres mediterrànies els vells llinatges d'Angara, els únics sembla, que tenien via lliure vers occident. Al sud d'aquest continent i separats per braços de mar se situaven a l'est l'Egeida meridional i a l'oest l'Altiplà marroquí, units l'un i l'altre amb les terres australs.

Restes d'aquells vells pobladors adés els trobem instal·lats en els Pirineus, monts Cantàbrics i País Valencià, de preferència en el domini cavernícola, on mostren cada un la descendència més o menys evolucionada de diferents llinatges l'antiguitat i procedència dels quals són revelades per llur caràcter asiàtic, com és el cas de diverses *Trechinae*; pel fet de pertanyer d'ordinari a grups confinats actualment a les regions tropicals, dels quals pot servir d'exemple la família *Platypodidae*; per llur repartiment en dos grups simètrics, l'un constituït per *Aphaenops*, *Speocharis*, *Inio-pachys*, *Chrysotribax*, etc., instal·lat en les restes de la Tirrènida, l'altre, en el qual compten *Aphaenopsis*, *Hoffmannella*, *Cechenus*, *Tribax*, etc., en les de l'Egeida septentrional, en fi per llur presència als Pirineus i altres relleus peninsulars i absència en les Balears, com és el cas dels *Bathysciinae*.

Durant l'Eocè, la transgressió marina del Lutecià, que cobrí quasi tota la península italiana, tallà pel mig el sudit continent, de manera que quedà a l'oest la Tirrènida i al sud d'aquesta el massís bètico-rifeny, ja diferenciat, i que acabà reunint-se a l'altiplà marroquí del qual rebé nombrosos elements d'origen austral; i a

l'est les dues Egeides, septentrional i meridional, separades per l'esmentat braç de mar, restes del qual són el llac d'Ochrida i el mar de Màrmara.

En el curs del Miocè, les transgressions marines del Burdigalià i del Tortonià fragmentaren, i en part submergiren, la Tirrènida, i desaparegueren, envaïdes pel mar, la quasi totalitat de les terres balears amb la conseqüent pèrdua de llurs vells pobladors. Però abans d'acabar-se el Miocè, la mar es retirà, a conseqüència d'un moviment de regressió de tota la Mediterrània, i reapareixeren la Tirrènida, la Itàlia central i l'Adriàtic; llavors s'uniren a l'est les dues Egeides per l'asseccament del solc transegu i es fracturà a l'oest el massís bètico-rifeny en obrir-se l'estret de Gibraltar, de manera que tota una sèrie d'elements australs fins aleshores presoners a l'Egeida meridional i al massís bètico-rifeny trobaren via lliure vers el nord i entraren a tota l'Europa mediterrània.

Tres particularitats permeten distingir aquests elements ibèrics d'edat miocena dels precedents: El fet de ser també d'origen austral; és així com els avantpassats dels *Lamprocrypticus*, *Pseudoseriscius*, *Litoborus*, *Scaurus*, *Cnemeplatia*, *Opatropis* i tants d'altres, arribaren a les terres ibèriques i deixaren al llarg de llur itinerari africà i mediterrani testimonis del seu pas. Estaven repartits en dos grups simètrics, l'un instal·lat en el Mediterrani occidental (illes Tirrenes Balears, Península Ibèrica, Berberia), i l'altre a l'Egeida meridional (Anatòlia); valen com exemples els gèneres *Spelaeacritus* i *Trechopsis*, saltant d'Àsia Menor a Espanya i illes Canàries el primer, i a les illes Balears i Algèria el segon. I llur presència a les Balears o a altres indrets del Mediterrani occidental (Sardenya, Península Ibèrica, Algèria, Marroc) i absència a la serralada Pirinenca, com és el cas dels *Colpotus*, *Dendarus*, *Duvalius*, *Zariquieya* i molts d'altres.

A finals del terciari i principis del quaternari, el fred en progressió ascendent empenyé vers la regió Mediterrània una nombrosa sèrie d'elements boreo-alpins, montícoles i de les terres baixes, d'àmplia dispersió europea i euroasiàtica, els quals trobaren en la Península Ibèrica un refugi on assegurar llur supervivència i retornar després, a mesura que s'anava suavitzant el clima, als seus biòtops europeus, però deixant constància del seu pas en els diferents relleus ibèrics.

Veiem així com els Pirineus i restants serralades peninsulars guarden una variada representació dels indicats elements que s'identifiquen tot seguit pel seu caràcter europeu o euroasiàtic.

Als esmentats immigrants, s'hi sumaren, probablement, d'altres, els quals aprofitant també les facilitats que les turmentades paleogeografia i paleoclimatologia mediterrànies posaren a disposició de llurs possi-

bilitats migratòries, però utilitzant, sembla també, les vies transatlàntiques, arribaren, sobretot en el curs del terciari, als vells massissos mediterranis (Nord-tirrènic, Numídic, Bètico-rifeny, Lusità) on s'installaren per donar nombrosa descendència que s'anà diversificant fins convertir els dits massissos en centres de formació i d'intercanvi d'espècies tal com ens mostra l'heterogeni poblament actual.



## **MICRODISPERSIÓ I ESPECIACIÓ DE PLANÀRIES D'AIGÜES DOLCES A LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL: EL PAPER DE LA FRAGMENTACIÓ I LA MIGRACIÓ DE MICROPLAQUES**

Rebut: desembre 1979

Jaume Baguñà,\* Emili Saló \* i Rafael Romero \*

### **SUMMARY**

**Short-range dispersal and speciation of fresh-water planarians in the Western Mediterranean area: The role of microplate fragmentation and migration**

The dispersal and speciation of fresh-water planarian triclads (Platyhelminthes; Turbellaria) in the Western Mediterranean area has been studied according to cytotaxonomical, phylogenetic and paleogeographic data. It is assumed that due to their lack of dispersal power the present distribution of fresh-water planarians must reflect the tectonic and climatic changes that happened during the past history of the area. The fact that microplates have played an important role in the tectonic evolution of the Western Mediterranean have lead us to propose an hypothesis of planarian dispersal and speciation based on fragmentation and migration of microplates during late Oligocene and Miocene periods. This hypothesis is based too on the phylogenetic systematic background known at present. Moreover, the more than probable changes in triclad distribution brought about by climatic changes like the Messinian saline crisis and the Pleistocene glacial periods are also considered.

The hypothesis proposed has explanatory power, internal consistency, predictive power, and potential for falsification, all of which makes good sense for a biogeographical hypothesis. Nevertheless, alternative hypothesis like dispersal through man activities or dispersal by migration through river basins during the Messinian desiccation periods are also discussed.

### **I. INTRODUCCIÓ**

Els triclades d'aigües dolces són organismes d'interès per a estudis zoogeogràfics a causa del seu escàs poder de dispersió. L'absència d'ous o estadis embrionaris resistent i la fragilitat dels adults permeten suposar que els clàssics agents de

dispersió passiva (ocells, vents, corrents, etcètera) han tingut un paper gairebé nul en el procés de dispersió d'aquests organismes (BALL & FERNANDO, 1969). En conseqüència, la dispersió dels triclades d'aigües dolces seria deguda fonamentalment a la mateixa activitat d'aquests organismes en els cursos d'aigües dolces, essent

\* Departament de Genètica. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

les masses d'aigües salades una barrera insuperable.

En favor d'aquesta hipòtesi hi ha les diferències entre les faunes de triclades d'aigua dolça d'ambdues bandes del canal de la Mànega, dels estrets de Menai (Galles del nord), del golf de Sant Llorenç (Canadà) i dels estrets de Skagerrak i Kattegat (REYNOLDSON, 1966). Hi ha, però, dos exemples de dispersió passiva de triclades d'aigües dolces. L'un n'és la introducció de *Dugesia tigrina* (Girard) a Europa i Japó des de Nord-amèrica a principis de segle; l'altre, la introducció recent de *Dugesia polychroa* (O. Schimdt) des d'Europa a Nord-amèrica. En ambdós casos, el responsable ha estat sense cap dubte l'home, i més específicament el creixent intercanvi comercial de peixos i plantes aquàtiques. Tot i així, el fet de que hi hagi diferències tan clares en les faunes de triclades a banda i banda de braços de mar tan estrets, on l'activitat humana ha estat molt intensa des de fa segles, fa pensar que la distribució actual dels triclades d'aigües dolces és un bon índex per conèixer la seva història passada.

A la Mediterrània Occidental, la distribució de les principals espècies de triclades ha estat estudiada principalment per Benazzi i la seva escola (BENAZZI, 1957; 1960, 1969; BENAZZI & BENAZZI-LENTATI, 1976; LEPORI, 1955), en especial en referència a les espècies del grup *Dugesia lugubris* s.l. i *Dugesia gonocephala* s.l., i en menor escala a les espècies del gènere *Polycelis*. La causalitat de la distribució actual no ha estat, però, tractada per Benazzi i col·laboradors. El fet que la Mediterrània Occidental hagi estat el centre de moviments tectònics i orogènics importants durant el terciari i el quaternari, així com de canvis climàtics dràstics en el decurs d'aquestes eres, fan d'aquesta àrea un lloc ideal per tractar de lligar la biogeografia d'aquestes espècies amb els canvis climàtics i tectònics esdevinguts.

El nostre estudi es referirà, doncs, a la causalitat de l'actual distribució de les espècies del grup *Dugesia lugubris* s.l., a les del grup *Dugesia gonocephala* s.l., ambdós pertanyents a la família *Dugesidae*, així com a la distribució de les espècies del gènere *Polycelis* de la família *Planariidae*, en l'àrea de la Mediterrània occidental.

## II. RELACIONS FILOGENÈTIQUES DELS GRUPS ESTUDIATS

Per explicar una distribució actual i abans de formular una hipòtesi biogeogràfica, cal conèixer dins del possible les relacions filogenètiques dels grups a estudiar.

### a) Nivell de família

Les relacions filogenètiques a nivell de família es mostren a la figura 1A (BALL, 1974a). Segons aquest esquema, la família *Planariidae* és clarament més avançada que la família *Dugesidae*. En això estan d'acord la majoria d'autors.

### b) Nivell de gèneres i subgèneres

En aquest cas, la família *Planariidae* no més és representada per un gènere, *Polycelis*. En canvi, la família *Dugesidae*, representada també per un sol gènere, *Dugesia*, presenta dos subgèneres: *Schmidtea*, que comprèn les espècies del grup *Dugesia lugubris* s.l., i *Dugesia*, que comprèn les espècies del grup *Dugesia gonocephala* s.l. Aquesta nova classificació ha estat proposada per BALL (1974a) i és avui dia acceptada per bon nombre d'autors. Conseqüentment, totes les espècies del grup *Dugesia lugubris* s.l. seran anomenades amb la terminologia *Dugesia* (*Schmidtea*) *lugubris*, mentre que les del grup *Dugesia gonocephala* s.l. seran anomenades *Dugesia* (*Dugesia*) *gonocephala*. Des d'un punt de vista filogenètic i segons les dades més recents (BALL, 1977), el subgènere *Schmidtea* és considerat més primitiu que el subgènere *Dugesia*.

### c) Nivell d'espècies

Dins de la família *Dugesidae*, el subgènere *Dugesia* presenta un nombre força gran d'espècies distribuïdes per la Mediterrània Occidental. Algunes de les espècies estan fins i tot subdividides en races (taula 1). Des d'un punt de vista filogenètic, es considera que *Dugesia* (*D.*) *gonocephala* s.s. ( $2n=16$ ) és l'espècie-soca de la qual han anat derivant les diferents espècies que trobem a les illes (fig. 1B).

El subgènere *Schmidtea* ha estat estu-

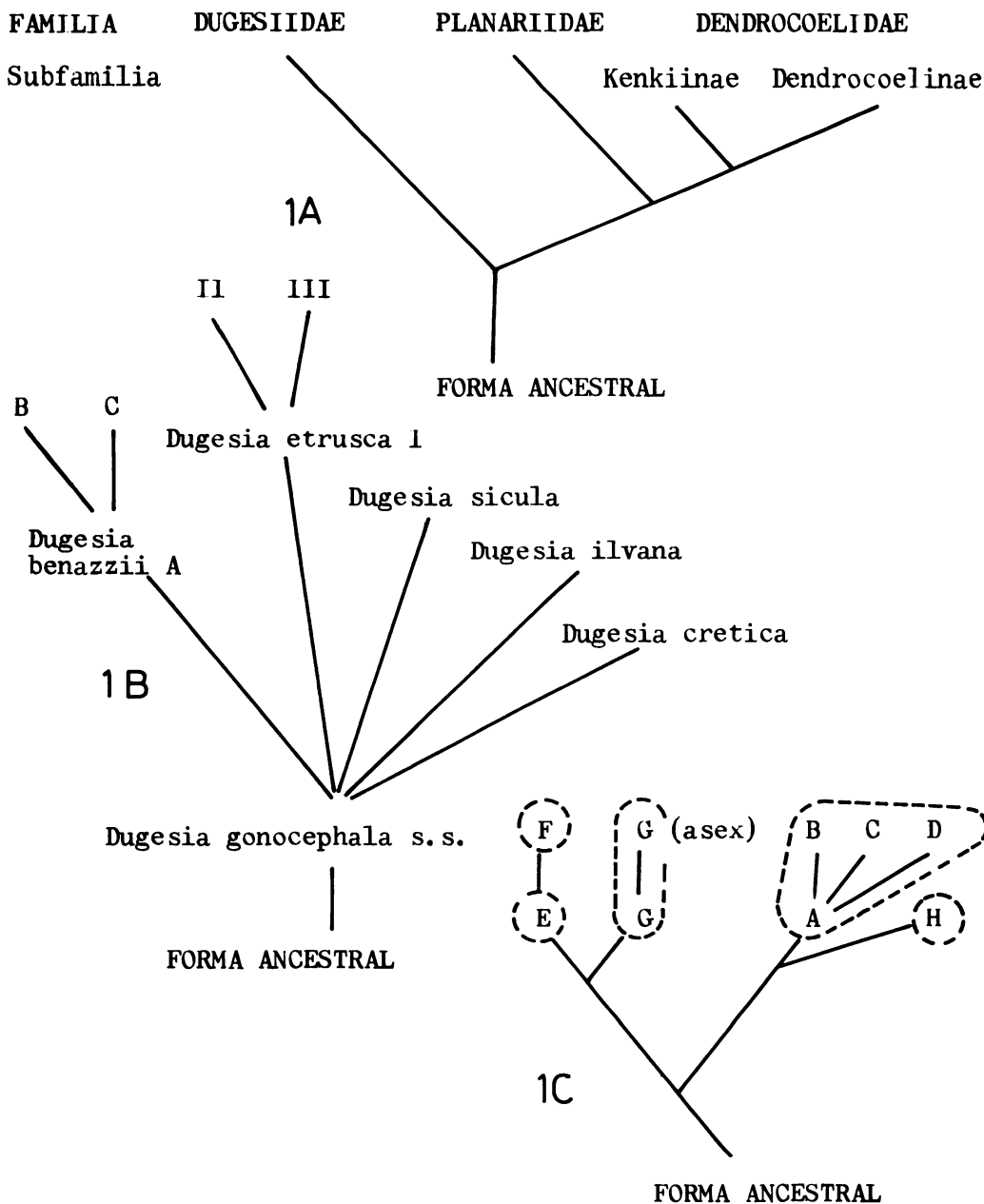


FIG. 1A. Relacions filogenètiques entre les famílies i subfamílies dels tricladès paludícoles (segons BALL, 1974\*<sup>a</sup>).  
Phylogenetic relationships of the families and subfamilies of Tricladida Paludicola (after BALL, 1974\*<sup>a</sup>).

FIG. 1B. Relacions filogenètiques proposades per a les espècies (i races) del subgènere *Dugesia*.  
Suggested phylogenetic relationships of the species (and races) of the subgenus *Dugesia*.

FIG. 1C. Relacions filogenètiques proposades entre els biotips del subgènere *Schmidtea*. Els biotips encerclats (traçat discontinu) corresponen a una espècie (descrita o no) (vegeu taula 2 i text).  
Suggested phylogenetic relationships of the biotypes of the subgenera *Schmidtea*. The encircled biotypes (dashed lines) belong to one species (described or to be described) (see table 2 and text).

TAULA 1. Espècies i races del subgènere *Dugesia* (segons BENAZZI & BENAZZI-LENTATI, 1956).  
Species and races of the subgenus *Dugesia* (after BENAZZI & BENAZZI-LENTATI, 1976).

Espècie	Races	Cariotip	Reproducció	Distribució
<i>Dugesia (D.) gonocephala</i> s.s.		2n=16	Amfigònica, meiosi normal	Europa continental
<i>Dugesia (D.) benazzii</i>	A	2n=16	Amfigònica, meiosi normal	Còrsega, Sardenya, Capraia, Molara, Tavolara
<i>Dugesia (D.) benazzii</i>	B	3n=24	Pseudogàmica, meiosi normal	Còrsega, Sardenya
<i>Dugesia (D.) benazzii</i>	C	4n=32	Pseudogàmica, ameiotica	Sàsser (Sardenya)
<i>Dugesia (D.) etrusca</i>	I	2n=16	Amfigònica, meiosi normal	Grosseto (Itàlia)
<i>Dugesia (D.) etrusca</i>	II	2n=16	Amfigònica, meiosi normal	Siena (Itàlia)
<i>Dugesia (D.) etrusca</i>	III	2n=16	Amfigònica, meiosi normal	Livorno (Itàlia)
<i>Dugesia (D.) sicula</i>		2n=18	?	Sicília, Elba, Marettimo
<i>Dugesia (D.) ilvana</i>		2n=16	Amfigònica	Elba
<i>Dugesia (D.) cretica</i>		2n=16	?	Creta

TAULA 2. Espècies i biotips del subgènere *Schmidtea*.  
Species and biotypes of the subgenus *Schmidtea*.

Espècie	Biotip	Cariotip	Reproducció	Distribució
<i>Dugesia (S.) polychroa</i>	A	2n=8	Amfigònica, meiosi normal	Europa continental, Còrsega, Sardenya
<i>Dugesia (S.) polychroa</i>	B	3n=12	Pseudogàmica, meiosi normal	Europa continental, Irlanda, Anglaterra
<i>Dugesia (S.) polychroa</i>	C	3n=12	Pseudogàmica, ameiotica	Itàlia, Sicília
<i>Dugesia (S.) polychroa</i>	D	4n=16	Pseudogàmica ameiotica	Itàlia, Sud de França
<i>Dugesia (S.) lugubris</i>	E	2n=8	Amfigònica, meiosi normal	Europa continental, Irlanda, Anglaterra
<i>Dugesia (S.) lugubris</i>	F	2n=6	Amfigònica, meiosi normal	Europa continental
<i>Dugesia (S.) mediterranea</i>	G	2n=8	Amfigònica, meiosi normal	Còrsega, Sardenya, Sicília
<i>Dugesia (S.) mediterranea</i>	G	2n=8	Asexualada	Barcelona
<i>Dugesia (S.) ?</i>	H	2n=8	?	Illa de Corfú

diat principalment per BENAZZI i la seva escola. Han estat descrits set biotips (anomenats de l'A a la G) que formen quatre espècies bàsiques de les quals han estat descrites tres. Caldria afegir un 8è. biotip (que podríem anomenar H) trobat recentment a l'illa de Corfú (Grècia) (BALL, 1979), i que amb tota probabilitat devia formar una cinquena espècie (taula 2). Des d'un punt de vista filogenètic, les relacions entre aquestes espècies no són encara gaire clares, si bé basant-nos en dades de l'estructura de l'aparell copulador i de bioquímica i immunogenètica comparada (BAGUÑA, 1973), podem suposar una afinitat més gran entre *Dugesia* (S.) *lugubris* (O. Schmidt) i *Dugesia* (S.) *mediterranea* (BENAZZI *et al.*, 1975) que entre cada una d'aquestes i *Dugesia* (S.) *polychroa* (O. Schmidt). Pel que respecta al biotip F (encara no elevat a la categoria d'espècie), el seu origen és clarament a partir de l'E per fusió robertsoniana (BENAZZI & PUCCELLI, 1973), és a dir, seria molt afí a *Du-*

*gesia* (S.) *lugubris*. Finalment, el biotip «H», si bé diferent de qualsevol dels altres a nivell cariològic, té clares afinitats a nivell de l'aparell copulador amb *Dugesia* (S.) *polychroa*. Del conjunt d'aquestes dades podem proposar l'esquema filogenètic de la figura 1C.

Donat que les espècies del gènere *Polycelis* de la família *Planariidae* no han estat descrites a les illes de la Mediterrània Occidental no tractarem de les seves relacions filogenètiques; tan sols constatarem que les espècies descrites són *Polycelis tenuis*, *P. nigra* i *P. felina*, totes elles de distribució continental.

### III. DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA

La distribució a la Mediterrània Occidental de les espècies del subgènere *Dugesia* es mostra a la figura 2. S'observa clarament que l'espècie-soca, *Dugesia* (*D.*) *gonocephala* s.s. es troba al continent i

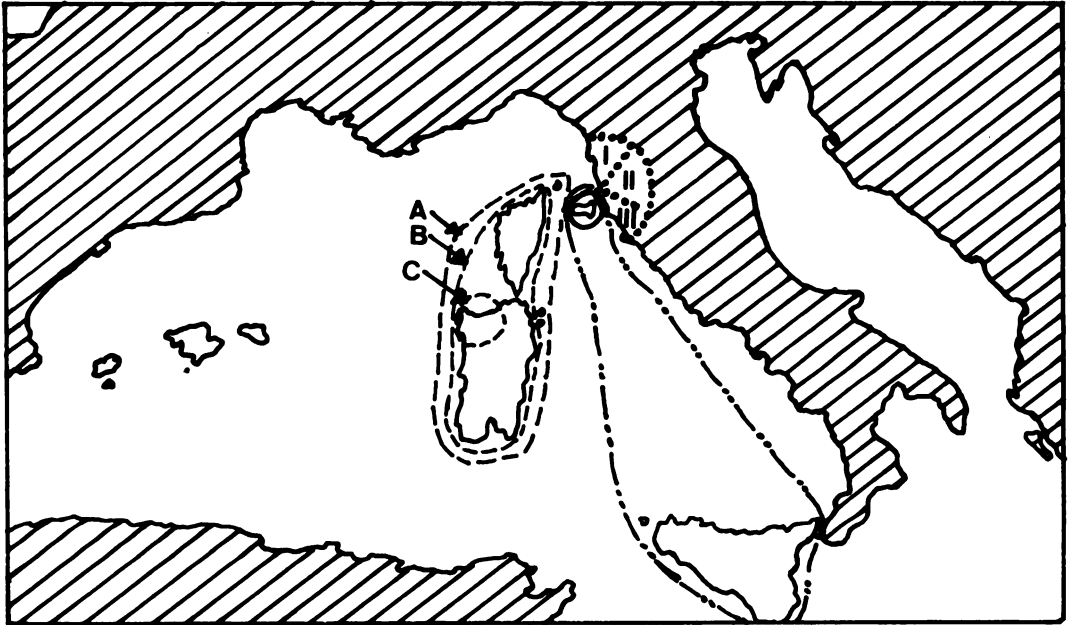


FIG. 2. Distribució geogràfica de les espècies i races (veure taula 1) del subgènere *Dugesia* presents a la Mediterrània occidental.  
Geographical distribution of the species and races of the subgenus *Dugesia* present in the Western Mediterranean area.

*Dugesia gonocephala* s.s. (ratllat; hatched area)  
*Dugesia benazzii* A, B i C. — — — —  
*Dugesia ilvana* — — — —

*Dugesia sicula* — · — · — · —  
*Dugesia etrusca* I, II i II ·········

manca a les illes, mentre que en aquestes ha estat reemplaçada per una munió d'espècies i races gairebé pròpies de cada illa que a la vegada no es troben al continent.

La distribució de les espècies del subgènere *Schmidtea* es mostra a la figura 3. És interessant remarcar la distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* (biotip G), present a Còrsega, Sardenya, Sicília i Barcelona (BENAZZI *et al.*, 1970, 1972, 1975). També és interessant remarcar el fet que tot i ésser més afí a *Dugesia (S.) mediterranea*, *Dugesia (S.) lugubris* presenta una distribució completament disjunta de la d'aquella. Per contra, *Dugesia (S.) polychroa*, tot i ésser filogenèticament més allunyada de *Dugesia (S.) mediterranea*, presenta localitats comunes de distribució (Còrsega i Sardenya, biotip A; Sicília, biotip C).

La distribució de les espècies del gènere *Polycelis* es presenta en conjunt (fig. 4), donada l'absència d'aquestes espècies a les illes.

#### IV. PROBLEMÀTICA PLANTEJADA

Donades les pressumptes relacions filogenètiques i la distribució geogràfica actual, els principals problemes plantejats per l'actual distribució d'aquestes espècies a la Mediterrània Occidental són:

- 1) la peculiar distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* i la disjunció entre l'àrea de distribució d'aquesta espècie i la de *Dugesia (S.) lugubris*;
- 2) l'especiació i distribució de les espècies del grup *Dugesia (D.) gonocephala* s.l.;
- 3) l'absència de les espècies del gènere *Polycelis* a les illes.

Descartada la hipòtesi de distribució deguda als agents habituals de dispersió passiva, i deixant a part de moment la hipòtesi de dispersió activa deguda a l'activitat humana, la distribució actual ha d'ésser

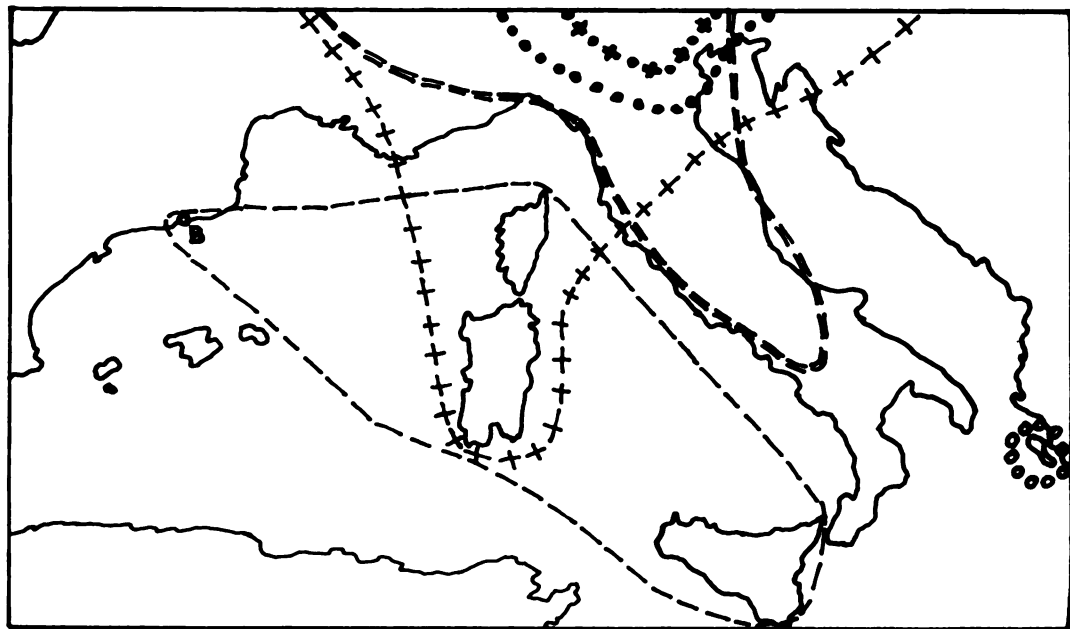


FIG. 3. Distribució geogràfica dels biotips del subgènere *Schmidtea* presents a la Mediterrània occidental. Els biotips C i D, de distribució força més restringida, no es mostren per claredat de l'esquema. (B: Barcelona.)

Geographical distribution of the biotypes of the subgenere *Schmidtea* present in the Western Mediterranean area. Biotypes C and D, much less widespread, are not represented for the sake of clarity. (B: Barcelona).

biotip A + + + + +  
 biotip B = = = = =  
 biotip E ..... ..

biotip F · + · + · + ·  
 biotip G - - - - -  
 biotip H 0 0 0 0 0 0 0

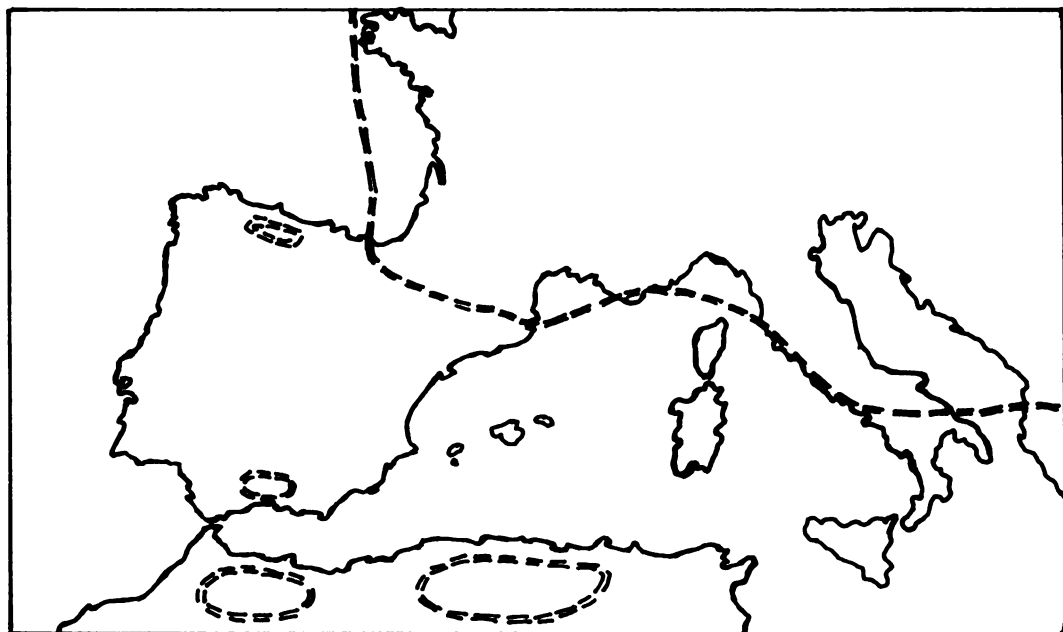


FIG. 4. Distribució geogràfica del gènere *Polycelis* a la Mediterrània occidental (doble traçat discontinu).  
Geographical distribution of the genera *Polycelis* in the Western Mediterranean area (dashed lines).

ser deguda a l'història geològica i tectònica de la zona i als canvis climàtics esdevinguts en ella en èpoques pasades. En conseqüència, cal formular una hipòtesi biogeogràfica basada en la distribució actual, els canvis tectònics i els canvis climàtics. Per a ésser vàlida, aquesta hipòtesi ha d'ésser consistent, ha de poder-se demostrar errònia d'acord amb noves dades, i ha de tenir cert valor predictiu.

Abans, però, de formular una hipòtesi d'aquest caire cal fer esment dels canvis tectònics i climàtics esdevinguts en l'àrea d'estudi des d'el terciari.

## V. CANVIS TECTÒNICS I CLIMÀTICS A LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL DURANT EL TERCIARI I EL QUATERNARI

### a) Canvis tectònics

Durant el terciari, i més concretament en l'oligocè i el miocè, la Mediterrània Occidental presentà canvis tectònics molt importants. Principalment, aquests canvis varen produir la fragmentació de mas-

ses continentals que donaren lloc a microplaques que, transportades en sentit rotacional contrari al de les busques del rellotge, varen esdevenir les principals illes de la Mediterrània occidental: Còrsega, Sardenya i Sicília (ALVAREZ *et al.*, 1974). Aquests moviments foren coetanis a moviments d'ídic sentit esdevinguts al conjunt de les penínsules ibèrica i italiana (LOWRIE & ALVAREZ, 1974). D'especial interès en el context d'aquest treball són la formació i rotació de les microplaques de Còrsega, Sardenya, Calàbria-Sicília, i les Kabilies algerianes (fig. 5) a partir de la seva posició original en allò que avui és el sud de França-nord-est de Catalunya i Llevant. Aquest procés s'esdevingué a finals del oligocè-principis del miocè, i quedà completat al final del pliocè-inicis del pleistocè.

En una visió de conjunt anterior a la formació i rotació de les microplaques, Còrsega, Sardenya, el nord de Sicília i els territoris que avui dia formen la petita i la gran Kabília, així com probablement el nord-est de Menorca, formaven part de la vora del sud del continent europeu. La col·lisió de la placa africana amb la placa

europaea, que va originar la cadena alpina, es la que va causar la fragmentació de la vora sud del continent formà les microplaques (ALVAREZ, 1976). D'ací, doncs, que no fóra estrany trobar afinitats entre les espècies animals i vegetals d'aquestes illes o regions.

## b) Canvis climàtics

El tancament de la comunicació entre la Mediterrània i l'Índic a l'inici del miocè canvia el clima de subtropical i humit a fred i sec. Posteriorment (miocè mitjà i tardà), la Mediterrània experimentà un seguit de canvis climàtics cíclics deguts al periòdic dessecament i reompliment de la conca marina mediterrània (crisis salines del messinià; HSU, 1974). Aquests canvis provocaren que les terres circummediterrànies es tornessin semidesèrtiques en els períodes de dessecament marí per tornar a ésser humides en els períodes de reompliment. Així, i en concret, l'actual sud de França fou en els períodes de dessecament una zona semiàrida de maresmes salobroses amb fauna i flora molt escassa adaptada a aquestes condicions. No cal dir que aquests canvis tan dràstics tingueren una influència molt profunda en l'aparició, desaparició i migració de nombroses espècies marines, d'aigües dolces i terrestres. La influència que tingué en la distribució de les espècies d'aigües dolces és encara incerta. Podem considerar, però, que com a conseqüència del descens del nivell del mar els rius s'endinsaren dins del que avui és la plataforma i el talús continental, pogueren comunicar entre si. D'aquesta manera s'haguessin pogut afavorir, mitjançant cursos fluvials, intercanvis entre zones avui dia llunyanes i impossibles de comunicar.

Durant el pliocè, el clima esdevé més estable i humit i arribà a un màxim quan a finals del pliocè-inicis del pleistocè començaren les glaciacions. En aquest període, el nivell del mar oscil·là notablement, la qual cosa facilità, en els períodes de baix nivell, el pas d'espècies entre regions i zones aïllades en períodes normals. Bona part dels endemismes insulars són deguts a migracions i subsegüents aïllaments en aquests períodes, si bé n'hi ha d'altres originats en èpoques molt més antigues. Pel que respecta a les illes de la Mediterrània occidental, els períodes gla-

cial feren connectar Sicília amb Itàlia, mentre que Còrsega i Sardenya, si bé comunicades entre si, estigueren aïllades del continent (THIEDE, 1978).

És evident que canvis d'aquest tipus afectaren profundament la distribució de moltes espècies i la desaparició de moltes d'altres provocada per la competència amb les espècies immigrades a través de les connexions. Per tractar d'entendre com aquests canvis podrien haver afectat la distribució dels tríclades, caldrien dades concretes sobre els paràmetres essencials de reproducció, creixement, decreixement, etc., referits a diferents temperatures, condicions d'alimentació, i altres paràmetres ambientals. Malhauradament, i si s'exceptuen els treballs de Reynoldson i la seva escola (REYNOLDSON, 1966a) i els treballs més recents de CALOW (1977), la manca de dades d'ecologia comparada entre diferents espècies de planàries fa molt difícil avaluar la importància d'aquests canvis en la distribució actual de les espècies estudiades i, en especial, en la seva distribució insular.

## VI. UNA HIPÒTESI BIOGEOGRÀFICA A TALL D'EXPLICACIÓ

La hipòtesi a formular parteix de les següents premisses: 1) els tríclades d'aigües dolces tenen un poder molt baix de dispersió; 2) l'activitat humana, tot i ésser molt intensa des de fa segles en l'àrea estudiada, no ha tingut part (fins que no es demostrï el contrari) en el procés de distribució d'aquestes espècies; 3) les forces principals a la base de la distribució actual haurien estat els canvis tectònics, els canvis climàtics i els efectes de competència inter- i intraspecífica resultant d'aquells.

Partint d'aquestes bases, proposem que la distribució actual de les espècies estudiades s'ha degut a dos fenòmens principals: 1) el procés de fragmentació i migració de microplaques durant el terciari. Aquest fenomen seria la causa directa d'alguna de les distribucions estudiades, i hauria afavorit secundàriament el procés d'especiació en cada una de les microplaques i derivats; 2) els canvis climàtics produïts durant les crisis salines del messinià i durant les glaciacions del pleistocè. Aquests fenòmens haurien contribuït a l'expansió o extinció de determinades espècies o bio-



tips en àrees determinades a causa de migracions cap a regions més tolerables o a causa de fenòmens de competència interespecífica.

## VII. PROVES A FAVOR DE LA HIPÒTESI BIOGEOGRÀFICA

A la llum de la hipòtesi formulada estudiem ara els tres problemes formulats a la Secció IV.

### 1. La distribució de *Dugesia (S.) mediterranea*. La disjunció en les àrees de distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (S.) lugubris*.

Segons la hipòtesi formulada, l'explica-

ció més lògica de la distribució actual de *Dugesia (S.) mediterranea* (vegeu figura 3) seria suposar que l'àrea de distribució d'aquesta espècie a mitjans del terciari comprengués l'àrea del sud-oest d'Europa que per fragmentació i rotació donà lloc a les illes actuals de la Mediterrània occidental. Aquesta explicació és molt més consistent que altres alternatives, com podrien ser el pas d'illa a illa per l'activitat humana, o suposar que *Dugesia (S.) mediterranea* (biotip G, sensu Benazzi) deriva de *Dugesia (S.) polychroa*, ja que aquesta darrera és present també a Còrsega i Sardenya (BENAZZI & BENAZZI-LENTATI, 1976).

Aquesta hipòtesi formulada és compatible amb la suposició que abans de la fragmentació la distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* fos més àmplia que la distri-

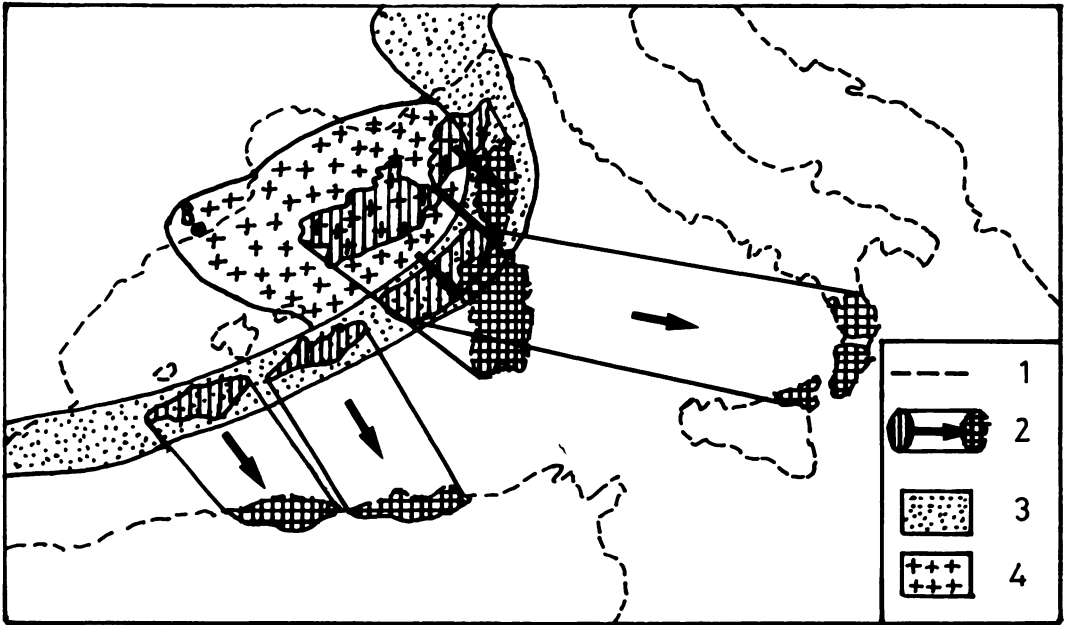


FIG. 5. Reconstrucció paleogeogràfica dels moviments oligocènics a la Mediterrània occidental (tret, amb lleugeres modificacions, d'ALVAREZ *et al.*, 1974 i ALVAREZ, 1976). 1: límits actuals de les costes; 2: localització, oligocènica (ratllat vertical) i actual (quadriculat), de les principals microplaques, i direcció (sagetes) dels moviments oligocènics-miocènics; 3: reconstrucció de l'anell orogènic que s'estenia sense interrupció des dels Alps a través de Còrsega, Sicília-Calàbria, i les Kabílies fins a la Bètica; 4: reconstrucció de l'avui fragmentat «massís protoligúric» (ALVAREZ, 1976), també anomenat «massís català-cors-sard», que englobava part de Catalunya, les actuals illes de Còrsega i Sardenya, i el nord-est de Menorca.

Reconstructed Oligocene paleogeography in the Western Mediterranean area (after ALVAREZ *et al.*, 1974 and ALVAREZ, 1976, slightly modified). 1: present coast-line; 2: former (vertical hatched) and present (cross-hatched) locations of main microplates, and directions (arrows) of Oligocene-Miocene movements; 3: reconstruction of the formerly continuous orogenic belt extending from the Alps through Corsica, Sicily-Calabria, and the Kabylies into the Betic ranges; 4: reconstruction of the now-fragmented «Protoligurian Massif» (also known as the «Catalan-Corsican-Sardinian Massif») (ALVAREZ, 1976) which included part of Catalonia, the present islands of Corsica and Sardinia, and North-Eastern regions of Menorca.

bució actual, podent incloure zones de l'actual sud de França i de la Península Ibèrica. Donat que no hi ha dades sobre la presència d'aquesta espècie en aquestes àrees, podem suposar que hagi estat eliminada per competència interespecífica, potser pel biotip B de *Dugesia (S.) polychroa*, el qual, pel fet de ser triploide, pseudogàmic i amb meiosi femenina normal, presenta condicions genètiques ideals per a una colonització extensa i ràpida.

Si apliquem la hipòtesi de la fragmentació a la distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* podem formular algunes prediccions. En primer lloc, és possible trobar poblacions (petites i aïllades) d'aquesta espècie al sud de França, punts de Catalunya i Llevant. En segon lloc, i donat que Menorca semblava formar part de la massa continental escindida en el terciari podem predir que aquesta espècie es trobi a Menorca, i a causa de la comunicació entre aquesta illa i Mallorca en èpoques diverses, que es trobi també a Mallorca. En tercer lloc, és factible que aquesta espècie es trobi en punts de les Kabílies algerianes. En quart lloc, fóra també factible trobar-la en alguna de les illes petites prop de Còrsega, Sardenya i Sicília, sempre i quan aquestes illetes siguin restes o fragments de microplaques i no illes d'origen volcànic o d'origen tectònic més recent. Finalment, una darrera predicció fóra que aquesta espècie no s'ha de trobar a la Mediterrània oriental. En aquest sentit és interessant assenyalar que l'espècie del subgènere *Schmidtea* trobada per Ball a Corfú és afí a *Dugesia (S.) polychroa* i no a *Dugesia (S.) mediterranea* (BALL, 1979).

L'altre aspecte interessant és la disjunció en les àrees de distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (S.) lugubris*, i la presència de *Dugesia (S.) polychroa* a Còrsega, Sardenya i Sicília, llocs on també es troba la primera espècie. Per a explicar aquest darrer fet, BENAZZI & BENAZZI-LENTATI (1976) suposen que *Dugesia (S.) mediterranea* (biotip G) derivaria de *Dugesia (S.) polychroa* (biotip A) mitjançant reordenacions cromosòmiques. La base d'aquesta suposició resta en el fet que *Dugesia (S.) polychroa* té una distribució més gran que *Dugesia (S.) mediterranea*, i que totes dues es troben a Còrsega i Sardenya. A part que aquesta hipòtesi res no diu de com un cop originada, *Dugesia (S.) mediterranea* es traslladà de Còrsega o Sar-

denya a Sicília i Barcelona, entra en conflicte amb l'esquema filogenètic, si bé provisional, de la figura 1C. Per altra banda, per reordenaments cromosòmics tan fàcil és passar del biotip A al G com del G al A. Finalment, l'estudi comparat de l'aparell copulador entre els biotips A (*Dugesia (S.) polychroa*), E (*Dugesia (S.) lugubris*) i G (*Dugesia (S.) mediterranea*) (BAGUÑA, 1973) demostra clarament una més gran afinitat entre les dues darreres entre sí que no entre cada una d'elles i la primera. El conjunt d'aquests fets i arguments fan molt improbable la hipòtesi de Benazzi i Benazzi-Lentati.

Si els biotips E i G estan emparentats, la disjunció de les seves àrees de distribució es presta a diferents interpretacions. Un punt clau previ és saber si els biotips A, E i G eren presents abans de la fragmentació. Si bé això és molt difícil de respondre, les distribucions del biotip A i del biotip G donen suport en principi tal suposició; altrament, seria molt difícil explicar les distribucions actuals. Respecte al biotip E, arguments similars fan suposar que devia existir abans de la fragmentació.

Si acceptem l'existència prèvia a la fragmentació, cal donar una explicació del perquè *Dugesia (S.) lugubris* (biotip E) és absent a les illes, per que *Dugesia (S.) mediterranea*, llevat de Barcelona ciutat (BENAZZI *et al.*, 1970), és absent del continent, i per què malgrat no ser tan relacionades trobem *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (S.) polychroa* a les illes de Còrsega i Sardenya. Ací és on intervenen molt probablement els canvis climàtics esdevinguts durant el messinià i en el pleistocè. Una ullada al mapa de distribució de les tres espècies (fig. 3) revela que *Dugesia (S.) lugubris* té una distribució relativament septentrional, ja que el punt més meridional de la seva distribució és Ravenna (Itàlia). Això ens pot fer suposar en principi que sigui una espècie més adaptada a climes freds, i conseqüentment poc tolerant de les temperatures elevades de les zones meridionals. L'observació de la figura 3 també indica que si bé *Dugesia (S.) polychroa* té una distribució septentrional, el seu límit meridional és clarament inferior al de *Dugesia (S.) lugubris*. Per altra part, *Dugesia (S.) mediterranea* és l'espècie amb una distribució més meridional, la qual cosa podria suggerir que és l'espècie més adaptada a temperatures altes. Observa-

cions experimentals amb les tres espècies a diferents temperatures demostren que *Dugesia (S.) mediterranea* és l'espècie més tolerant a les altes temperatures, i que la seva taxa de decreixement per dejuni és la menor de les tres espècies (BAGUÑA, 1973). Per altra banda, estudis del coeficient de decreixement a diferents temperatures demostren que *Dugesia (S.) lugubris* decreix més que *Dugesia (S.) polychroa* a temperatures altes (CALOW, 1977). A nivell reproductiu, *Dugesia (S.) lugubris* no posa ous a temperatures superiors als 23°C, mentre que la forma sexuada de *Dugesia (S.) mediterranea* ho fa encara amb abundància (Benazzi, comunicació personal). El conjunt d'aquestes observacions permet suposar que *Dugesia (S.) lugubris* és una espècie més adaptada a hàbitats freds, mentre que *Dugesia (S.) mediterranea* sembla més adaptada a climes més càlids. *Dugesia (S.) polychroa* presenta un caràcter intermedi.

En base a aquestes consideracions de caire fisiològic i ecològic, la disjunció de les àrees de distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (S.) lugubris* podria ser deguda als canvis climàtics dràstics del messinià (semidesertització de la conca mediterrània) i del pleistocè (baixa general de temperatures i migració cap al sud de les espècies septentrionals). Si suposem que *Dugesia (S.) lugubris* (biotip E) era present a les illes després de la fragmentació (cosa discutible) la pujada de temperatures deguda a les crisis salines del messinià la deuria posar en desavantatge enfront de *Dugesia (S.) mediterranea*, i pogué ésser eliminada per competència interspecífica. Inversament, si *Dugesia (S.) mediterranea* hagués tingut abans del pleistocè una distribució més septentrional que l'actual (per exemple, sud de França, nord d'Itàlia), el refredament d'aquestes zones durant els períodes glacials la devien fer entrar en competència amb espècies més adaptades a aquestes temperatures, i pogué, en conseqüència, ésser eliminada. Donat que en aquests períodes les illes quedaren separades dels continents, la competència d'espècies migratòries septentrionals no hi tingué lloc.

En resum, la distribució de *Dugesia (S.) mediterranea* seria deguda fonamentalment al procés de fragmentació i migració de microplaques durant el terciari. El fet de l'actual disjunció entre les distribucions

de *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (S.) lugubris* pot ésser deguda al fet que abans de la fragmentació les àrees eren ja disjunctes, o que en cas de superposició abans de la fragmentació *Dugesia (S.) lugubris* fos eliminada de les illes durant el messinià i *Dugesia (S.) mediterranea* eliminada del continent durant el pleistocè.

## 2. L'especiació i distribució de les espècies de *Dugesia (D.) gonocephala* s.l.

L'observació en detall de la figura 2 permet plantejar-nos d'una manera força concreta el ventall de problemes associats amb la distribució d'espècies del subgènere *Dugesia*.

En primer lloc, *Dugesia (D.) gonocephala* s.s., amb tota probabilitat l'espècie originària del grup, té una distribució estrictament continental, i és completament absent a les illes. En segon lloc, l'estudi de les espècies insulars demostra l'existència d'espècies gairebé sempre pròpies de cada una d'elles. Això confirma un cop més la nul·la capacitat de les planàries per travessar braços de mar fins i tot molt estrets. A més, cadascuna d'aquestes espècies deriva clarament de l'espècie soca *Dugesia (D.) gonocephala* s.s.

Aquestes observacions permeten suposar que prèviament a la fragmentació l'espècie-soca devia estar estesa per bona part d'Europa i més concretament per la banda sud del continent. Una de les conseqüències del procés de fragmentació i migració de microplaques fou la d'aïllar diferents poblacions de l'espècie-soca. Aquestes poblacions, al llarg dels temps, varen tenir processos d'especiació més o menys paral·lels però diferents que varen conduir a l'aparició d'espècies gairebé pròpies a cada illa. En aquest cas, i a diferència de les espècies del subgènere *Schmidtea*, podem parlar d'especiació alopatrica post-fragmentació.

Interessant en aquest context és la distribució de *Dugesia (D.) benazzii*, que presenta tres races desigualment distribuïdes a Còrsega, Sardenya, l'illeta de Capraia al nord de Còrsega, i els illots de Molara i Tavolara a l'est de Sardenya. És interessant remarcar com les races B i C, sens dubte derivades d'A, tenen una distribució més restringida. Especialment interessant és veure com l'illeta de Capraia, tot i ésser

força a prop de Còrsega, sols presenta la raça originària A.

Una altra distribució interessant, si bé més conflictiva, és la de *Dugesia (D.) sicula* ( $2n=18$ ) ja que comprèn l'illa de Sicília, l'illot de Marettimo a l'oest de Sicília, i l'illa d'Elba, aquesta darrera situada a 600 km al nord-est de Sicília. Si s'admet que *Dugesia (D.) sicula* ha evolucionat a partir de *Dugesia (D.) gonocephala*, és altament improbable que les poblacions de *Dugesia (D.) sicula* de Sicília i Elba provinquin de dos fets paral·lels separats en l'espai i el temps. Més aviat caldria pensar que ambdues poblacions són la resta d'una població antigament distribuïda en una àrea més gran, o menys probablement que hi ha un origen tectònic comú entre Sicília i Elba, essent ambdues les restes d'una mateixa microplaca. D'altra banda, és interessant remarcar que a l'illa d'Elba, a part de *Dugesia (D.) sicula*, hi ha una espècie autòctona, *Dugesia (D.) ilvana* ( $2n=16$ ), derivada també de *Dugesia (D.) gonocephala* s.s.

Finalment, és interessant assenyalar que el subgènere *Dugesia* és present també a les illes Balears. La forma trobada (Banguà i Saló, observacions no publicades) és triploide ( $3n=24$ ), si bé no ha estat analitzada en profunditat per diferenciar-la de l'espècie-soca com de les espècies insulars. De tota manera, el fet que *Dugesia (D.) gonocephala* s.s. sigui abundant a la Península Ibèrica, i el fet que han existit relacions tectòniques no molt llunyanes entre la península i les Balears permet suposar que, en semblança al cas de les illes italianes, l'espècie present a les Balears sigui una espècie diferent de l'espècie-soca peninsular, si bé derivada d'aquesta. Un altre problema és saber si a nivell d'aquesta espècie existeixen diferenciacions específiques entre Mallorca, Menorca i Eivissa.

En resum, la distribució i especiació d'aquest grup d'espècies no presenta gaires dificultats d'interpretació. Creiem que el fet essencial ha estat el procés de fragmentació i migració de microplaques amb la subsegüent especiació allopàtrica a cadascuna de les illes o grups d'illes. L'únic punt conflictiu rau en la presència de *Dugesia (D.) sicula* a Sicília i Elba, illes separades entre si més de 600 km. De les dues possibilitats esmentades, les més versemblants a priori és que aquesta espècie tingué abans una distribució més gran

que l'actual, ocupant potser bona part de la península italiana. En aquest context, la seva desaparició de la península podria explicar-se com deguda a les introgreessions marines en el pliocè que submergiren bona part de la península. Una altra possible explicació dins de la mateixa línia de raonament és que fos eliminada del continent per competència amb d'altres espècies. L'altre alternativa proposada suposa que, des d'un punt de vista tectònic, l'illa d'Elba i l'illa de Sicília formaven part en el terciari d'una mateixa placa o microplaca que posteriorment es va fragmentar. L'illa d'Elba no es una illa d'origen volcànic, però el seu origen tectònic és encara poc clar. Hi ha dades que abonen un origen tectònic com a fragment de la massa continental italiana; d'altres, però, abonen la idea d'una relació tectònica directa entre Elba i Sicília. En conseqüència, resta encara la possibilitat que la distribució actual de *Dugesia (D.) sicula* reflecteixi el procés de fragmentació de microplaques que succeí durant el terciari, encara que per formular un dictamen definitiu manquen dades essencials sobre la tectònica d'ambdues illes i sobre la distribució d'aquesta espècie en d'altres indrets.

### 3. L'absència de les espècies del gènere *Polycelis* a les illes.

En un estudi sobre la distribució europea de *Polycelis nigra* i *P. tenuis*, LEPORI (1955) remarca l'absència actual d'aquestes espècies a les illes de la Mediterrània occidental. Les raons possibles d'aquesta absència poden ser molt diverses: 1) el gènere *Polycelis* aparegué posteriorment al procés de fragmentació i rotació de microplaques; conseqüentment mai no pogué colonitzar les illes. A favor d'això hi ha el fet que, filogenèticament, el gènere *Polycelis* és més recent que els subgèneres *Dugesia* i *Schmidtea* (veure figura 1a); 2) el gènere *Polycelis* existia ja durant la fragmentació, però la seva distribució era aleshores més septentrional, probablement per raons climàtiques. A favor d'això cal dir que a finals de l'oligocè-principi del miocè el clima era encara subtropical i humit; donat que el gènere *Polycelis* és de climes freds, és altament probable que la distribució fos septentrional; 3) el gènere *Polycelis* existia ja abans de la fragmentació, essent present també a les illes, però els

canvis climàtics esdevinguts a la Mediterrània durant les crisis salines del messinià l'eliminaren.

Distingir entre les tres alternatives és una tasca a hores d'ara gairebé impossible, especialment quan manquen dades importants d'ecologia comparada. LEPORI (1955) assenyalava que el límit meridional actual de distribució de *Polycelis nigra* cau per damunt de la isoterma hivernal de 6° C, mentre que la de *Polycelis tenuis* cau per damunt de la isoterma de 4° C. Les illes de la Mediterrània occidental cauen clarament per sota de la isoterma de 6-8° C a l'hivern, i les temperatures són força altes. Si aquests fossin, doncs, els marges de temperatures que marquen els límits de distribució de les espècies d'aquest gènere, no fora d'estranyar en un principi l'absència d'aquestes espècies a les illes. Tot i així, hem de considerar, però, que en aquestes illes hi ha altures força notables amb abundosos cursos d'aigua on amb força seguretat les isoterms d'hivern poden ésser semblants a les pròpies de les zones septentrionals de distribució.

En l'altre extrem tèrmic, REYNOLDSON (1966a) indica que les espècies de *Polycelis* no toleren temperatures superiors als 20° C al temps que la seva reproducció queda molt disminuïda a temperatures de 15-20° C, essent en canvi abundant entre 3 i 10° C. Això, que implica poca tolerància a les altes temperatures, limita sensiblement les possibilitats de reproducció d'aquestes espècies en aquestes àrees, encara que podrien restar zones d'alta muntanya com a possible refugi. Per altra banda, CALLOW (1977), estudiant les taxes de decreixement per dejuni a diferents temperatures, troba que *Polycelis felina* i *P. tenuis* tenen taxes molt altes de decreixement, especialment a temperatures altes (15-25° C), mentre que *P. nigra* té taxes menors. Això fa pensar que, exceptuant aquesta darrera espècie, cap de les espècies del gènere *Polycelis* està adaptada ni reproductivament ni fisiològicament a un règim continuat de temperatures moderades-altes. Si a tot això afegim que durant el messinià la conca mediterrània es va convertir en un autèntic desert amb temperatures molt altes i un règim hídric deficient, la probabilitat que, cas d'ésser-hi presents, les espècies de *Polycelis* resistissin a les illes es fa molt remota.

Malgrat totes aquestes consideracions de tipus ecològic, les dades de les quals

disposem actualment no ens permeten distingir entre les tres possibilitats esmentades al principi. Tant sols si un dia es trobessin poblacions d'aquestes espècies a les illes el problema estaria resolt: abans de la fragmentació el gènere *Polycelis* hi era present distribuït pel sud d'Europa. Però si després d'un exhaustiu reconeixement de tots els indrets no es trobessin poblacions de *Polycelis*, tornariem a ésser al mateix punt del principi: no podem distingir, a manca d'altres dades, quina de les tres possibilitats és la certa, si bé nosaltres a títol personal i absolutament intuïtiu afavorim la primera.

## VIII. DISCUSSIÓ

Els estudis de zoogeografia i les hipòtesis explicatives sobre l'origen i distribució de les espècies són sotmesos en la majoria de casos a limitacions molt considerables. L'estudiós no experimentat arriba fàcilment a la conclusió que o bé qualsevol distribució és factible, o que davant d'un tipus específic i únic de distribució les possibles explicacions són extremadament diverses. Podem reduir les possibilitats explicatives si es té un esquema relativament coherent de les relacions filogenètiques de les espècies implicades. Malhauradament, i donades les dificultats inherents a l'establiment de relacions filogenètiques raonables i raonades, molt poques vegades disposem d'esquemes d'aquesta mena. Si a tot això afegim la facilitat de dispersió passiva de moltes espècies, les distorsions introduïdes per l'activitat humana, i el desconeixement dels canvis climàtics, geològics i tectònics esdevinguts en l'àrea d'estudi no és difícil arribar a la conclusió que tota distribució és possible o que hi ha moltes menes d'explicació enfront d'una distribució particular.

Sortosament, els triclades d'aigües dolces tenen característiques que obvien aquestes dificultats, característiques ja esmentades a bastament al llarg d'aquest treball. Si a tot això afegim que l'àrea d'estudi és relativament modesta en extensió, on les dades sobre canvis climàtics, geològics i tectònics són relativament abundants; que disposem, a causa principalment als treballs de l'escola italiana, de moltes dades cariològiques; i que hi ha diversos estudis sobre anatomia comparada de la majoria de les espècies esmentades

en aquest estudi, la situació inicial es torna relativament ideal. En contrapartida, hem d'esmentar que existeixen encara àmplies zones no explorades per als triclades dins de l'àrea d'estudi (per exemple, extenses regions de la Península Ibèrica, Algèria, Marroc, Tunísia, sud de França, les illes Balears, i fins i tot àrees de les illes de Còsega, Sardenya i Sicília), en les quals el descobriment de noves poblacions i/o noves espècies podrien alterar substancialment les hipòtesis emeses.

Si admetem, encara que provisionalment, les relacions filogenètiques proposades (veure figures 1A, 1B i 1C), un pas previ a considerar abans de discutir les hipòtesis formulades sobre la dispersió i distribució actual de les espècies estudiades és saber la distribució d'aquestes abans de la fragmentació. Consideracions recents de BALL (1977), esmenant molt notablement hipòtesis seves anteriors (BALL, 1974a) que suposaven un origen austral dels triclades d'aigües dolces i una dispersió i especiació paral·lela a la fragmentació de la Pangea i la deriva continental, suposen que els triclades eren ja cosmopolites abans de la fragmentació de la Pangea, i que existien diferents grups vicarians en els diferents continents. A Europa, i pertanyent a aquests grups prímities, hi devien haver els antecessors més o menys directes del subgènere *Schmidtea*. Això permet suposar que aquest subgènere devia estar perfectament constituït abans de la fragmentació per microplaques a la Mediterrània. Pel que respecta a les diferents espècies actuals d'aquest subgènere, i més particularment a *Dugesia (D.) mediterranea* el tipus de distribució que presenta i la modalitat de dispersió proposada són perfectament coherents amb l'existència d'aquesta espècie abans de la fragmentació per microplaques. Amb referència al subgènere *Dugesia*, BALL (1977) el fa derivar de *Schmidtea* o d'un avantpassat comú, ja que presenta caràcters derivats respecte a *Schmidtea*. Amb referència a l'espècie-soca *Dugesia (D.) gonocephala* s.s. si bé podem suposar que no existia abans de la fragmentació de la Pangea, el tipus actual de distribució i la modalitat de dispersió fan suposar que era existent abans de la fragmentació per microplaques a la Mediterrània. Finalment, i respecte al gènere *Polycelis*, ja hem esmentat les dificultats a saber si aquest gènere era present abans de la fragmentació per microplaques. Si bé

es segur que aquest gènere no era present abans de la fragmentació de la Pangea, saber si era present abans de la fragmentació per microplaques es fa extremadament difícil, ja que existeixen arguments de tota mena per defensar o no la seva existència prèvia.

Assumint aquests postulats, hi hauria tres menes d'hipòtesis per a explicar la distribució actual dels triclades d'aigües dolces a la Mediterrània occidental: 1) la dispersió passiva deguda a l'activitat humana; 2) la dispersió activa a través de les conques fluvials connectades durant les crisis salines del messinià, i 3) la dispersió deguda a la fragmentació per microplaques i la subsegüent especiació alopàtrica.

La primera hipòtesi, que té a favor la introducció (recent però) de planàries de continent a continent, no pot ésser acceptada o rebutjada al 100 % sinó sols en termes de probabilitat. En contra d'ella hi ha els arguments exposats llargament en tot aquest treball. A nivell de la Mediterrània, les espècies a les quals podríem aplicar aquest mode de distribució són les de distribució «anòmala»: *Dugesia (S.) mediterranea* i *Dugesia (D.) sicula*. El fet, però, que en aquesta àrea hi hagi moltes altres espècies que haguessin pogut estar distribuïdes anàlogament a aquestes dues (i no ho estan) si l'acció humana fos la responsable de la seva distribució actual, fa molt improbable aquesta hipòtesi de dispersió.

La dispersió deguda a la unió de conques fluvials durant els períodes de dessecament de la Mediterrània en el messinià és una hipòtesi interessant si bé difícil de comprovar. Certament, durant aquests períodes la Mediterrània quedà reduïda a petites conques on abocaven els rius actuals. L'estudi dels canyons submarins actuals demostra la seva continuïtat amb els cursos d'aigua actuals continentals i insulars, i indiquen que conques fluvials avui dia no relacionades ho estigueren realment en els períodes de dessecament. D'aquesta manera, no és difícil imaginar el procés de migració d'una conca a l'altra mitjançant aquestes connexions, podent passar de conques continentals a conques insulars i viceversa. Aquest procés, repetit al llarg dels successius períodes de dessecament, podria haver expandit molt notablement l'àrea de distribució d'una espècie o biotip. En aquest context, sembla que existeixen afinitats molt interessants en la fauna ictiològica d'aigües dolces de les conques al

voltant de la Mediterrània occidental (Hsu, 1974), la qual cosa podria interpretar-se com a prova a favor d'aquesta hipòtesi. Pel que respecta als triclades, la cosa no és tant fàcil d'esbrinar i decidir. En primer lloc, el fet que la majoria d'espècies presentin una distribució relativament restringida sembla anar en contra d'una dispersió mitjançant les conques fluvials. Per altra banda, hem de tenir en compte que les condicions que devien de prevaler en les petites conques marines i àrees circumdants en els períodes de dessecament degueren ésser molt extremades, amb temperatures molt altes. En aquestes condicions la dispersió dels triclades és molt difícil a causa de la seva poca resistència a les altes temperatures. De tota manera, i fins a no tenir dades complementàries de regions encara poc explorades, la hipòtesi de dispersió mitjançant les conques fluvials resta com una possibilitat interessant si bé remota.

La tercera hipòtesi, que és la formulada en aquest treball, obvia moltes de les dificultats esmentades per a les dues hipòtesis anteriors. Es basa en la filogènia avui dia acceptada, és coherent amb les dades climatològiques i tectòniques i té cert valor predictiu. Els principals avantatges d'aquesta hipòtesi són les següents. En primer lloc, postula la idea, basada en les dades filogenètiques i en la distribució actual, de l'existència abans de la fragmentació per microplaques dels subgèneres *Schmidtea* i *Dugesia*. Aquesta és una dada essencial per entendre coherentment el procés posterior. En segon lloc, lliga d'una manera coherent la història filètica dels grups estudiats amb la fragmentació i rotació de microplaques durant el terciari i amb els canvis climàtics esdevinguts durant el messinià i el pleistocèn. Finalment, i potser l'aspecte més valuós de la hipòtesi, és el valor predictiu que té, que permet per altra banda confirmar-la o invalidar-la. En aquest sentit, i a diferència de les altres dues hipòtesis que, en basar la distribució actual en forces externes (l'home) o en fets encara poc coneguts (dispersió per connexió de conques fluvials durant el messinià), tenen un valor predictiu gairebé nul, la hipòtesi formulada permet fer diverses prediccions susceptibles d'ésser comprovades. Entre aquestes voldríem esmentar la gran probabilitat de trobar *Dugesia (S.) mediterranea* a les illes Balears,<sup>1</sup> al nord d'Àfrica (Kabília gran i petita),<sup>2</sup>

i al Llevant peninsular. Contràriament, podem predir que aquesta espècie no es troba al nord d'Europa, a la Mediterrània oriental,<sup>3</sup> així com en qualsevol de les illes de la Mediterrània occidental d'origen volcànic o d'origen tectònic recent.

Respecte a *Dugesia (D.) gonocephala* s.s. i espècies derivades, podem formular també algunes prediccions. En primer lloc, podem predir que *Dugesia (D.) gonocephala* s.s. no es troba a cap de les illes de la Mediterrània occidental, encara que podrien existir petites poblacions relictas; contràriament, cap de les espècies insulars pot ésser trobada al continent. En segon lloc, i en referència a *Dugesia (D.) sicula* podem fer a partir de la seva distribució actual dues prediccions mútuament excloents: o bé l'illa d'Elba i l'illa de Sicília formaven en èpoques passades part del massís sud-europeu que es fragmentà a l'oligocè, cosa que haurien de demostrar estudis tectònics profunds; o bé podem predir que poblacions de *Dugesia (D.) sicula* han estat presents en d'altres èpoques a la península italiana, i existeix la possibilitat de trobar-hi petites poblacions relictas.

Finalment, i pel que respecta al gènere *Polycelis*, podem predir que a causa del seu origen més recent i als canvis climatològics dràstics esdevinguts durant les crisis salines del messinià, mai no seran trobades (excepte, potser, com a petitíssimes poblacions relictas) a les illes de la Mediterrània occidental. De tota manera, la raó d'aquesta absència no és, però, gaire clara i pot ésser deguda o bé a un probable origen del gènere en èpoques posteriors a

1. Recentment, BALL (1979, comunicació personal) ha trobat a l'illa de Mallorca una població de planàries amb les característiques morfològiques, cariològiques i reproductives de la raça asexual de *Dugesia (S.) mediterranea*. Aquesta troballa és plenament coherent amb la hipòtesi formulada.

2. La presència del subgènere *Schmidtea* al nord d'Àfrica ha estat descrita per autors antics en la forma de *Dugesia (S.) lugubris* (DAHM & GOURBAULT, 1978). Donades les dificultats de classificació d'aquest grup d'espècies, hi ha moltes possibilitats que els individus descrits com a *Dugesia (S.) lugubris* pertanyin realment a *Dugesia (S.) mediterranea* (BALL, 1979, comunicació personal).

3. BALL (1979) ha descrit una nou biotip de *Dugesia lugubris* s.l. trobat a l'illa de Corfú (Grècia) que sembla pertànyer a *Dugesia (S.) polychroa*. Aquest fet confirma de moment l'absència de *Dugesia (S.) mediterranea* a la Mediterrània Oriental, d'acord també amb la predicció formulada.

la fragmentació per microplaques, o bé a una eliminació del gènere a les illes a causa dels canvis climàtics esdevinguts durant el messinià.

Podríem formular encara més prediccions però creiem que els exemples donats són suficients per tractar de confirmar o invalidar la hipòtesi formulada. Al nostre entendre, la hipòtesi de dispersió i especiació de planàries a la Mediterrània occidental mitjançant la fragmentació de microplaques i l'especiació alopàtica subsegüent és una hipòtesi amb poder explicatiu, internament coherent, amb poder predictiu, i potencialment rebutjable a través de la confirmació o no de les prediccions formulades. És, doncs, a través de treballs futurs que tractin de confirmar aquestes prediccions on la hipòtesi formulada trobarà o no la seva acceptació.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, W. 1976. A former continuation of the Alps. *Geol. Soc. America. Bull.*, 87: 891-896.
- ALVAREZ, W., COCOZZA, T. & WEZEL, F. C. 1974. Fragmentation of the Alpine orogenic belt by microplate dispersal. *Nature*, 248: 309-312.
- BAGUÑA, J. 1973. *Estudios citotaxonómicos, ecológicos e histofisiología de la regulación morfo-genética durante el crecimiento y la regulación en la raza asexualada de la planaria Dugesia mediterranea n.sp (Turbellaria: Tricladida: Paludicola)*. Tesi doctoral. Facultat de Biologia. Barcelona.
- BALL, I. R. 1974a. A contribution to the phylogeny and biogeography of the freshwater triclads (Platyhelminthes: Turbellaria). A: *The Biology of the Turbellaria* (N. W. Riser & M. P. Morse, eds.). McGraw-Hill. New York: 339-401.
- BALL, I. R. 1977. On the phylogenetic classification of aquatic planarians. *Acta. Zool. Fennica*, 154: 21-35.
- BALL, I. R. 1979. The karyotypes of two *Dugesia* species from Corfú, Greece (Platyhelminthes, Turbellaria). *Bijdragen Tot de Dierkunde*, 48 (2): 187-190.
- BALL, I. R. & FERNANDO, C. H. 1969. Freshwater triclads (Platyhelminthes, Turbellaria) and continental drift. *Nature*, 221: 1143-1144.
- BENAZZI, M. 1957a. Cariologia di *Dugesia lugubris* (O. Schmidt) (Tricladida, Paludicola). *Cariologia*, 10 (2): 276-303.
- BENAZZI, M. 1960a. Evoluzione cromosomica e differenziamento razziale e specifico nei Tricladi. *Acc. Naz. Lincei*, 47: 273-297.
- BENAZZI, M. 1968. Popolazioni di *Dugesia benazzii* della Sardegna e della Corsica di probabile origine ibrida. *Atti. Ass. Genet. Ital.*, 13: 117-124.
- BENAZZI, M. 1969. Annotazioni citosistematiche sui Tricladi di alcune isole Tirreniche. *Rend. Acc. Naz. Lincei*, sèrie VIII, 46: 605-609.
- BENAZZI, M., BAGUÑA, J. & BALLESTER, R. 1970. First report on an asexual form of the planarian *Dugesia lugubris* s.l. *Rend. Acc. Naz. Lincei*, sèrie VIII, 48: 282-284.
- BENAZZI, M., BALLESTER, R., BAGUÑA, J. & PUCCINELLI, I. 1972. The fissiparous race of the planarian *Dugesia lugubris* s.l. found in Barcelona (Spain) belongs to the biotype G: comparative analysis of the karyotypes. *Caryologia*, 25: 59-68.
- BENAZZI, M., BAGUÑA, J., BALLESTER, R., PUCCINELLI, I. & DEL PAPA, R. 1975. Further contribution to the taxonomy of the «*Dugesia lugubris-polychroa* group» with description of *Dugesia mediterranea* n.sp. (Tricladida, Paludicola). *Boll. Zool.*, 42: 81-89.
- BENAZZI, M. & BENAZZI-LENTATI, G. 1976. *Animal Cytogenetics. Vol 1. Platyhelminthes*: 1-182 (B. John, ed). Gebrüder Borntraeger. Berlin.
- BENAZZI, M. & PUCCINELLI, I. 1973. A Robertsonian translocation in the freshwater Triclad *Dugesia lugubris*: karyometric analysis and evolutionary inferences. *Chromosoma*, 40: 193-198.
- CALOW, P. 1977. The joint effect of temperature and starvation on the metabolism of triclads. *Oikos*, 29: 87-92.
- DAHM, A. G. & GOURBAULT, N. 1978. Tricladida (et Temnocephalida). A: *Limnofauna Europaea*: 16-20 (J. Illies, ed). Gustav Fischer. Stuttgart.
- HSU, K. J. 1974. The Miocene desiccation of the Mediterranean and its climatological and zoogeographical implications. *Naturwissenschaften*, 61: 137-142.
- LEPORI, N. G. 1955. La differenziazione specifica di *Polycelis nigra* Ehrenberg e *Polycelis tenuis* Iijima (Tricladida, Paludicola) e la loro distribuzione geografica in Europa. *Atti. Soc. Tosc. Sc. Nat.*, sèrie B, 62: 50-71.
- LOWRIE, W. & ALVAREZ, W. 1974. Rotation of the Italian Peninsula. *Nature*, 25: 285-288.
- REYNOLDSON, T. B. 1966a. The distribution and abundance of lake-dwelling triclads-towards a hypothesis. A: *Advances in Ecological Research*, vol. 3: 1-71 (J. B. Cragg, ed). Academic Press. New York.
- THIEDE, J. 1978. A Glacial Mediterranean. *Nature*, 276: 680-683.



## LES FORMIGUES GRANÍVORES DE LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL

Xavier Espadaler i Gelabert \*

Rebut: setembre 1978

### SUMMARY

#### The harvesting ants of the Western Mediterranean

Harvesting ants of the western Mediterranean belong to the genera **Messor**, **Goniomma**, and **Oxyopomyrmex**. The case of **M. structor** (Latreille) and **M. rufitarsis** (Fabricius) is shortly discussed, possibly being a taxonomic problem. The distribution of the other two genera, based on the bibliography and on our data, is presented and according to it several aspects can be remarked: 1) Data are scarce. 2) The status of certain taxa is doubtful and perhaps are minor variations of good species. 3) The absence of records in the Italian Peninsula is very remarkable; the explanation can be in the isolation of the peninsula during the Miocene, when the Po and Rhone valleys were submerged. 4) The origin of these two last genera could be situated at the Riff-Betic zone.

Les formigues granívores es troben principalment a les zones àrides i semiàrides del món: climes secs, tant freds (estepes) com calents (garriga mediterrània, *chaparral* americà, deserts); bàsicament, doncs, a les regions que WALTER (1976) anomena zona de transició amb pluges hivernals, si bé això no és estricte, ja que se'n troben a Uganda i Somàlia, per exemple.

Cal assenyalar que no totes les formigues que veiem amb granes són estrictament granívores; sovint la dieta pot canviar en la seva proporció de fonts d'energia segons la situació i els hàbits. Hi ha, però, una preponderància molt marcada per les granes en uns gèneres, encara que no és exclusiva, ja que en alguns casos, força infreqüents, poden aprofitar restes animals: hom ha vist *Messor* en mig de la resta d'una costellada!

D'aquest fet podem separar tres grups en els gèneres que tenen (o poden tenir) un règim granívor:

1. Gèneres granívors al Vell Món: *Messor*, *Goniomma*, *Oxyopomyrmex*.  
Gèneres granívors al Nou Món: *Pogonomyrmex*, *Veromessor*.
2. Gèneres no estrictament granívors: *Novomessor*, *Meranoplus*.
3. Gèneres amb espècies més o menys granívores: *Tetramorium*, *Melophorus*, *Monomorium*, *Solenopsis*, *Pheidole*, *Pheidologeton*, *Ischnomyrmex*.

Aquí ens limitarem als gèneres estrictament granívors del Mediterrani: *Messor* (uns 45 tàxons), *Goniomma* (10 tàxons) i *Oxyopomyrmex* (15 tàxons). Indiquem tàxon ja que per a molts d'ells no s'ha fet l'estudi que els doni categoria definitiva.

\* Departament de Zoologia. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra. Barcelona.

Messor Forel

Les formigues d'aquest gènere són molt comunes (*peterols*, a Calafell) i formen les rengleres típiques que es veuen a l'estiu. Les distribucions se superposen molt en sentit horitzontal si bé se separen més o menys clarament les del nord d'Àfrica de les d'Europa mediterrània i Àsia. Hi ha una separació vertical (no taxativa), evident sobretot al nivell infraspecífic (CAGNIANT, 1973).

Com exemple posarem només el cas de *M. structor* (Latreille) i *M. rufitarsis* (Fabricius), encara que pot ser subjecte de discussió la seva identitat, i que segons dades actuals basades sobretot en els treballs de BERNARD (1954, 1968), CASEWITZ-WEULERSE (1974) i BARONI URBANI (1964, 1971) tenen la següent distribució: *M. structor* es troba a l'oest del Roine i a la Península Ibèrica, mentre que *M. rufitarsis* és més oriental, i arriba fins a l'Àsia Menor i el riu Syr-Darya, cap al mar d'Aral. Hi ha, però, uns punts conflictius que fan que la qüestió no sigui tan clara. Segons Baroni Urbani a tota Itàlia peninsular es troba

*M. structor* i Bernard parla de *M. rufitarsis* al nord d'Itàlia. Un altre punt és Còrsega, que té *M. rufitarsis*, i Sardenya i Sicília amb les dues formes. A Mallorca, segons Bernard, ha estat introduït *M. rufitarsis* (fig. 1).

Creiem que en la zona de contacte és més un problema taxonòmic que no pas altra cosa, ja que les diferències morfològiques semblen ser molt subtils.

Hi ha una separació per aspectes ecològics, en la preferència dels substractes i les dominàncies relatives. Segons BERNARD (1954), *M. structor* seria originària de la Península Ibèrica, i *M. rufitarsis* dels Alps calcaris orientals.

Una separació de focus semblant es troba a *Cataglyphis cursor* (Fonscolombe) i *Proformica nasuta* (Nylander), que es troben a la França mediterrània i Espanya, i formes molt properes o elles mateixes als Balcans i el Danubi (EMERY, 1920).

Els altres dos gèneres, *Goniomma* i *Oxyopomyrmex*, són exclusius de la zona mediterrània (menys un cas a Tenerife) i es pot dir que endèmics (figs. 2 i 3). (Les

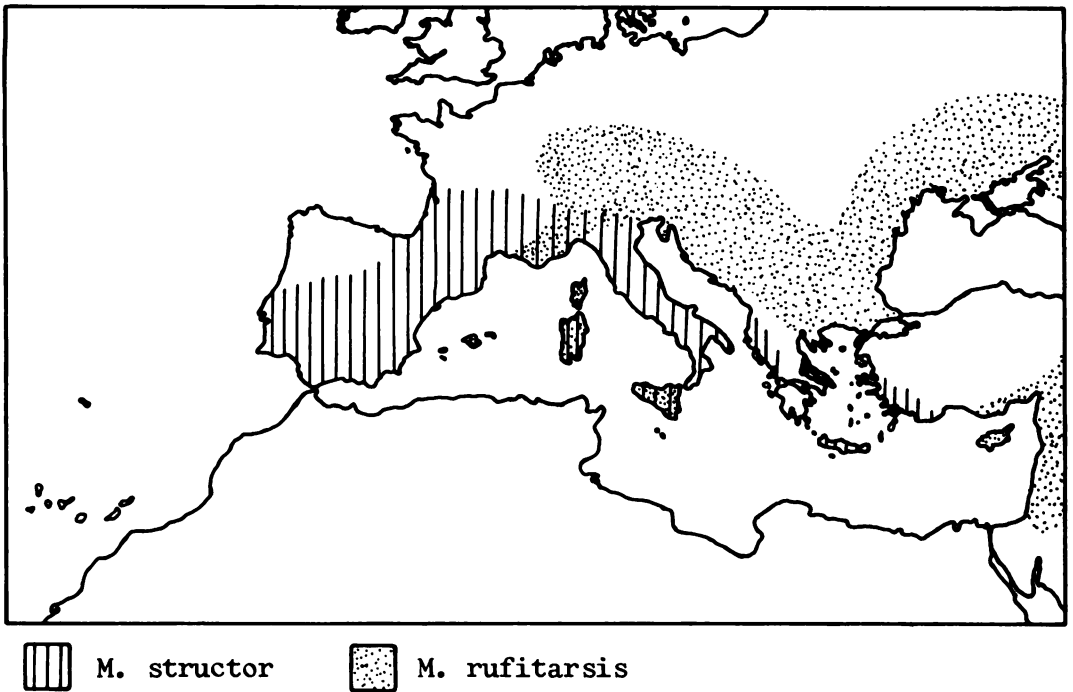
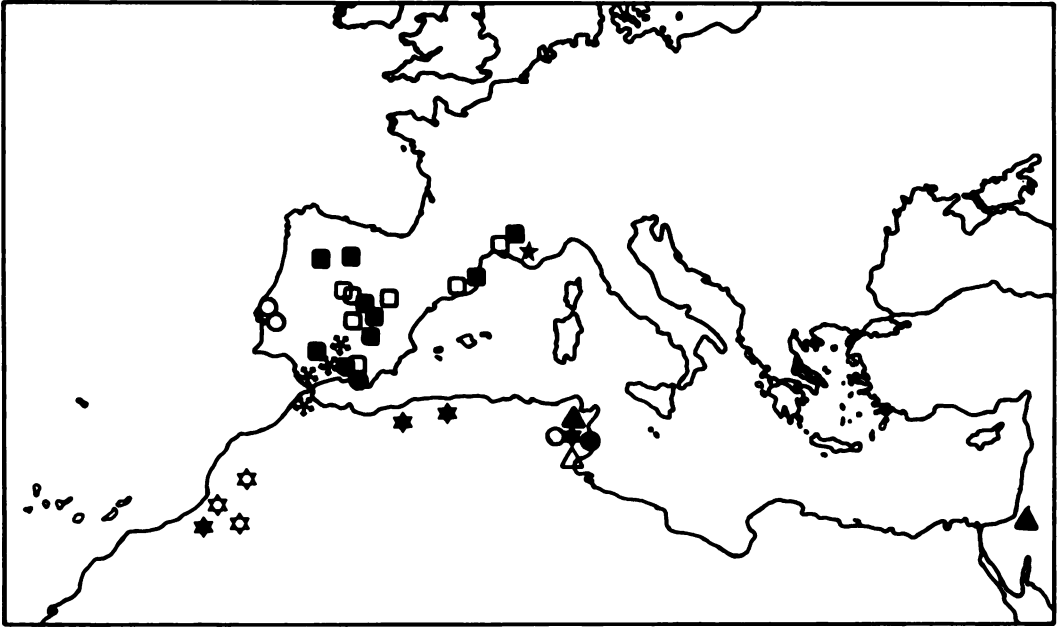
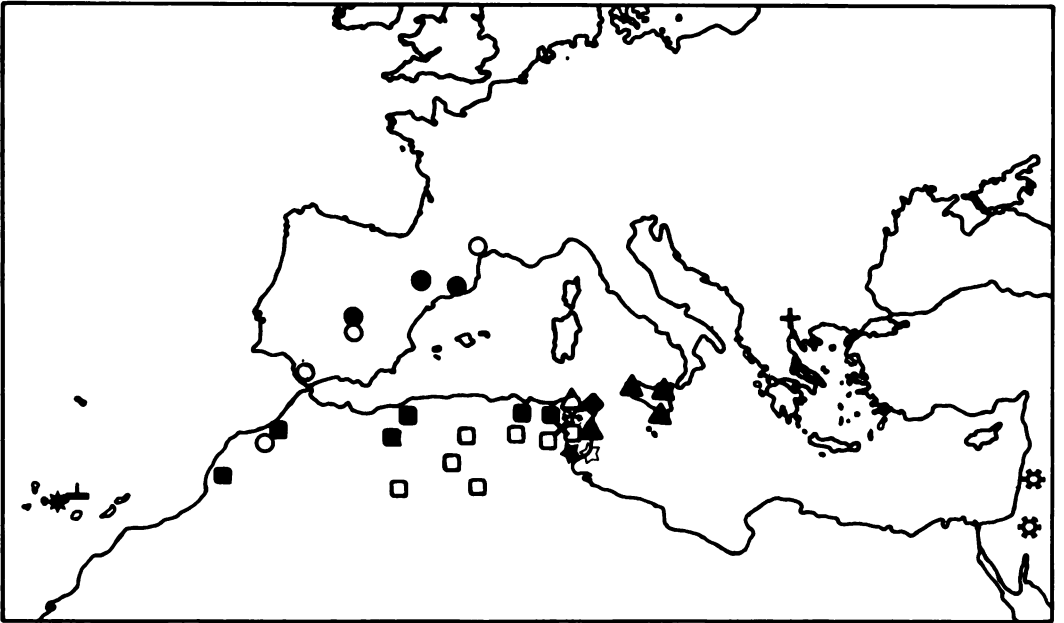


FIG. 1. Distribució de *M. structor* i *M. rufitarsis*.  
Distribution of *M. structor* and *M. rufitarsis*.



□ 1; ■ 2; ★ 3; ● 4; ○ 5; △ 6; ☆ 7; \* 8; ☆ 9; ▲ 10.

FIG. 2. Distribució de les espècies de *Goniomma*.  
Distribution of the species of *Goniomma*.



□ 1; \* 2; × 3; ◆ 4; ■ 5; ⊥ 6; \* 7; + 8; ☆ 9; ☆ 10;  
▲ 11; △ 12; ★ 13; ○ 14; ● 15.

FIG. 3. Distribució de les espècies d'*Oxyopomyrmex*.  
Distribution of the species of *Oxyopomyrmex*.

dades molt properes per un tàxon s'han marcat amb un sol punt i si hi ha dos tàxons al mateix lloc, els punts es toquen). Els tàxons són els següents (després de l'autor s'indiquen els principals treballs en què es cita el tàxon; el primer correspon a la descripció original):

*Goniomma* Emery

1. *G. blanci* (ANDRÉ) (1, 3, 10, 17, 21).
2. *G. hispanicum* (ANDRÉ) (3, 10, 13, 24, 25, 33, 39, 43).
3. *G. hispanicum* subsp. *tunetica* FOREL (28, 15, 18, 21).
4. *G. hispanicum* subsp. *tunetica* var. *thoracica* SANTSCHI (35, 21).
5. *G. hispanicum* subsp. *tunetica* var. *nitidifrons* SANTSCHI (37, 17).
6. *G. hispanicum* subsp. *tunetica* var. *barbarica* SANTSCHI (42).
7. *G. hispanicum* var. *gallica* EMERY (21).
8. *G. maurum* SANTSCHI (41).
9. *G. otini* SANTSCHI (42, 18).
10. *G. punicum* FOREL (29, 21, 34).

*Oxyopomyrmex* André

1. *O. emeryi* SANTSCHI (36, 9, 12, 15, 18).
2. *O. emeryi* st. *sabulonis* SANTSCHI (38).
3. *O. emeryi* var. *laticeps* SANTSCHI (38).
4. *O. emeryi* var. *brunescens* SANTSCHI (42).
5. *O. gaetulus* SANTSCHI (42, 6, 8, 11, 12, 14, 15).
6. *O. insularis* SANTSCHI (36).
7. *O. insularis* var. *major* SANTSCHI (40).
8. *O. krueperi* FOREL (30).
9. *O. oculatus* ANDRÉ (2, 34).
10. *O. sabulonis* var. *rugociput* SANTSCHI (sic!) (40).
11. *O. santschii* FOREL (27, 4, 18, 21, 22).
12. *O. santschii* var. *nigripes* SANTSCHI (35).
13. *O. santschii* var. *nitidior* SANTSCHI (37).
14. *O. saulcyi* EMERY (20, 6, 10, 11, 14, 21, 39, 40).
15. *O. saulcyi* var. *cabraerae* FOREL (26, 19, 21, 32).

Els mapes són prou clars, encara que escassos en dades. Cal assenyalar-hi diversos aspectes:

1. El coneixement és limitat: costums nocturns o crepusculars en alguns llocs i tímida extrema, unit a la petitesa de les societats (no arriben a 100 individus) poden explicar aquesta falta. Líbia i Egipte no s'han estudiat pràcticament gens.

2. Molts tàxons són coneguts del lloc d'origen tan sols i només han estat trobats una vegada. Descrits fa temps, de vegades amb deler de novetats, de fet responen a variacions no massa acusades, sobretot en coloració i reticulació. Fins i tot es veuen irregularitats nomenclaturals. Manquen més dades, que portarien amb seguretat a reduir el nombre de tàxons i a concretar l'àrea de distribució, bo i perfilant més les tendències que s'observen, sobretot a *Oxyopomyrmex*.

3. Cas d'Itàlia peninsular, on no hi ha cap dada. Es pot pensar que no s'ha buscat prou, però creiem que en realitat no n'hi ha. Hem de recordar que a Itàlia, el gran especialista europeu C. Emery, s'hi va passar més de 50 anys buscant formigues, i després altres han continuat: Menozzi, Consani i darrerament, d'una manera molt intensa, Baroni Urbani. L'equip de Pavan i Ronchetti s'ha dedicat al grup *Formica rufa* en relació a la protecció forestal.

Cap d'ells no ha trobat representants a la península italiana, però donat que sí que n'hi ha a Sicília és d'esperar que tard o d'hora passin a Calàbria, al sud d'Itàlia.

Una possible explicació de la seva manca a la península italiana la tindriem en el fet que les valls del Po i del Roine varen estar molt temps sota l'aigua (cap al miocè), aïllant el sud, més apte per a aquestes formigues que no pas el nord, de la resta, i evitant que hi arribessin les del sud de França.

4. Com explicació d'aquestes distribucions a *Goniomma* i *Oxyopomyrmex*, podem indicar:

a) Són gèneres d'origen oriental que han envaït la regió occidental. Això explicaria les dades de Jaffa, el Negev i Anatólia. La Península Ibèrica hauria estat envaïda a partir d'Àfrica. Com a inconvenient per admetre-ho tenim l'abundor de formes occidentals i la poca existència de *Goniomma* a la zona oriental.

b) Podria respondre a una disjunció de Keilhack. Devien poblar el centre europeu i en venir les glaciacions haurien anat cap al sud. Els Alps devien dividir les formes en orientals i occidentals.

c) Com a hipòtesi més probable, es pot considerar els dos gèneres d'origen recent, cap al pliocè, i situats a la mateixa zona que JEANNEL (1942) admet com a centre d'origen dels *Trechus* tirrènids: sud de la Península Ibèrica i zona del Riff. D'aquí

haurien passat a Sicília, Asia Menor i Península Balcànica, i actualment serien en plena expansió. La forma de Tenerife és la més problemàtica; si hagués arribat com a propàgul, es fa difícil de creure que una femella fecundada, que sol haver perdut les ales, pugui ser transportada (per l'aire?) i arribi viable a Tenerife. Per altra part, si admitem que l'arribada és deguda a una introducció per l'home, sembla que també podrien trobar-se a les Balears, Còrsega i Sardenya, i no n'hi ha pas fins ara; per això el cas de les Canàries és el més difícil de comprendre.

Les dades de distribució han estat preses dels autors de la bibliografia, llevat d'unes dades nostres que són les següents:

*Goniomma maurum*. Doñana (Huelva) 30-XI-74 (identificació provisional).

*Goniomma blanci*. Alto Rey (Guadalajara) 18-X-77, J. MUÑOZ leg.

*Goniomma hispanicum*. Cassà de la Selva (Girona) 12-VII-75, C. STERN leg.  
Ledesma (Zamora) 3-VIII-77.

Castrovega del Madrigal (León) 28-VIII-1973.

*Oxyopomyrmex saulcyi*. Doñana (Huelva) 30-XI-74.

## NOTA

Després de les jornades de Sabadell hem sabut de la trobada de *Goniomma* al nostre país i n'hem estudiat unes mostres rebudes. El resultat és una sèrie de dades que hem afegit als mapes corresponents. Són les següents (determinades per nosaltres i si no es diu el contrari):

*Goniomma blanci*. Sot del Bac (Barcelona) 9-V-76, O. ESCOLA leg.

Sierra Elvira (Granada) 22-V-77, A. TINAUT leg. det.

Toledo (Toledo), F. J. ACOSTA leg. det.

*Goniomma hispanicum*. El Vellón (Madrid) 15-X-77, F. J. ACOSTA leg. det.

Llano la Perdiz (Granada) 15-XI-78, A. TINAUT leg. det.

*Goniomma hispanicum* subsp. *tunetica* var. *thoracica*. Sierra Elvira (Granada) 22-V-1977, A. TINAUT, leg.

Llanos de la Zubia (Granada) 19-I-77, A. TINAUT leg.

*Goniomma hispanicum* subsp. *tunetica* var. *nitidifrons*. Monegros (Zaragoza) 29-VII-1978, X. ESPADALER leg.

*Goniomma maurum*. Villaviciosa de Còrdova (Còrdova) 18-VI-78, A. RODRÍGUEZ leg.  
Embalse de Quintar (Granada) 15-XI-78, A. TINAUT leg. (identificació provisional).

## BIBLIOGRAFIA

1. ANDRÉ, E. 1881. Description de trois nouvelles espèces de fourmis. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (6), 1: 48-50.
2. ANDRÉ, E. 1881. Formicides provenant du voyage en Orient de M. Abeille de Perrin. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (6), 1: 53-78.
3. ANDRÉ, E. 1881-1885. Les Fourmis, in: André, E. *Spécies des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie*. II. Bouffaut Imp. Gray, 404+20 pàgines.
4. BARONI URBANI, C. 1964. Studi sulla mirme-cofauna d'Italia. II. Formiche di Sicilia. *Atti Acad. Gioenia Sci. Nat. Catania*, ser 6, 16: 25-66.
5. BARONI URBANI, C. 1971. Catalogo delle specie di Formicidae d'Italia. *Mem. Soc. Ent. Ital.*, 50: 1-287.
6. BERNARD, F. 1945. Notes sur l'écologie des fourmis en forêt de Mamora (Maroc). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 35: 125-140.
7. BERNARD, F. 1954. Fourmis moissonneuses nouvelles ou peu connues des montagnes d'Algérie et révision des *Messor* du groupe *structor* (Latr.). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 45: 354-365.
8. BERNARD, F. 1958. Résultats de la concurrence naturelle chez les fourmis terricoles de France et d'Afrique du Nord: évaluation numérique des sociétés dominantes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 49: 301-356.
9. BERNARD, F. 1960. Notes écologiques sur diverses fourmis sahariennes. *Trav. Inst. Rech. Sahariennes*: 51-63.
10. BERNARD, F. 1968. *Les Fourmis (Hyménoptera Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Faune Eur. et Bass. Méd., 3. Masson. Paris.
11. BERNARD, F. 1969. Les fourmis de la forêt de Mamora (Maroc). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 6: 483-513.
12. BERNARD, F. 1976. Trente ans de recherches sur les fourmis du Maghreb. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 67: 81-118.
13. BONARIC, J. C. 1971. *Contribution à l'étude systématique et écologique des Formicides du Bas Languedoc*. Thèse, Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier), 175 pàgs.
14. CAGNIANT, H. 1962. Étude de quelques fourmis marocaines. Statistique provisoire des formicides du Maroc. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 53: 83-118.
15. CAGNIANT, H. 1973. *Le peuplement de fourmis des forêts algériennes. Ecologie, biocénétique, essai biologique*. Thèse, Université Paul Sabatier (Toulouse), 463 pàgs.
16. CASEVITZ-WEULERSE, J. 1974. Fourmis récoltées en Corse et en Sardaigne. *Ann. Soc. Ent. Fr.* (N. S.), 10: 611-621.
17. COLLINGWOOD, C. & YARROW, I. H. H. 1969. A survey of Iberian Formicidae. *Eos*, 44: 53-101.

18. DELYE, G. & BONARIC, J. C. 1973. Étude de certains milieux du Maroc et de leur évolution recente. I. Fourmis du Sud Marocain. *Trav. de la R. C. P.*, 249: 163-170.
19. DUSMET, J. M. 1915. Himenópteros de Aragón. *Bol. Soc. Arag. Cien. Nat.*, 98-99.
20. EMERY, C. 1889. Intorno ad alcune formiche della fauna paleartica. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova*, 27: 439-443.
21. EMERY, C. 1908. Beiträge zur Monographie der Formiciden des paläarktischen Faunengebietes III. *Deutsch. Ent. Zeit.*, 4: 437-465.
22. EMERY, C. 1916. Fauna entomologica italiana. I. Hymenoptera Formicidae. *Bull. Soc. Ent. Ital.*, 47: 79-275.
23. EMERY, C. 1920. La distribuzione attuale delle formiche. *Mem. R. Acad. Lincei*. Ser. 5, 13: 357-450.
24. FOREL, A. 1892. Quelques fourmis de la faune méditerranéenne. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 36: 452-457.
25. FOREL, A. 1895. Südpalaearktische Ameisen. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, 9: 227-234.
26. FOREL, A. 1897. Deux fourmis d'Espagne. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 41: 132-133.
27. FOREL, A. 1904. Miscellanea myrmécologique. *Rev. Suisse Zool.*, 12: 1-52.
28. FOREL, A. 1905. Miscellanea myrmécologique II. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 49: 155-185.
29. FOREL, A. 1907. Fourmis nouvelles de Kairouan et de l'orient. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 51: 201-208.
30. FOREL, A. 1911. Fourmis nouvelles ou intéressantes. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 47: 331-400.
31. JEANNEL, R. 1942. *La genèse des faunes terrestres*. Presses Universitaires de France. Paris.
32. LAGUNA DE RINS, M. A. 1902. Excursiones a Santa Fe y Cadrete (Zaragoza). *Bol. Soc. Arag. Cien. Nat.*, p. 133.
33. MEDINA, M. 1891. Catálogo provisional de las hormigas de Andalucía. *Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 20: 95-114.
34. MORDECHAI, J. B. & J. KLUGER. 1976. Ecology of ants in the desert loess plain (Sede-Zin) of Sede Boqer (Central Negev). *Isr. J. Zool.*, 25: 216-218.
35. SANTSCHI, F. 1907. Fourmis de Tunisie capturées en 1906. *Rev. Suisse Zool.*, 15: 305-334.
36. SANTSCHI, F. 1908. Nouvelles fourmis de l'Afrique du Nord (Egypte, Canaries, Tunisie). *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 77: 517-534.
37. SANTSCHI, F. 1910. Nouvelles fourmis de Tunisie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 3: 43-46.
38. SANTSCHI, F. 1915. Nouvelles fourmis d'Algérie, Tunisie et Syrie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 7: 54-63.
39. SANTSCHI, F. 1919. Fourmis d'Espagne et des Canaries. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 19: 241-248.
40. SANTSCHI, F. 1923. Messor et autres fourmis paléarctiques. *Rev. Suisse Zool.*, 30: 317-336.
41. SANTSCHI, F. 1926. Quelques fourmis nord-africaines. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 17: 224-236.
42. SANTSCHI, F. 1929. Fourmis du Maroc, d'Algérie et de Tunisie. *Bull. Ann. Soc. Ent. Belg.*, 69: 138-165.
43. SANTSCHI, F. 1931. Inventa entomologica itineris Hispanici et Marocani, quod a 1926 fecerunt Harald et Hakan Lindberg. IX. Fourmis du Bassin Méditerranéen occidental et du Maroc, recoltées par M. M. Lindberg. *Comm. Biol. Soc. Sci. Fenn.*, 3: 1-13.
44. WALTER, H. 1976. *Vegetació i climes del món*. Dep. de Botànica. Barcelona. 234 pàgs.

## **CANVIS DE NIVELL I DE SALINITAT DE LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL DURANT EL NEOGEN I EL QUATERNARI**

Oriol Riba i Arderiu \*

Rebut: desembre 1980

### **RÉSUMÉ**

**Changements du niveau de la mer et de la salinité en Méditerranée occidentale pendant le Néogène et le Quaternaire**

Pendant le Néogène et sur les côtes des Pays Catalans (Catalogne, Valence, Baléares) ont été décelées trois transgressions séparées par deux régressions (fig. 1): 1, transgression du Burdigalien sup.-Langhien inf.; la plus étendue sur les côtes ibériques et baléares. 2, une régression assez peu importante pendant le Serravallien, contemporaine d'une phase orogénique des îles Baléares et des chaînes Bétiques. 3, transgression du Tortonien, post-tectonique. 4, la grande régression du Messinien, ou grande descente du niveau de la mer (dessèchement?) méditerranéenne, accompagnée de la «crise de salinité». 5, transgression (ou remplissage) du Pliocène inférieur et moyen, ayant eu, en général, moins d'étendue sur les rivages que celle du Miocène inférieur. Les dépôts pliocènes sur la côte sont encaissés dans ceux du Miocène, et séparés par une discordance angulaire ou de ravinement. Le Quaternaire ancien est très mal connu le long des côtes de la Catalogne et de Valence, sauf dans le domaine bétique (cap de la Nau et Baléares). En général, les oscillations glacio-eustatiques du Pleistocène inférieur et moyen sont encore assez mal connues et posent de graves problèmes de datation et de corrélation à cause des affleurements rares et discontinus, de l'imprécision des datations absolues et des critères paléobathymétriques. La courbe eustatique devient plus précise au Pleistocène supérieur et à l'Holocène (figs. 4, 5 et 6). Aux époques ana- et cataglaciares la stratification des eaux méditerranéennes aurait provoqué le dépôt des vases organogènes. D'autre part, le versement d'importantes masses d'eaux douces aux époques de fonte glaciaire procédant des grands fleuves européens et de la Mer Noire, aurait fait descendre la salinité des eaux superficielles. La descente des températures en surface de la Méditerranée orientale, pendant les glaciations, serait de l'ordre de 4 à 6° C; dans le bassin occidental, quoi qu'on n'a pas encore fait des mesures, le refroidissement serait semblable.

\* Departament d'Estratigrafia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. Gran Via de les Corts Catalanes, 585. Barcelona, 7.

## INTRODUCCIÓ

Fou Eduard SUESS (1906) qui va proposar el terme de «moviments eustàtics» per a les oscil·lacions del nivell general de la mar. Va proposar tres maneres de demostrar-les al llarg de la història terrestre. En primer lloc, mitjançant l'estudi de les línies de costa antigues, és a dir, la identificació de platges aixecades o submergides respecte al nivell actual. Aquest mètode solament és utilitzable per als moviments registrats durant el pleistocè (o quaternari). En segon lloc, proposava un estudi extensiu de les mars epicontinentals (o extensió de les fàcies marines), des del punt de vista paleogeogràfic i a cada moment de la història terrestre. I, en tercer lloc, proposava Suess, l'estudi de les seqüències estratigràfiques; la successió vertical, a un lloc determinat, de les fàcies transgressives o, si voleu, de les fàcies marines i continentals. Aquests dos mètodes darrers són els que proposen HALLAM (1969, 1977), COOPER (1977) i TANNER (1968) i l'apliquen per al juràssic i el cretaci d'arreu del món, i en fan la crítica. Són també els mètodes que he emprat per al neogen de les vorades de la Mediterrània occidental (RIBA, 1981).

Les causes que poden haver produït aquests canvis tan remarcables del nivell de la mar són, per una banda, de natura glacial; és a dir les variacions del contingut aquífer de l'oceà provocades per la detracció de grans volums d'aigua que, en forma de glaç, s'han acumulat damunt els continents. Cada glaciació pleistocènica ha produït un descens eustàtic seguit per una ascensió en acomplir-se el desglaçament. A més de les oscil·lacions glacials pleistocèniques, sembla que n'hi hagué una de precursora, a la fi del miocè coincidint amb la crisi messiniana. Fou la primera de l'era primària ençà.

D'altra banda, les oscil·lacions eustàtiques han estat causades per les variacions de la capacitat de les conques oceàniques, tot considerant que el volum d'aigua no hagi canviat. Hom creu que aquesta causa és pot adduir per a tot el mesozoic i una gran part del cenozoic —com hem dit, fins a la fi del miocè— pel fet d'haver estat el clima mundial molt càlid i de no haver-hi hagut cap continent englaçat. Aquestes variacions de la capacitat oceànica han fet que, si aquesta capacitat augmenta, hi ha regressió i descens del nivell de les aigües; i si, en canvi, disminueix, hi ha transgressió

de les aigües, les quals formen mars epicontinentals i una ascensió generalitzada del nivell de tots els oceans. Aquestes variacions són provocades per la dinàmica de l'escorça terrestre, especialment de les dorsals oceàniques i de les àrees de subducció. Una elevació general de les dorsals amb expansió de les plaques oceàniques, segons RONA (1973) i BROOKFIELD (1974), comportaria una minva de la capacitat del vas oceànic i l'ocurrència d'una transgressió a escala terrestre; per contra, els estadis d'inactivitat cortical, durién una subsidència de les dorsals, un augment de la capacitat oceànica i una regressió que afectaria les àrees continentals. Sense fer-ne esment, tant JOHNSON (1971) com Rona renoven i redefeixen l'antiga «lleï» de HAUG (1900), sobre les transgressions i les regressions.

## LES TRANSGRESSIONS I LES REGRESSIONS DURANT EL NEOGEN

Pel que fa a la Mediterrània, l'estudi de les transgressions i regressions mitjançant els mètodes suara esmentats es complica força perquè és una conca marina mal comunicada i que, en certs moments, pot haver quedat closa. També cal tenir present el dinamisme molt actiu que ha sofert durant tot el terciari. En fer l'anàlisi estratigràfica, cal sostreure dels valors de la paleobatimetria els moviments soferts pels fons abissals o pel marge continental, siguin de subsidència o d'ascensió. Afegim-hi les limitacions imposades pel nombre petit de sondatges del «*Glomar Challenger*», dos o tres, fets a la plana abissal mediterrània occidental que han enfondit més avall de les evaporites del messinià (sondatges número 372 «Menorca Rise», 121 «Alborán») i per aquesta raó cal recórrer als resultats obtinguts a la plataforma continental pels petrolers i els d'estratigrafia normal a terra ferma.

L'anàlisi sedimentològica i biostratigràfica feta en els quatre sondatges del Golf de Lleó per CRAVATE *et al.* (1974) és fidedigna. Tant en aquests sondatges com en els que han estat fets a la plataforma catalano-valenciana, també pels petrolers, hom hi troba enregistrades dues grans transgressions: la del miocè i la del pliocè. Ambdues sèries són separades per les sals o evaporites que ocupen tota la plana abissal i la part externa del marge continental però,



cap a terra, hom les troba separades per una superfície d'erosió, manifestacions volcàniques, paleocanyons, etc., i, sovint, hom les troba encaixades profundament: el pliocè dins el miocè, o bé el plio-quadernari és transgressiu, o en *overlap*, damunt de terrenys més antics que constitueixen el basament acústic de la sísmica marina.

## EL MIOCÈ

El miocè és transgressiu sobre terrenys més antics, paleogens, mesozoics, etc., després d'una perllongada etapa d'emersió i d'erosió, de karstificació, de formació de paleosòls, de vulcanisme, etc. Constitueix la unitat *D* dels sismòlegs, reconeguda al marge continental, on sol tenir gruixàries de 1500 a 3000 m, i ateny els 4.000 m a certs indrets de la plana abissal. (En aquesta no s'inclouen les sals i les evaporites, també miocèniques, que s'hi superposen i que formen les unitats B i C.)

Les corbes paleobatimètriques dels quatre sondatges del Golf de Lleó donen un màxim de profunditat en el trànsit del burdigalià al langhià, o millor a l'«helvecià» s.s., tal com el defineix J. MAGNÉ (1978). Tant a Catalunya com a les costes del Languadoc i de València sembla que hi ha règim regressiu que dura tot el langhià superior i el serravalià inferior, per insinuar a continuació una breu transgressió, marcada en el sondatge «Mistral-1», però no en els tres restants del Golf de Lleó. Aquesta transgressió s'hauria esdevingut en finir el Serravalià fins a la part inferior del mesinià, moment en el qual la sèrie s'interromp, tot formant una llacuna sedimentària. Hi té lloc l'episodi de la crisi de salinitat, amb la formació de superfícies d'erosió i paleocanyons cap als marges continentals; la sedimentació marina no es reprèn fins al començament del pliocè (fig. 1).

A Catalunya, segons MAGNÉ (1978), la primera transgressió miocènica, la del burdigalià superior-langhià inferior (zones N-8 a N-10 de Blow) penetra pel Camp de Tarragona, i hi forma una sèrie de tascons que s'intercalen amb les fàcies continentals riques en vertebrats (TRUYOLS & CRUSAFONT, 1951). Però la sèrie de Montjuïc estratigràficament pertany al serravalià superior i gairebé a tot el tortonià (zones N-13 a N-16), és a dir, a la segona transgressió miocènica, la qual no té cap representació a la conca del Vallès-Penedès.

La primera transgressió del miocè, no va penetrar ni pel Baix Ebre ni per les conques del Rosselló i de l'Empordà; altrament, va engolgar-se profundament pel Languadoc.

Cap a les Bètiques i a les Illes Balears les fases de plegament intramiocèniques intervenen fortament en l'estratigrafia. A la banda SE peninsular, segons es desprèn de MONTENAT (1973, 1976, 1977a, 1977b) i d'altres autors (BIZON *et al.*, 1975; DURAN DELGA *et al.*, 1964; GONZÁLEZ DONOSO, 1977, etcètera), hi ha registrada una transgressió al Tortonià superior (o Tortonià II), els materials de la qual reposen en discordança sobre els terrenys terciaris deformats i parcialment erosionats per les fases de plegament intra-tortonià i les anteriors.

A les Illes Balears, i d'una manera anàloga amb la part oriental de les Bètiques, el miocè també s'hi presenta estratificat d'acord amb les dues onades transgressives separades per la regressió del serravalià, i la fase principal de plegament. És a dir, és relativament senzill de distingir-hi dos conjunts estratigràfics, pre- i postorogènics, separats per la discordança intra-miocènica. Els resultats de l'anàlisi estratigràfica feta per nosaltres (RIBA, 1981) coincideix amb l'obtinguda per L. Pomar (com. personal inèdita); i s'ha fet a partir d'un bon nombre de publicacions, especialment degudes a COLOM (1947, 1968, 1974, 1975a, 1975b, 1978; COLOM *et al.*, 1970, 1976, 1977; CUERDA *et al.*, 1969; MATAILLET & PECHOUX, 1978; BARÓN, 1976, 1979, 1980a i 1980b; ESTEBAN *et al.*, 1977, 1979; OBRADOR, 1972, 1973; OBRADOR *et al.*, 1971; BOURROUILH, 1973; BOURROUILH *et al.*, 1968; etc.). La transgressió burdigaliana, segons Colom, es realitza com a un «desbordament» de la mar del solc geosinclinal, situat al SE de les Illes, i dirigit cap al NW, de manera que el burdigalià, que al SE de l'illa reposa damunt l'aquitanià marí (zones N-3 i N-4) va recobrint progressivament i en discordança angular terrenys cada cop més antics i erosionats de Mallorca. El màxim transgressiu, és l'«helvecià» s.s. de Jean Magné. A l'illa d'Eivissa, la sèrie és totalment assimilable a la de Mallorca. En finir la primera transgressió miocènica, el promontori balear queda esbossat com a un llindar amb tendència a l'emersió rodejat per unes conques marines fortament subdients. Així, al centre de Mallorca, s'estableix un règim lacustre.

Amb el tortonià, i potser un temps abans (serravallia sup.) s'instaura de nou un domini marí, amb salinitat normal, que cobreix parcialment les illes i, cosa ben sorprenent, sotmès a un règim de mares. Encara que aquest fet coincidiria amb un moment en què els portals que comunicarien amb l'Atlàntic, pels solcs del Rif i de les Bètiques i també amb l'Índic, a través de Síria i Mesopotàmia (BIJU-DUVAL *et al.*, 1977) serien ampliament oberts. Les seqüències mareals però, no són acceptades per tothom (Esteban, com. pers.).

Aquestes aigües de la segona transgressió miocènica, que és post-tectònica, no arribaren a inundar totes les illes de Mallorca i Eivissa (RANGHEARD, 1969); en sobresortien els relleus muntanyosos acabats de formar. Per aquestes raons les fàcies són molt litorals i de plataforma marina, amb molt pocs foraminífers planctònics (d'ací sorgeixen les dificultats de datació i correlació); i en part són ocupades per esculls de porites i algues (ESTEBAN, 1979-1980) a Mallorca, i (BARÓN *et al.*, 1979, 1980a i b), a Menorca, Eivissa i Formentera. A Formentera, com que no hi afloren terrenys anteriors al tortonià, podem afirmar que si va existir anteriorment com a illa, va romandre enaiguada durant la segona transgressió. A Menorca, la inundació tortoniana és menys palesa. Segons la paleogeografia d'OBRADOR (1972), la comarca de Tramuntana hauria romàs emergida i hauria fornit els sediments de platja que formen la comarca de Migjorn; però Bourrouilh, en descobrir al Cap de Cavalleria un miocè marí amb coralls, i, més tard, BARÓN *et al.* (1979), en trobar a la part alta de la sèrie miocènica del Migjorn una unitat escullosa del Tortonià superior, pensen més aviat que Menorca hauria estat totalment recoberta per la segona transgressió del miocè.

Sembla que a les Illes, abans de produir-se el gran descens del messinià hi hagué una fase regressiva breu, en finalitzar el tortonià, seguida immediatament per una pulsació transgressiva, amb la qual cosa s'interromp bruscament tota mena de dipòsit, corresponent a la buidada de la Mediterrània i a la «crisi de salinitat». Aquest episodi, COLOM (1978) el descriu tot dient: «... que en general, els dipòsits tortonians s'iniciaren mitjançant unes capes d'aigua dolça o salabrosa, riques en ostràcodes i caràcies passant lentament al medi marí i, finalment, acabarien amb una

fàcies llacunar a la qual abundaria moltíssim *Cyprideis torosa* (Jones)».

Les nostres recerques (RIBA, 1981) ens confirma que les dues transgressions miocèniques i la fase regressiva del miocè mitjà foren extensives a tota la Mediterrània (fig. 1). En efecte, a l'altra banda de la nostra mar, a les conques neògenes del Xelif algerià, PERRODON (1957) les va trobar ben enregistrades. La regressió del serravallia mitjà (zones N-12 i N-13) hi és marcada per una discordança angular intraformacional. Aquest fet també ha estat assenyalat a la plana de Còrsega per ORSZAC-SPERBER (1979). A més, a les conques europees de la Paratethys (RÖGL & MÜLLER, 1978) hi hagué una fase regressiva de dessecació acompanyada de dipòsits importants d'evaporites durant el serravallia inferior, és a dir, de 14,5 a 14 milions d'anys enrera. Fou un moment en què es produí el tancament de les connexions marines de la Paratethys amb l'oceà Indo-Pacífic i amb la Mediterrània, com a conseqüència dels moviments ascensionals de la placa aràbig-africana. A l'ensem, a la Mar Roja es registra el dipòsit d'una massa extraordinàriament important d'evaporites, per efecte de l'oclusió de l'istme de Suez, quan l'estret de Bab el Màndeb encara no existia.

### El messinià o andalusia

El messinià o andalusia és assenyalat a la Mediterrània per una regressió molt important, molt més important que a la resta dels oceans mundials. Fou més que una regressió, fou un descens causat pel dessecament d'una gran part de les aigües mediterrànies. Lyell, vers 1833, ja féu remarcar, en definir les sèries miocèniques i pliocèniques mediterrànies, que entre l'una i l'altra hi havia un salt molt important en la composició de les faunes marines. L'origen eustàtic de l'engorjat de la vall del Roine, fossilitzat pel pliocè, fou quelcom que féu rumiar els geòlegs francesos; DENIZOT (1952) va pensar que el descens hauria estat causat per una eixugada d'aigües tot deixant «els fons ocupats per uns estans salabrosos i llacunes de concentració d'evaporites». SELLI (1954) estengué la dessecació a tota la Mediterrània. Aquesta alteració de la paleogeografia també fou presentada pels paleontòlegs. Concretament, M. CRUSAFONT (1958), en una conferència

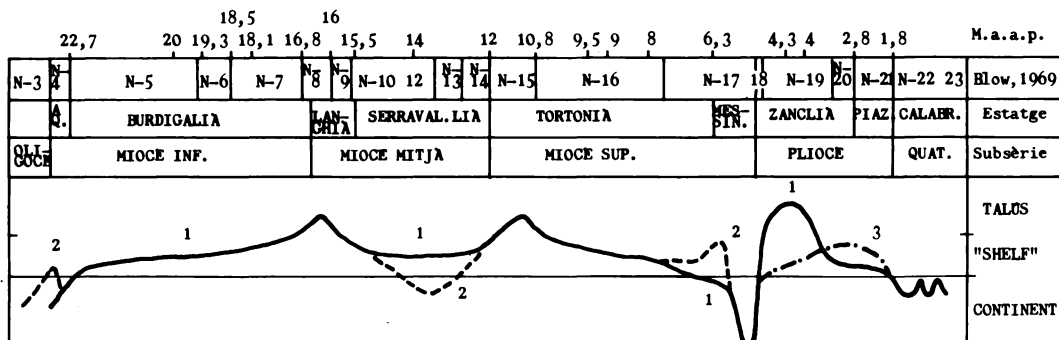


FIG. 1. Oscil·lacions eustàtiques durant el neogen a la Mediterrània (segons RIBA, 1981). Corba 1, deduïda de les fàcies del sondatge Mistral-1 (CRAVATTE *et al.*, 1974); Corba 2, a Mallorca. Courbe eustatique de la Méditerranée pendant le Néogène. Courbe 1, d'après les faciès du sondage Mistral-1 (CRAVATTE *et al.*, 1974); courbe 2 établie à Majorque; courbe 3, établie au Languedoc.

feta a Finlàndia, ja féu remarcar que en el trànsit del vallesià al turolí hi havia hagut una forta regressió marina de la Mediterrània, la qual «va atènyer nivells extraordinàriament baixos» i va crear un nombre importants de «ponts» intermediaris capaços d'actuar com a noves vies de migració de la fauna continental. El clima, d'acord amb les associacions faunístiques, esdevindria sec, i el paisatge vegetal, àrid. Els mapes que acompanyen aquesta conferència són ben il·lustratius en aquest sentit.

Les recerques de sísmica marina, iniciades durant la dècada dels anys seixanta, dugueren la descoberta d'uns reflectors molt pròxims a la superfície del fons marí que hom va identificar com a salins i evaporítics. En efecte, damunt la unitat D, esmentada per al miocè, hi foren establertes dues unitats a la plana abissal. La unitat C és una unitat «transparent» que s'ondula sovint formant intumescències i doms, i ocupa tot el fons abissal de la conca mediterrània occidental. Hi pot atènyer un gruix de 1.800 m i seria constituïda per halita. És la unitat salina inferior. Damunt d'aquesta es superposa la unitat B, i formada per una sèrie de reflectors molt patents, d'uns 600 m de potència, i és constituïda per una seqüència rítmica d'evaporites (sulfats) alternant amb lutites; és la unitat evaporítica superior. La comprovació no es féu esperar; foren els sondatges del «*Glomar Challenger*» de la primera campanya mediterrània (Leg 13) de l'any 1970 els que varen confirmar la presència d'aquesta massa d'evaporites, la qual, se-

gons les datacions micropaleontològiques, pertany al messinià superior. El pliocè que s'hi superposa és marí i pertany a fàcies d'aigües molt pregones. De bell antuvi, l'anàlisi dels testimonis obtinguts en els esmentats sondatges feren concloure, a l'equip científic embarcat, que el dipòsit d'evaporites (unitat B) s'havia realitzat sota una capa d'aigües somes i il·luminades: la presència de filaments d'algues clorofícies, i d'esquerdes de dessecació ho semblaven confirmar, la qual cosa pressuposava una dessecació generalitzada de les aigües de la Mediterrània amb la precipitació de les sals que aquestes contenien, com a conseqüència del tancament de tots els portals que comunicaven amb els oceans. L'acceptació d'aquesta hipòtesi de treball implica la conformitat amb un model sedimentari de dessecació d'una massa d'aigua marina, i el rebuig d'un altre model, relativament modern, proposat per SCHMALZ (1969) que consisteix en la precipitació de les sals dins una conca d'aigües profundes, confinades i estratificades per densitats, en què la precipitació de les sals de l'aigua marina s'esdevé sota la capa d'aigües saturades tocant el fons, i per efecte d'una intensa evaporació superficial. Aquest model, anomenat «model d'aigües marines i conca profunda» (*deep water, deep sea basin model*), implica un potent flux d'entrada (*inflow*) d'aigües atlàntiques a través d'un llindar som i sense corrent d'eixida (*outflow*) com ara ocorre a l'estret de Gibraltar, el qual compensaria la pèrdua d'aigua per evaporació i el manteniment del nivell de la nostra mar igual, o molt feblement

per sota, al de l'oceà. No cal dir que de la teoria d'aquest autor no s'infereixen conseqüències paleogeogràficament importants com ocorre amb les que han estat admeses per la majoria d'autors.

Els models que invoquen un tancament de la Mediterrània parteixen del fet actual que el balanç hídric de la nostra mar és deficitari o negatiu; és a dir, que amb mil anys i escaig tot el volum d'aigua podria evaporar-se, abandonant una gruixa d'uns 20 m d'evaporites. Però com que els registres sísmics han demostrat que els dipòsits centrals poden atènyer més de 2.000 m, cal pressuposar que s'establí durant la primera fase del dipòsit, vull dir durant el dipòsit de la unitat salina inferior, una alimentació no discontinua d'aigua marina que podria representar un centenar de vegades la capacitat de la Mediterrània. Els testimonis dels sondatges del DSDP (*Deep-Sea Drilling Project*) pertanyents a les evaporites superiors revelen diversos cicles d'inundació i de dessecació. S'hi han reconegut filaments de cianofícies associades a dolomites. Això pressuposa uns dipòsits formats sota aigües il·luminades que permeteren la vida de les algues, les quals són substituïdes pels dipòsits d'anhidrita en condicions de *sebkha*. El fons de la Mediterrània esdevindria, doncs, una conca de concentració, amb aigües somes i moments de sequedat total, i d'altres amb aports d'aigües, adés d'origen marí, adés de procedència continental. Però de la unitat salina inferior, no hi ha testimonis de sondatge, i solament hom disposa dels afloraments sicilians. VAN COUVERING *et al.* (1976) van emetre la hipòtesi, molt versemblant, que la dita sal inferior hauria pogut haver-se dipositat per concentració, d'acord amb el model de Schmalz, mentre que la unitat evaporítica superior hauria exigit la dessecació, d'acord amb les observacions dels testimonis dels sondatges DSDP.

La presència d'esculls corallins d'edat tortoniana i messiniana tot al voltant de la Mediterrània meridional (vegeu l'article recent d'ESTEBAN, 1979-1980) posa una sèrie de problemes molt discutits encara. Els esculls miocènics, a mida que són més moderns es van empobrint en formes i, en atènyer el messinià, gairebé tots són formats pels *porites*, grup de coralls que poden resistir condicions molt adverses de salinitat, de temperatura i de terbolesa d'aigües. Amb tot i això, a Santa Pola hi

ha un escull molt ben desenvolupat, descrit per ESTEBAN & GINER (1977) i ESTEBAN *et al.* (1977), qualificat d'aberrant pel que fa a la seva composició. És correlacionat amb el Complex Terminal, equivalent de la part alta del messinià i de la part superior de la unitat evaporítica. Aquest escull és constituït, si més no, per set episodis o ritmes superposats, compostos per colònies de *porites* que alternen amb estromatòlits recoberts d'oolites. Aquesta alternança tan sorprenent és interpretada com l'efecte d'un seguit d'oscil·lacions del nivell de la mar. Així, en descendir la mar, tot l'edifici corallí deuria quedar emergit i subjecte a una llixiviació, karstificació i erosió. Seguint la interpretació d'Esteban, l'escull seria novament inundat per un ascens de les aigües, aquest cop de salinitat molt variable, d'hipersalines a salabroses, d'origen continental; la qual cosa permetria el desenvolupament dels estromatòlits. Nova emersió, i erosió, i seguidament, nova inundació amb aigües marines normals que comportarien la nova colonització del vell edifici amb *Porites*. Tot aquest conjunt de ritmes carbonatats creix verticalment i horitzontal i s'hi enregistren diversos cicles. Hi ha, doncs, una clara alternança d'aigües, unes de salinitat normal, d'influx atlàntic, amb d'altres de salinitat molt variable, causades per l'evaporació i concentració d'aigües continentals (podrien ésser l'equivalent occidental del Lago Mare). Aquestes oscil·lacions eustàtiques, segons l'apreciació d'Esteban, tindrien, pel cap baix, l'alçària de l'edifici escullós; és a dir que serien de l'ordre dels 200 a 400 metres. L'esmentat autor s'adhereix a l'afirmació de MONTENAT (1977c) sobre el fet que les formacions esculloses i les evaporites superiors són contemporànies, encara que no n'hi ha proves concloents. Cada ritme *porites*-estromatòlits correspondria mar enfora a un dels ritmes de les evaporites superiors.

Pel que fa a la morfologia de la conca ja de primer antuvi, em refereixo a 1970, any de la primera campanya del «*Glomar Challenger*» del DSDP, es va produir el desacord entre diversos investigadors embarcats: ¿És que la nostra Mediterrània presentava durant el messinià la mateixa morfologia, i les mateixes profunditats que la conca actual (sempre per davall dels 1.500 m) o bé era una conca més soma, d'uns 200 a 500 metres? Aquesta pregunta que sembla intrascendent, va provocar la

primera controvèrsia sobre les qüestions del messinià, una controvèrsia que ha perdurat deu anys i encara és ben viva; car si es tracta del model de conca profunda (*deep basin, shallow water model*), o el d'una conca soma (*shallow basin, shallow water model*), els processos que en depenen, siguin sedimentaris, erosius o geodinàmics o paleobiològics, esdevenen força distints. El model de conca profunda amb aigües somes el varen proposar HSÜ, CITA & RYAN (1973, realment la bibliografia és molt nodrida; vegeu-ne una de les darreres publicacions: CITA (1980), on trobareu nombroses referències) i el model de conca poc profunda i d'aigües somes, ho fou per NESTEROFF (1973) i un bon nombre d'altres autors. No em sembla escaient aquí reproduir-ne l'anàlisi i els comentaris, publicats en un altre lloc (RIBA, 1981), però vull comentar que no em sembla que ni de lluny el problema de la paleobatimetria s'hagi de resoldre amb els migrats elements de judici que tenim a l'abast.

Si hom jutja tots els arguments aportats en suport d'un model o altre, es fa ben feixuc de prendre-hi partit. Però si seguim G. BUSSON (1979), caldrà tenir present que el model de conca profunda duu implícitament el fixisme estructural, segons el qual la configuració de la conca mediterrània actual, i concretament la seva profunditat, ja s'hauria realitzat abans del dipòsit salífer messinià, i té per resultat de tallar en dos el món mediterrani: per una banda, al marge continental de la nostra mar hi ha hagut una extraordinària mobilitat de neotectònica i, per altra, un fixisme o immobilitat estesos a tots els dominis abissals. FABRICIUS *et al.* (1978) fan també algunes consideracions sobre els efectes erosius catastròfics que hauria suposat la buidada i reompliment successius d'una conca tan profunda com l'actual. Tot plegat em duen a pensar que el panorama del Neogen ha estat mobilista i que la subsidència de la mar, i l'aixecament epirogènic de les masses continentals i la tectònica en general, han estat movent-se, a batzegades si hom vol, durant tota la història que ara contemplem.

Per altra banda, jo em pregunto si els foraminífers bentònics «d'aigües molt pregones» que han estat trobats a les primeres capes del pliocè transgressiu, sobre les evaporites messinianes, no haurien pogut haver viscut sota aigües quelcom més somes. Cal recordar que aquest és un dels

arguments més importants adduïts per HSÜ, CITA & RYAN (1979) en suport a llur model. Els meus dubtes rauen en l'aplicació del principi de l'actualisme a la paleobatimetria d'uns foraminífers que han viscut ara fa cinc milions d'anys en unes condicions oceanogràfiques de temperatura, salinitat, oxigenació, etc., molt poc conegudes, en ésser comparats amb uns altres foraminífers homotàxics, actuals, que viuen sota unes aigües de mars intertropicals i més obertes.

### La causa llunyana de la crisi messiniana

Hi ha molts autors que invoquen el control tectònic exercit pels llindars d'accés d'aigües cap a la Mediterrània com a causa primària de la crisi de dessecació messiniana. Foren, però, NESTEROFF & GLAÇON (1975) els primers que varen suggerir que els nombrosos cicles evaporítics observats dins la sèrie messiniana superior haurien estat produïts per oscil·lacions eustàtiques correlatives de les pulsacions d'una glaciació fini-miocènica i de l'Antàrtida. Més tard, VAN COUVERING *et al.* (1976) veuen en la *caliza tosca* de l'Andalusia atlàntica (on ningú no dubta de la continuïtat miopliocènica), un testimoniatge d'una regressió marina molt evident, la qual cosa no pot ésser explicada per la dessecació mediterrània. Al seu torn, la *caliza tosca* andalusa fou correlacionada amb la Formació de Kapitean, de Nova Zelanda, a la qual hi ha enregistrada també una caiguda eustàtica del nivell marí associada a un refredament climàtic molt intens. Per altra banda, el sondatge DSDP (Leg 28) fet a la Mar de Ross ha revelat una fase de gran expansió de la banquisa en aquest moment històric. Aquest fet ha estat comprovat arreu del Pacífic, i el descens eustàtic mundial pot haver estat de l'ordre dels 50 a 70 m.

Ara bé, hom s'ha preguntat si entre aquesta glaciació de l'Antàrtida i l'assecamment de la Mediterrània hi ha una relació d'efecte a causa. VAN COUVERING *et al.* (1976) opinen que no n'hi ha. Però ADAMS *et al.* (1977) calculen que un cop iniciada la glaciació, s'hi afegiren els efectes de la sedimentació de les sals a la Mediterrània que va detreure un 6 per 100 de les sals de l'oceà mundial i que aquest fet, com ja deia WEYL (1968), va apujar el punt de congelació de les aigües marines. D'això es derivaria un considerable augment de l'ex-

tensió de la banquisa i al seu torn un augment de l'albedo terrestre i un refredament general del clima mundial. M. CITA (1980) corrobora aquesta hipòtesi en correlacionant les dades de la Mediterrània amb les del sondatge del Cap Bojador (Site 397, Leg 47A, DSDP), però afirma que fou la dessecació el fenomen que va desencadenar la glaciació. Hi ha per tant dues hipòtesis: la primera que el descens glacio-eustàtic fou allò que provocà el tancament i eixugada de la Mediterrània; la segona que la desalinització causada per la Mediterrània va desencadenar la glaciació. Mig en broma, la primera hipòtesi va ésser comparada amb la imatge de «la cua temperada del gos polar», i la segona amb «la cua polar del gos temperat».

## EL PLIOCÈ

El pliocè és una sèrie ben coneguda arreu de la Mediterrània, i que ha estat dipositada durant la darrera i tercera gran transgressió del nostre neogen. Sobevingué aquesta transgressió sobtadament, segons sembla, després de la breu, però molt transcendental «crisi de salinitat» messiniana. La transgressió pliocènica sembla que és d'origen eustàtic arreu de l'oceà mundial; però a la Mediterrània va lligada al reompliment de la conca, buidada durant l'edat anterior.

Tot fa creure que el màxim transgressiu del pliocè va escaure's a la part inferior d'aquesta sèrie (així queda testimoniada en els sondatges del Golf de Lleó (CRAVATTE *et al.*, 1974) i en altres documents, i, a partir d'aquest màxim transgressiu, el nivell de la mar va anar descendant poc a poc fins a l'entrada del pleistocè, moment en què s'esdevenen les glaciacions i els descensos eustàtics corresponents.

La transgressió pliocènica va comportar un repoblament de la fauna i de la flora de la conca mediterrània, especialment per Gibraltar, llandar que es va obrir definitivament a partir de l'esmentat reompliment. Però hi ha qui suggereix també alguna entrada d'aigües índiques a través de l'estret de Suez, via Mar Roja (GRECCHI, 1978; WRIGHT, 1979-1980), en estudiar els molluscs pliocènics i els foraminífers.

El pliocè, del punt de vista de l'estratigrafia sísmica, pertany a la unitat A. La part superficial és ben llitada, i representa el quaternari; la part inferior és «transpa-

rent» amb reflectors discontinus i febles, és pliocènica. La potència oscil·la entre 800 i 1.500 m.

El pliocè és menys transgressiu, en general, que el miocè, pel que fa a les nostres costes. S'introdueix per vies noves als golfs del Rosselló i de l'Empordà, pel Roine, pel Baix Llobregat i el Baix Ebre; i entra profundament pel Baix Segura i a les comarques de la Marina o del Cap de la Nau. A les Illes Balears, fins fa relativament poc el pliocè no hi havia estat reconegut. BOURROUILH (1963) el va assenyalar per primer cop al cap de Cavalleria, a Menorca; més tard, CUERDA *et al.* (1969) feren la troballa a Mallorca d'una línia de platja d'edat «astiana», damunt la plataforma miocènica de Lluçmajor, amb la qual cosa hom pot acceptar que la mar transgressiva del pliocè va sotaiguar una part important del sud-est de l'illa. Sota aquests dipòsits costaners del pliocè alt hi ha el pliocè marí que ocupa una depressió encaixada en el miocè «recifal» messinià de la badia de Ciutat de Mallorca i que roman ocult per sota els alluvions que s'estenen entre Ciutat i Alcúdia, segons BARÓN & COLOM (en premsa). Aquests resultats estratigràfics s'acorden amb els escrits d'Esteban i col·laboradors i s'han obtingut segons uns sondatges fets per Obres Públiques.

## La migració de les faunes terrestres durant el neogen

La dispersió i les migracions de les faunes de mamífers terrestres durant el neogen constitueix un tema força debatut pels especialistes. Solament desitjo fer-hi alguns comentaris. Nombroses publicacions han anat apareixent sobre les migracions en relació amb les oscil·lacions eustàtiques de la Mediterrània, els ponts intercontinentals i el paper que hauria exercit la dessecació durant el messinià.

JAEGER *et al.* (1977) fan remarcar que entre -17 i -15 Ma, és a dir, durant la primera transgressió miocènica del burdigalià i langhià, les faunes de rosegadors eren completament distintes a banda i banda de l'estret de Gibraltar. Aquest endemisme recíproc es trenca per la immigració sincrona, cap als -13 a -12 Ma, és a dir, durant la regressió serravalliana. És cap al miocè superior (menys de 7 Ma; el messinià o andalusià) quan apareixen a Salobreña diverses faunes de rosegadors africans.

Durant el turolia, les faunes africanes, com els hipopòtams i els porcs espins, s'estenen cap a la Venta del Moro i a Terol. Gairebé tots els paleontòlegs que han tractat de la qüestió dels intercanvis faunístics entre ambdós continents estan d'acord a admetre la connexió messiniana: CRUSAFONT, de BRUIJN, AZZAROLI & GUAZZONE (1979-1980), GIBERT & AGUSTÍ (1977).

A les Illes Balears, la darrera connexió amb el continent tingué lloc, molt probablement, durant la crisi messiniana. El rupricaprí *Myotragus* de Mallorca i Menorca hi deuria immigrar en aquest moment per esdevenir endèmic amb les faunes pliocèniques i quaternàries. Ja varen opinar així COLOM (1966, 1978), ADROVER (1972) i CUERDA (1975). Cal dir que la hipòtesi d'ALCOVER (1976), que relaciona la immigració del *Myotragus* amb els descensos glacio-eustàtics pleistocènics, no és gaire plausible, si hom té present la topografia actual dels passatges possibles entre el Cap de la Nau i les Pitiüses i les Gimnèsiques, la qual descendeix molt per davall dels mínims eustàtics assolits durant les grans glaciacions pleistocèniques (vegeu CUERDA, 1975, fig. 16). Molt interessant és la comunicació de PONS *et al.* (1979), on descriuen una forma de *Myotragus* pliocena, el *M. antiquus*, que justifica l'ascendència finimiocènica d'aquesta immigració. D'altra banda, AZZAROLI & GUAZZONE (1979-1980) opinen que durant el messinià no pogueren haver connexions directes entre les Balears i Sardenya, si no fos fent el gran tomb pel Cap de la Nau, la costa europea fins a la Toscana, i accedint-hi per l'illa de Còrsega. Hom creu que el miocè del Cap de Cavalleria de Menorca és una prova de la inundació de l'illa i de la desaparició de la fauna abans de la crisi messiniana, pel fet de no posseir grans relleus que serveixen de refugi, com deuria haver ocorregut a Mallorca. El repoblament de l'illa s'hauria realitzat durant el messinià. Sardenya, per altra banda, després de l'aïllament pliocènic va tornar a connectar-se amb el continent a partir del pleistocè mitjà (KORSAKIS & PALOMBO, 1979), durant les regressions glacials.

## LES OSCIL·LACIONS MARINES DEL QUATERNARI

Amb l'entrada al quaternari, la qüestió de les oscil·lacions eustàtiques es complica

extraordinàriament, pel fet d'introduir-s'hi el nou factor de les glaciacions com suara ja ha estat advertit. Hom admet que les glaciacions han abaixat el nivell de la mar i les fases interglacials l'han apujat. L'estudi es complica a més perquè a la corba de les oscil·lacions tectono-eustàtiques se superposa la glacio-eustàtica, d'origen climàtic (fig. 3). Les oscil·lacions glacio-eustàtiques han estat repetitives i de durada, geològicament parlant, força breus (uns 40.000 anys, si més no, les més recents). A aquesta superposició de moviments, d'origen diferent, cal afegir-hi els moviments isostàtics i tectònics dels grans compartiments de l'escorça terrestre que formen la nostra península i les illes. Aquesta és la qüestió essencial. Però, a més a més, hi ha uns altres problemes de recerca que en compliquen l'estudi. De primer, el fet que els afloraments quaternaris són, en general, molt dispersos i mancats de continuïtat, comprometen molt les datacions i les correlacions paleontològiques. En segon lloc, les datacions absolutes han estat, i són encara, molt difícils d'establir. En efecte, perquè el  $C^{14}$  tan sols abasta l'holocè i la llenca superior del pleistocè; i també perquè els altres mètodes radiomètrics, com el  $K^{40}/Ar^{40}$ , són encara poc acurats per datar esdeveniments tan pròxims i breus. Per fi, que, atenant aquesta complexitat, tot fa que les hipòtesis relatives a l'origen de les glaciacions siguin força nombroses i, consegüentment, hi ha un nombre elevadíssim de publicacions que, d'una manera més o menys parcial, aborda tots aquests problemes (vegeu-ne l'assaig fet per S. REGUANT *et al.*, 1978).

No existeix encara una corba eustàtica fidedigna, ben datada i de la qual es coneixin les amplituds absolutes, en metres, de les oscil·lacions de la mar mundial. És quelcom difícil d'atènyer per ara. Hi ha diversos assaigs de reconstrucció que esdevenen més i més imprecisos a mesura que hom s'allunya del moment actual. El pleistocè antic és molt poc conegut, de la mateixa manera que el límit plio-quaternari és de posició indecisa (vegeu BONIFAY, 1975). En geologia marina, hom admet a situar-lo a  $-1,8$  Ma, dins l'època paleomagnètica invertida de Matuyama, i entre els dos esdeveniments de Gilsa i d'Olduvai.

Fins fa poc, basant-se alhora en les quatre grans glaciacions alpines, hom havia establert tres grans cicles sedimentaris marins complets, de transgressió-regressió,

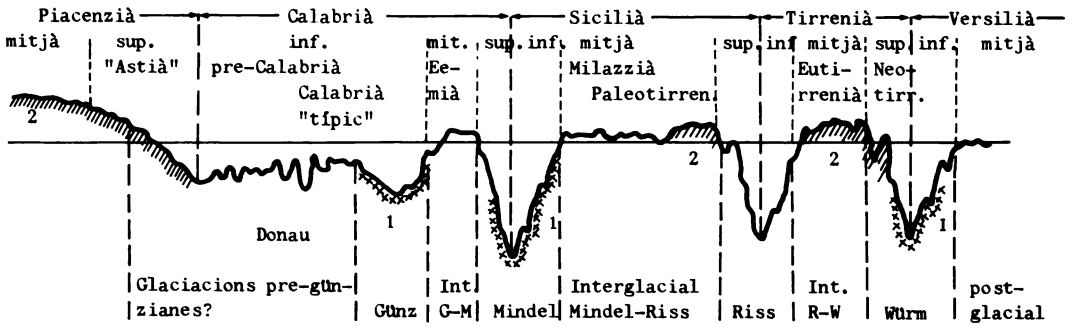


FIG. 2. Corba eustàtica de tot el quaternari (segons BONIFAY, 1964, simplificada) per explicar les unitats proposades. Hom no hi representa ni els temps absoluts ni les amplituds de les oscil·lacions. 1: faunes fredes; 2: faunes càlides.

Fluctuations du niveau des mers du Pléistocène (d'après BONIFAY, 1964, simplifiée) pour expliquer les unités proposées. Il n'y a pas de rapport avec les temps absolus et leurs amplitudes. 1: faunes froides; 2: faunes chaudes.

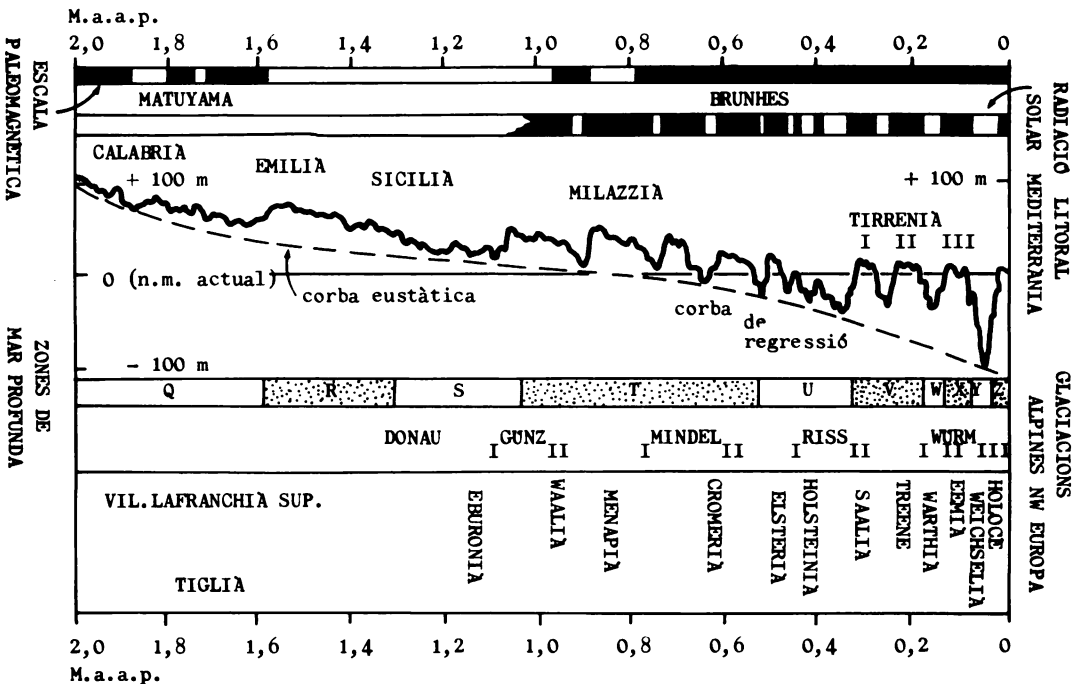


FIG. 3. La corba eustàtica pleistocènica, en relació amb la corba de regressió isostàtica, segons FAIRBRIDGE (1972), simplificada. Les oscil·lacions marines hi són datades en milions d'anys absoluts (A.P.) i d'acord amb l'escala paleomagnètica, i correlacionades amb la biozonació de mar profunda, amb les glaciacions alpines i les unitats establertes del pleistocè del NW d'Europa. La courbe eustatique pleistocène en rapport avec celle de la régression isostatique (d'après FAIRBRIDGE, 1972, simplifiée).



que es desenvoluparen durant tot el pleistocè. Les èpoques glacials són els mínims eustàtics i determinen els límits d'aquestes unitats estratigràfiques, mentre que els màxims transgressius, segons hom veu a la figura 2, corresponen als òptims climàtics dels interglacials Günz-Mindel, Mindel-Riss i Riss-Würm. Aquestes unitats estratigràfiques han estat anomenades calabrià, sicilià i tirrenià. La regressió fini-pleiocènica enllaça (segons BONIFAY, 1964) amb el mínim eustàtic, el pre-calabrià i correspon a unes glaciacions pre-günzianes o Donau, mal conegudes. A l'altre extrem d'aquesta corba, a partir del Würmià (III), comença l'aixecament eustàtic, que correspon a un cicle inacabat avui dia, conegut amb el nom de transgressió versiliana (a la Mediterrània) o flandriana (a l'Atlàntic), que fineix ara, amb l'estabilització del nivell de la mar dels darrers segles i que ha permès l'edificació progredint de tots els deltes mundials. L'època holocènica es defineix amb aquesta darrera transgressió. En aquesta figura 2 no han estat representades les fases de cada glaciació ni els interessants o ascensos eustàtics que les separen. Ara bé, la figura 3, extreta de FAIRBRIDGE (1972) i simplificada, és molt més completa, encara que molt esquemàtica: la corba eustàtica ha estat dibuixada damunt de la corba de regressió tectono-eustàtica indicada amb trets fins; d'aquesta manera hom vol representar les altituds absolutes assolides per les platges fòssils durant els màxims eustàtics. S'hi pararelitzen, a més, les alternances amb la radiació solar, d'acord amb les teories astronòmiques, i es refereixen a l'escala dels temps absoluts en milions d'anys (Ma) abans del present (AP). Cal remarcar que les fases glacials no hi són totes i que els noms dels cicles sedimentaris no coincideixen amb els de la figura 2, de BONIFAY (1964).

Les dades esdevenen més precises cap al pleistocè superior. La corba eustàtica establerta per PERTHUISOT (1972), reproduïda a la figura 4A, fa referència a les tres oscil·lacions que hi ha hagut des de fa 130.000 anys. Segons aquest autor, les cotes assolides pels quatre màxims (comptant-hi la del moment actual) són totes properes a les del nivell actual, corba 1, mentre que les cotes admeses per a les mínimes són de -150 a -200 m cap als 20.000 anys (Würm III), de -50 a -80 m als 60.000 anys, i fa remarcar que la regressió dels 100.000 anys és molt mal co-

neguda i molt feble (Würm I), algunes desenes de metres a tot estirar. Però són valors encara molt discutibles i, per consegüent, purament indicatius. A la figura 4B, el mateix autor hi ha assenyalat les variacions de la insolació calculades per a una «latitud equivalent» de 65°N i 65°S, d'acord amb la teoria de Milankovitch. I a la figura 4C hi ha dibuixades les corbes de temperatures del mes de juny a la latitud de 65°N d'acord amb un model termodinàmic. La comparació d'aquestes corbes permet establir una notable concordança entre la periodicitat dels moviments eustàtics i les variacions d'insolació. Hi ha però, un deca-

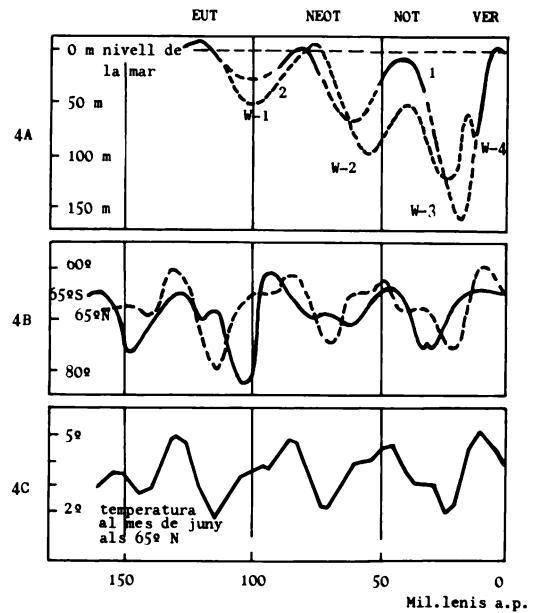


FIG. 4A: Oscil·lacions eustàtiques durant els darrers 130.000 anys A.P.: cicle tirrenià i ascens versiliana (o flandrià). 4B: variacions astronòmiques de la insolació a les regions polars (65°N i 65°S de latitud). 4C: variacions de la temperatura a 65°N de latitud. Esquema de PERTHUISOT (1972), modificat i ampliat. A la fig. 4A, la corba 1 és la proposada per Perthuisot; la 2 és la de BONIFAY (1973). Explicació: EUT: eutirrenià; NEOT: neotirrenià; NOT: neortotirrenià; VER: transgressió versiliana (o flandriana). Mínims: Würm 1; Würm 2; Würm 3; Würm 4. Fluctuations eustatiques des dernières 130.000 années A.P. (Pléistocène sup. et Holocène). 4B: Les variations astronomiques de l'insolation des régions polaires (65°N et 65°S). 4C: Variations des températures du mois de juin à 65°N (d'après PERTHUISOT, 1972, modifiée). Dans la figure 4A, la courbe 1 est celle proposée par Perthuisot, la courbe 2 correspond à BONIFAY (1973). Explication: EUT: Eutyrrhénien; NEOT: Néotyrrhénien; NOT: Néorthotyrrhénien; VER: transgression Versilienne (ou Flandrienne). Minimums: Würmien 1, 2, 3, 4.

latge entre els òptims climàtics i els màxims marins, d'uns 5.000 a 8.000 anys, la qual cosa indica que la Terra no reacciona immediatament en relació amb els canvis astronòmics. Tanmateix hom demostra que hi ha una relació de causa a efecte. Cal veure, pel que fa a les amplituds, que són quasi iguals a les d'insolació, mentre que les eustàtiques han anat augmentant de 120.000 anys ençà. Això indica que hi ha altres factors, a més dels astronòmics, que intervenen en el fenomen.

Ara bé les corbes de la figura 4A, proposades per PERTHUISOT (1972), s'acorden bastant a les proposades per BONIFAY (1973) (corba 2), llevat de l'ascens del neotirrenià, que no ateny, ni de lluny, el nivell actual, i a més hi indica l'oscil·lació del Würm IV. També s'acorden amb les corbes publicades per STANLEY & MALDONADO (1977) i represes per MALDONADO (1978). Fent ús de la mateixa representació de la figura 4A, hi he superposat els resultats de la corba eustàtica establerta per CHAPPEL (1978, figs. 5.2.1 i 5.2.2) a base dels nivells de la mar en els esculls corallins. Hom hi figura els màxims eustàtics de 120.000 a (+10 m s.n.m); 105.000 a (-15 m); 83.000 a (-20 m); 61.000 (-30 m); 45.000 (-40 m. aprox.); 35.000 (-50 m aprox.) i el mínim a 20.000 a (més de -100 m). Hom pot veure que no hi ha coincidència amb les corbes anteriors dels màxims de 105 i 61 mil·lenis; però n'hi ha

amb els màxims de l'eutirrenià i del neotirrenià (aquest, de fet es desdobra en dos de molt pròxims i, naturalment, amb el mínim del würmià III).

És particularment interessant per a nosaltres la corba eustàtica, publicada per LABEYRIE *et al.* (1976), que fa referència a la costa del Rosselló, des de -33.000 anys AP als nostres dies (fig. 5), la qual és comparada en el mateix treball amb una d'establerta a la costa occidental africana.

Atansant-nos més al moment actual, les dades disponibles permeten d'ampliar l'escala dels temps. La figura 6, extreta de TERS (1973), correspon a les petites oscil·lacions dins la corba transgressiva flandriana que hi ha hagut durant els darrers 10.000 anys AP. Hom hi ha fet les correlacions amb les darreres variacions climàtiques (segons els paleobotànics) i les indústries prehistòriques. El lapse de temps entre 20.000 i 10.000 anys que comprèn el mínim del würmià IV, no hi és tractat. Ters hi superposa les corbes de FAIRBRIDGE (1961) i de MÖRNER (1971). L'ascensió eustàtica fou ràpida des d'uns -120 m (a 17.000-20.000 a) fins al màxim marí de començament de la fase climàtica atlàntica a -8 m (7.500 anys); i a partir d'aquest moment, després de la desaparició de l'inlandis americà i escandinau, l'ascensió és més suau i és marcada per un seguit d'avenços i retrocessos de la mar fins atènyer el nivell actual poc abans de l'època romana. La corba de TERS (1973) ha estat establerta a la costa atlàntica francesa, molt estable; mentre que la de MÖRNER (1971) ho ha estat a Escandinàvia, molt afectada pels moviments isostàtics conseqüència del desglaç. He cregut escaient d'afegir-hi la corba feta per BLOCH (1965) mitjançant documents històrics, com per exemple les invasions marines de les salines vora mar. Les datacions més antigues han estat establertes mitjançant el C<sup>14</sup>. Hom hi pot veure la manca d'acordança amb la corba de Ters. Aquest darrer autor afirma que les transgressions i regressions marines són uns bons indicadors climàtics, malgrat que les condicions locals tinguin una influència en llur desenvolupament, i que siguin menys sensibles que els indicadors fornits pels diagrames polítics. I no dubta que hi ha una dependència directa entre les fases eustàtiques i les avançades i retrocessos glacials, les quals tenen lloc com a conseqüència de les variacions de l'activitat solar. Allò que manca

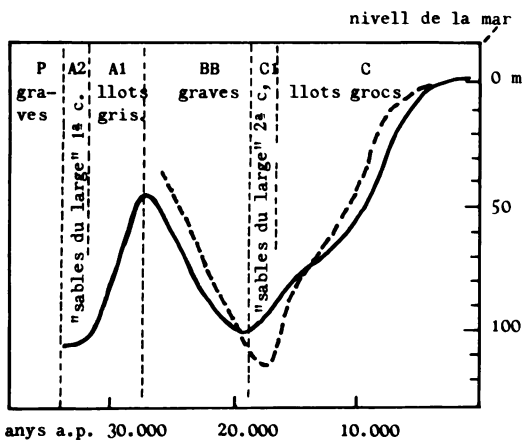


FIG. 5. Corba eustàtica establerta per J. LABEYRIE *et al.* (1976) a la costa del Rosselló, de 33.000 a.A.P. als nostres dies.  
Courbe eustatique établie sur la côte du Roussillon, depuis 33.000 a.A.P., par LABEYRIE *et al.* (1976).

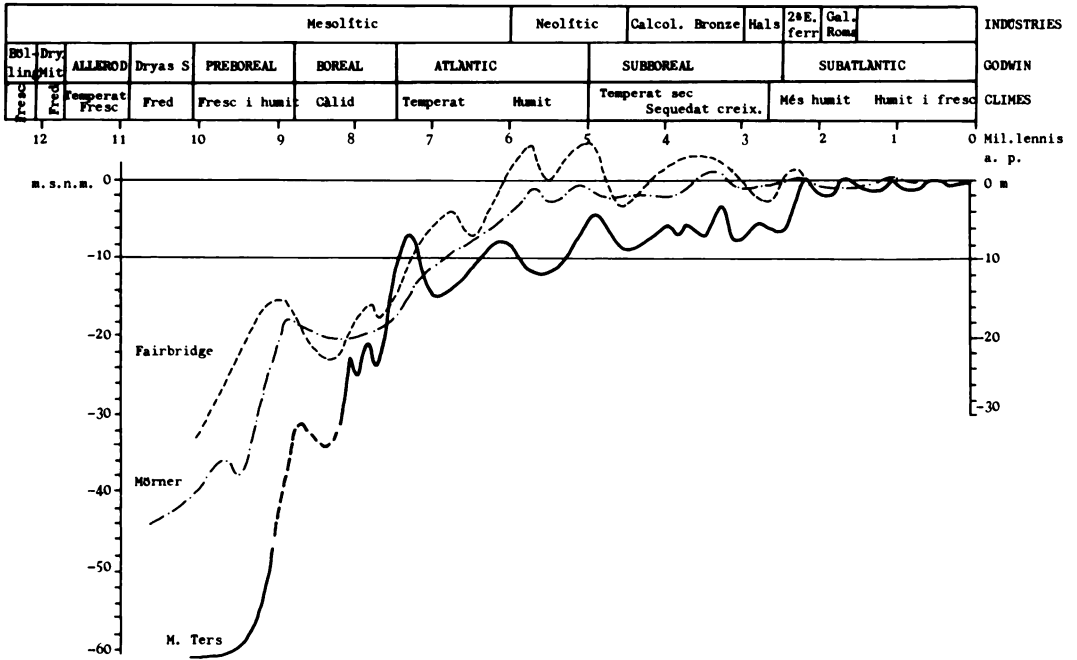


FIG. 6. Corba de les oscil·lacions de la transgressió flandriana (o versiliana) de 10.000 a.A.P. ençà, enregistrada a la costa atlàntica, segons TERS (1973) simplificada. Les altres dues corbes són de FAIRBRIDGE (1961) i de MÖRNER (1971).  
 Courbe de la transgression Flandrienne depuis 10.000 a.A.P., enregistrée sur la côte atlantique française, d'après TERS (1973), simplifiée. Les deux autres courbes appartiennent à FAIRBRIDGE (1961) et à MÖRNER (1971).

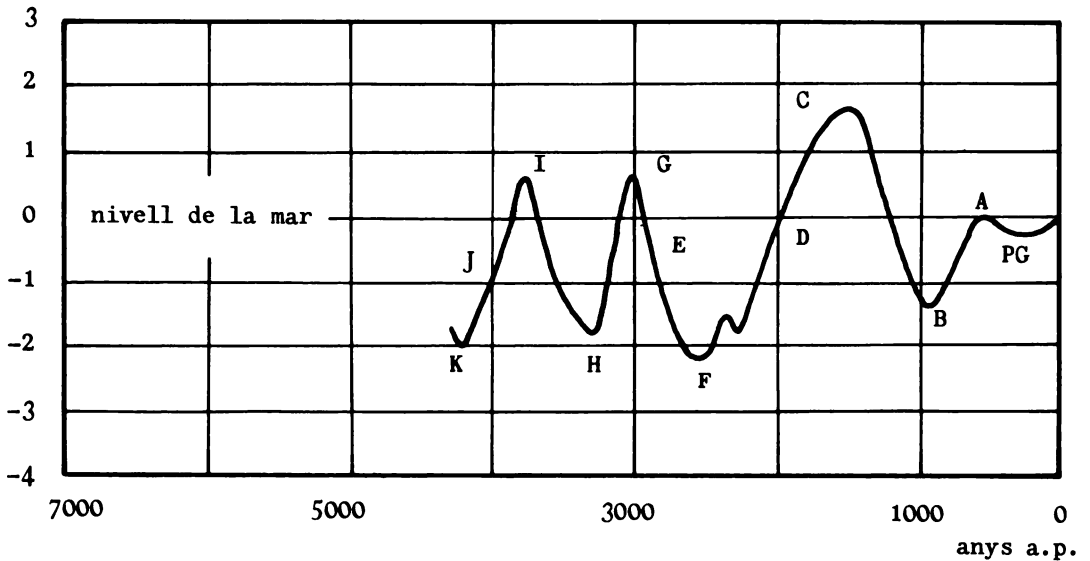


FIG. 7. Canvis estimatius del nivell oceànic ocorreguts en temps històrics i prehistòrics, en anys comptats a partir del moment present, segons BLOCH (1965), PG: Petita Edat Glacial; A: segles 15 i 16; B: mínim del segle 11; C: 400 a 700.  
 Changements estimatifs du niveau océanique pendant les temps préhistoriques et historiques, d'après BLOCH (1965, modifiée). PG: petit âge glaciaire. A: siècles xv et xvi; minimum de l'xième siècle; C: a. 400 à 700 a.A.P.

encara és un bon control cronològic. Per exemple, el darrer retrocés de la mar ha tingut lloc durant la «petita edat glacial» (PG), de 1530 a 1850 dC.

### **Els nivells marins quaternaris a les costes dels Països Catalans**

A Catalunya, els nivells marins quaternaris manquen al llarg de la Costa Brava; solament hi ha assenyalat un nivell de +1 m, a Empúries i a Sa Riera (flandrià ?). Al sector del Maresme, a Vilassar, Llavaneres i Arenys, hom ha trobat l'eutirrenià en alguns pous, per sota del nivell de la mar actual (SOLÉ SABARÍS, 1961). Al sud de Barcelona han estat reconeguts residus de platges aixecades al Massís de Garraf (Castelldefels), entre Sitges i Vilanova, i a l'ermita de Berà. Entre Tarragona i l'Ebre, hi ha bons jaciments tirrenians a Salou (+2 a +5 m), al SW de l'Ametlla i al NE de l'Ampolla. Cap al País Valencià, cal anar al promontori del Cap de la Nau i seguir després la costa fins a Gibraltar (GIGOUT, SOLÉ SABARÍS & SOLÉ, 1955) per trobar-hi un flandrià (+2 m), un tirrenià recent (Ouljià) (+5 — +8 m), un tirrenià antic (+20 a +25 m) i un sicilià probable (+80 m). A les Balears també han estat trobades platges suspeses del paleo-, eu-, i neotirrenià i flandrià i del sicilià a cotes molt variables (CUERDA, 1975; SOLÉ SABARÍS, 1961; BUTZER & CUERDA, 1962; MERCADAL *et al.*, 1970, etc.).

Pel que fa als nivells regressius, corresponents a les fases glacials, les dades són molt més incompletes. La regressió würmiana va assolir fondàries de —80 a —100 m aigües enfora de Begur i de Palamós i del Cap de Creus, on s'han dragat faunes fredes (MARTINELL *et al.*, 1973); valors que coincideixen amb els nivells regressius de la costa rossellonesa i llenguadociana, segons LABEYRIE *et al.* (1976) (vegeu la figura 5), i que daten de la darrera glaciació, Würm IV, a 10.800 anys AP, Würm III a 18.000 a.AP. La cota de —3 m seria assolida ara fa 4.800 a.AP, moment en què les aigües mediterrànies esdevindrien més estables i ja permetrien la construcció progradant dels grans deltes. MARQUÈS (1975) i MARQUÈS & JULIÀ (1977) esmenten la base transgressiva del delta del Llobregat a —64 m, d'una edat de 10.540 a.AP. (Würm IV).

Hom dedueix de tot això que la costa

catalana septentrional ha tingut una forta tendència a la subsidència i que la part meridional a una certa estabilitat, o tendència a l'aixecament; mentre que també és subsident la part central i septentrional de la del País Valencià. Per contra, a les costes de les Bètiques i de les Balears, la tendència a l'emersió hi ha estat ben manifesta durant tot el pleistocè i l'holocè. Segons J. SERRA (1976) i H. GOT (1973), les dues superfícies d'erosió G. i J. i a causa d'una flexura, o basculament, dirigida mar enfora, haurien erosionat el quaternari antic; per aquesta raó, prop de la costa, hom troba solament el quaternari marí recent sotaiguat, naturalment. Els canyons de Blanes, de la Fonera, del Cap de Creus i de Lacaze-Duthiers, s'haurien excavat durant el pliocè superior i el quaternari, especialment durant les fases regressives. Altrament, els relleus actuals s'haurien enlairat als nivells actuals a causa d'una neotectònica molt activa que hauria afectat tots els Pirineus, Serralades Costaneres Catalanes, Ibèrica oriental, les Bètiques i les Balears; així com hauria causat l'enfonsament de les depressions Pre-litoral, les del Rosselló i de l'Empordà, la de València, la central mallorquina, etc. (RIBA, 1981).

### **Algunes conseqüències dels canvis climàtics de la Mediterrània**

Uns mots finals. Pel que fa al quaternari, els descensos eustàtics ocorreguts durant les èpoques glacials varen implicar no solament un fort refredament de les aigües superficials, sinó també una alteració profunda del sistema ecològic de la nostra mar. El descens del nivell de les aigües, a uns —100 o —120 m, hauria reduït les zones nerítiques a més de la meitat de llur extensió actual. I per aquesta raó la sedimentació detrítica hauria estat duta molt més enfora i cap a la vora externa del talús continental. Els corrents de terbolesa haurien estat molt més importants i freqüents, i, com a conseqüència, s'hauria produït la reactivació erosiva dels canyons, tot aprofundint-los. Mitjançant l'estudi de les associacions de foraminífers planctònics, THUNELL (1979) ha calculat l'amplitud del descens tèrmic de les aigües superficials de la Mediterrània oriental, el qual, segons ell, hauria estat de l'ordre de 4 a 6° C; valors que, provisionalment, po-

dríem admetre a la conca occidental, tot i sabent que l'estret de Sicília actuava com a llindar important entre ambdues conques.

En canviar les condicions climatològiques a les de les èpoques glacials, el descens eustàtic, el règim de vents, la glaçada i el desgel, els canvis de salinitat i densitat d'aigües, etc., és molt probable que es produís una inversió dels corrents de l'estret de Gibraltar. Aquesta hipòtesi suposa que el corrent superficial d'entrada a la Mediterrània d'aigües menys denses passés a fluir cap a l'Atlàntic; i que el contracorrent d'aigües pregones s'hauria estroncat o invertit de sentit (aquest fet s'hauria esdevingut entre 11.000 i 9.000 anys A.P.). Vegeu-ne un resum i la bibliografia en STANLEY (1979). Cal dir, però, que LETOLLE *et al.* (1973) discuteixen des del punt de vista hidrogràfic aquest fenomen i dubten que s'hagi produït mai.

Les inversions de corrents, les oscil·lacions del nivell marí, els aports d'aigües, els canvis climatològics haurien alterat la natura físico-química de les aigües (temperatura, salinitat, densitat, oxigenació) i produït altres efectes. En certs moments, especialment en èpoques de desglaç, hi hauria hagut aportacions d'aigües dolces molt importants a la Mediterrània. Les fosses glacials dels Pirineus i dels Alps i les aportacions d'aigües poc salades pels Dardanel, procedents dels rius que desemboquen a les mars Negra, Càspia i d'Aral (conseqüència de l'alteració dels corrents causada per l'islandsis escandinau a la circulació vers el nord dels rius russos, i de la comunicació entre les mars esmentades, que és admesa per THUNELL, 1979, fig. 13), haurien produït una estratificació de les aigües de la conca mediterrània, la qual, al seu torn, hauria reduït o impedit la renovació i oxigenació de les aigües pregones. Aquestes aigües anòxiques haurien determinat el dipòsit de sediments sapropèlics, negres i carregats de matèria orgànica susceptibles d'esdevenir hidrocarburs. Aquests sapropèls han estat descoberts fa poc i hom ha vist que són molt extensos a la conca oriental, i que són correlacionables amb d'altres de la conca occidental (M. CANALS, 1980). Vegeu-ne, de tot això, un excel·lent resum escrit per MALDONADO (1978). La presència d'aigües pregones anòxiques hauria tingut lloc durant els moments de canvi climàtic: a les fases anaglacials i cataglacials.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, C. G., BENSON, R. H. KID, R. B., RYAN, W. B. F. & WRIGHT, R. C. 1977. The Messinian salinity crisis and evidence of late Miocene eustatic changes in the world ocean. *Nature*, 269 (5627): 383-386.
- ADROVER, R. 1972. L'insularité et l'évolution chez *Myotragus* et les autres endémismes mammalogiques du Pleistocène des anciennes Gymnésies (Majorque et Minorque). *Com. Int. Explor. Scientif. Mer Méditerr.*, 20: 563-656.
- ALCOVER I TOMÀS, J. A. 1976. L'evolució de *Myotragus BATE 1909 (Artiodactyla rupicaprini)*, un procés biològic lligat al fenomen de la insularitat. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 40 (Sec. Geol., 1): 59-94.
- AZZAROLI, A. & GUAZZONE, G. 1979-1980. Terrestrial mammals and land connections in the Mediterranean before and during the Messinian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29/1-2: 155-167.
- BARÓN, A. 1976. Estudio sedimentológico y estratigráfico del Mioceno medio y superior, postorogénico, de la isla de Mallorca. *Premi Ciutat de Palma*. Inèdit. 180 p.
- BARÓN, A. 1980a. El «Complejo Terminal» messiniense de la isla de Mallorca. *Bol. I.G.M.* (en premsa).
- BARÓN, A. 1980b. Breve nota sobre el desarrollo arrecifal en las islas de Ibiza y Formentera. *Bol. I.G.M.E.* (en premsa).
- BARÓN, A., BAYÓ, A. & FAYAS, J. A. 1979. Relación modelo geológico-modelo hidrogeológico. Ejemplo: El acuífero mioceno de la Isla de Menorca. *I. Simposio Nacional de Hidrogeología. Pamplona, Oct. 1979*. 19 pp. 5 figs.
- BARÓN, A. & COLOM, G. 1980. Nota preliminar sobre la existencia del Plioceno marino en Mallorca. *Bol. I.G.M.E.* (en premsa).
- BIJU-DUVAL, B., DERCOURT, J. & LE PICHON, X. 1977. From the Tethys ocean to Mediterranean seas: a plate tectonic model of evolution of the western Alpine system. *Int. Symp. of the structural History of the Mediterranean basins. Split, 1976. Ed. Technip. Paris*, 70, 143-164, 8 maps paleogeográfics en color, fora de text.
- BIZON, G., BIZON, J. J., MONTENAT, C. & DE RENEVILLE, P. 1975. Exemple de continuité marine Mio-Pliocène en Méditerranée occidentale: le bassin de Vera (Cordillères bétiques-Espagne méridionale). *Rapp. Comm. int. Expl. Sc. Mer Médit.*, 23/4a: 63-67.
- BLOCH, M. R. 1965. A hypothesis for the change of ocean levels depending on the albedo of the polar ice. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1: 127-142.
- BLOOM, A. L., BROECKER, W. S., CHAPPELL, J. M. A., MATHEWS, R. K. & MESOLELLA, K. J. 1974. Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: New <sup>230</sup>Th/<sup>234</sup>Pb dates from the Huon Peninsula, New Guinea. *Quater. Res.*, 4: 185-205.
- BONIFAY, E. 1964. Pliocène et Pleistocène méditerranéens: vue d'ensemble et essai de corrélation avec la chronologie glaciaire. *Annales de Paléontologie*, 50/2: 197-226.
- BONIFAY, E. 1973. Données géologiques sur la transgression versilienne le long des côtes françaises de la Méditerranée. *9e Congr. Int. de l'INQUA. Christchurch, déc. 1973. Travaux Français récents. Publ. CNRS, Comité Français de l'INQUA*. 1 vol., p. 137-142.
- BONIFAY, E. 1973. Stratigraphie et paléoclimatolo-

- gie du Pleistocène moyen de la France. *Res. Comm. IX Congr. INQUA, Christchurch*.
- BONIFAY, E. 1975. L'«Ere Quaternaire»: définition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie médio-terranéenne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7) 17/3: 380-393.
- BOURROUILH, R. 1973. Stratigraphie, sédimentologie et tectonique de l'île de Minorque et du Nord-Est de Majorque (Baléares). La terminaison nord-orientale des Cordillères Bétiques en Méditerranée occidentale. *Thèse d'Etat, Paris*, 882 pp., 95 figs. 2 v.
- BOURROUILH, R. & MAGNÉ, J. 1963. A propos des dépôts du Pliocène supérieur et du Quaternaire sur la côte nord de l'île de Minorque (Baléares). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7) 5/3: 298-302.
- BOURROUILH, R. & COLOM, G. 1968. Sur l'âge du Miocène du Sud de Minorque. *C. R. Som. Géol. Fr.*, 5: 150-152.
- BROOKFIELD, M. E. 1970. Eustatic changes of sea-level and orogeny in the Jurassic. *Tectonophysics*, 9: 347-363.
- BUSSON, G. 1979. Le «géant salifère» messinien du domaine méditerranéen: interprétation génétique et implications paléogéographiques. 7th Int. Congr. Médit. Neogene, Athens, 1979. *Ann. Géol. Pays Helléniques*, vol. hors Série, fasc. 1: 227-238.
- BUTZER, K. Z. & CUERDA BARCELÓ, J. 1962. Nuevos yacimientos marinos cuaternarios de las Baleares. *Not. y Com. I.G.M.E.*, 67: 25-60.
- CANALS, M. 1980. Sediments y procesos en el margen continental sur balear: control climático y oceanográfico sobre su distribución y evolución durante el Cuaternario superior. *Tesi de Llicenciatura, Fac. de Geol. Univ. Barcelona*, inédita. 210 pp.
- CHAPELL, J. 1978. Theories of Upper Quaternary Ice Ages. In: *Climatic change and variability*. Ed. Pittock, Frakes, Janssen, Petersen & Zillman. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 211-228.
- CITA, M. B. 1980. Quand la Méditerranée était asséchée. *La Recherche*, 11/107: 26-35.
- COLOM, G. 1947. Los foraminíferos de las margas vindobonienses de Mallorca. *Est. Geol.*, 3: 113-180.
- COLOM, G. 1966. *Myotragus* y la paleogeografía de época. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 12/1-2-3-4: 13-24.
- COLOM, G. 1968. El Burdigaliense inferior, parálico, de la ladera Norte del Puig Major (Mallorca). *Mem. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. y Nat.*, 24/1: 7-44.
- COLOM, G. 1974. Sobre la extensión del Vindoboniense marino en Menorca y los sondeos de la «Deep Sea Drilling Project» (USA). Sugerencias respecto a una nueva interpretación de la biogeografía balear. *Bol. Geol. y Min.*, 85/6: 664-677.
- COLOM, G. 1975a. Nuevas nociones generales sobre la evolución paleográfica y poblamiento del Archipiélago Balear desde el Eoceno al Cuaternario. *Revista Balear*, 10/38-39: 17 pp.
- COLOM, G. 1975b. Geología de Mallorca, vols. I y II. Instituto de Estudios Baleáricos. *Patronato J. M. Quadrado, C.S.I.C. Dip. Prov. de Baleares. Palma de Mallorca*. Vol. I, 297 pp; vol. II, 519 pp.
- COLOM, G. 1978. Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su Flora y su Fauna. *Instituto de Estudios Baleáricos, C.S.I.C., Diputación Provincial de Baleares*. I: 1-264; II: 273-517.
- COLOM, G., MAGNÉ, J. & RANGHEARD, Y. 1970. Age des formations miocènes d'Ibiza (Baléares) impliquées dans la tectonique tangentielle. *C. R. Acad. Sc.*, 270: 1438-1440.
- COLOM, G. & SACARÉS, J. 1976. Estudios sobre la geología de la región de Randa-Llucmajor-Porteres. *Revista Balear*, 1/44-45: 22-71.
- COOPER, M. R. 1977. Eustasy during the Cretaceous: its implications and importance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 22/1: 1-60.
- CRAVATE, J., DUFAURE, P., PRIM, M. & ROUAIX, S. 1974. Les forages du Golfe du Lion. Stratigraphie, sédimentologie. *Notes et Mémoires*, 11. *Comp. Fr. Pétroles*: 209-274.
- CRUSAFONT, M. 1958. Endemism and Paneuropeism in Spanish fossil mammalian faunas, with special regard to Miocene. *Societas Scientiarum Fennica. Comm. Biologicae*, 17/1: 30 pp. Zoolog. Mus. Univ. Helsinki.
- CUERDA BARCELÓ, J. 1975. Los tiempos cuaternarios en Baleares. *Inst. de Estudios Baleáricos. CSIC. Diputación Prov. de Baleares*, 1 vol. 306 pp.
- CUERDA, J., SACARÉS, J., COLOM, G. 1969. Hallazgo de terrazas pliocénicas marinas en la región de Llucmajor (Mallorca). *Acta Geol. Hisp.*, 4/2: 35-37.
- CURRAY, J. R. 1965. Late Quaternary history, continental shelves of the United States. In: Wright & Frey, Eds. *The Quaternary of the United States*. Princeton Univ. Press. Princeton, N.J.: 723-735.
- DENIZOT, G. 1952. Le Pliocène dans la vallée du Rhône. *Rev. Géogr. Lyon.*, 27/4: 327-357.
- DURAND-DELGA, M., GARCÍA RODRIGO, B., MAGNÉ, J. & POLVÈCHE, J. 1964. A propos du Miocène de la région d'Alcoy (province d'Alicante, Espagne). *Cursillos y Conferencias*, 9: 213-217. *Inst. «Lucas Mallada» C.S.I.C.*
- ESTEBAN, M. 1979-1980. Significance of the Upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29/1-2 (1979-1980): 169-188.
- ESTEBAN, M. & GINER, J. 1977. Field-guide to Santa Pola Reef. *III Seminari Int. sobre el Messinià*. (Malaga-Alacant) 26 set.-2 oct. 1977.
- ESTEBAN, M., CALVET, F., DABRIO, C., BARÓN, A., GINER, J., POMAR, P. & SALAS, R. 1977. Aberrant features of the Messinian coral reefs, Spain. *III Int. Congress on Coral Reefs. Miami 23-27 May 1977. Section Ancient Reefs*. 5 pp. *Acta Geol. Hisp.*, 13/1: 20-22 (1978) 1979.
- FABRICIUS, F. H., HEIMANN, K. O. & BRAUNE, K. 1978. Comparison of Site 374 with circum-ionic land sections implications for the Messinian «salinity crisis» on the basis of a «dynamic model». *Initial Reports of the D.S.D.P.*, 42/1: 927-942.
- FABRICIUS, F. H. & HIEKE, W. 1977. Neogene to Quaternary development of the Ionian basin (Mediterranean): considerations based on a «dynamic shallow basin model» of the Messinian salinity event. *Int. Symp. on the structural history of the Mediterranean basins, Split, 1976. Ed. Technip. Paris* 391-400.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1961. Eustatic changes in sea level. In: *Physics and Chemistry of the Earth*, 4: 99-185. Pergamon Press. New York.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1963. Mean sea level related to solar radiation during the last 20,000 years. «Changes of climate», *Actes du Coll. de Rome, UNESCO et l'Org. Météorologique Mondiale*. 1 vol: 229-242.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1972. Quaternary sedimentation in the Mediterranean region controlled by tec-

- tonics, paleoclimates and sea level. In: D. J. Stanley, Ed., *The Mediterranean Sea*, 99-113. Dowden, Hutchinson & Ross. Stroudsburg.
- FAIRBRIDGE, R. W. 1978. Models of climatic change. In: *Climatic change and variability*. Pittock, Frakes, Janssen, Peterson & Zillman, eds. Cambridge Univ. Press, Cambridge, etc.: 200-211.
- GIBERT, J. & AGUSTÍ, J. 1977. Migraciones de mamíferos durante el Neógeno español. Paleontología y Evolución. *Inst. Prov. Paleontol. Sabadell*, 12: 57-64.
- GIGOUT, M., SOLÉ SABARÍS, L. & SOLÉ, N. 1955. Sur le Quaternaire méditerranéen d'Andalousie. *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 1955 (9-10): 117-179.
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M. & SERRANO, F. 1977. Precisiones sobre la bioestratigrafía del Corte de Cuevas de Almanzora. *Messinian Seminar n.º 3. Field Trip Guidebook*. Málaga-Alicante 28.9 a 1.10. 1977. *Field Trip n.º 3. Exc. n.º 3*: 12-17.
- GOT, H. 1973. Étude des corrélations tectonique-sédimentation au cours de l'histoire quaternaire du précontinent pyrénéo-catalan. *Thèse Univ. Montpellier*, 294 pp.
- GRECCHI, G. 1978. Problems connected with the recorded occurrence of some Mollusks of Indo-Pacific affinity in the Pliocene of the Mediterranean area. *Riv. Ital. Paleontol.* 84/3: 797-812. *Abstracts «Messinian Seminar» N 3. Málaga, Spain. IGCP Project n.º 96*, 1977.
- GUILCHER, A. 1969. Pleistocene and Holocene sea level changes. *Earth Sc. Rev.*, 5/2: 69-97.
- HALLAM, A. 1969. Tectonism and eustasy in the Jurassic. *Earth Sc. Rev.*, 5: 45-68.
- HALLAM, A. 1978. Eustatic cycles in the Jurassic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 23/1-2: 1-32.
- HAUG, E. 1900. Les géosynclinaux et les aires continentales. Contribution à l'étude des transgressions marines. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3) 28: 617.
- HSÜ, K. J., RYAN, W. B. F. & CITA, M. B. 1973. Late Miocene dessication of the Mediterranean. *Nature*, 242/5395: 240-244.
- JAEGER, J. J., LÓPEZ MARTÍNEZ, N., MICHAUX, J. & THALER, L. 1977. Les faunes de Micromammifères du Néogene supérieur de la Méditerranée occidentale. Biochronologie, corrélations avec les formations marines et échanges intercontinentaux. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7) 19/3: 501-506.
- JOHNSON, J. G. 1971. Timing and coordination of orogenic, epeirogenic and eustatic events. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 82: 3263-3298.
- KOTSAKIS, T. & PALOMBO, M. R. 1979. Vertebrati continentali e paleogeografia della Sardegna durante il Neogene. «7th. Int. Congr. Mediterranean Neogene, Athens, 1979» *Ann. Géol. Pays Helléniques*, vol. hors série, fasc. 2: 621-630.
- LABEYRIE, J., LALOU, C., MONACO, A. & THOMMERT, J. 1976. Chronologie des niveaux eustatiques sur la côte du Roussillon de -33.000 BP à nos jours. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 282/4 D.: 349-352.
- LETOLLE, R. & VERGNAUD-GRAZZINI, C. 1973. Essai sur l'évolution générale de la Méditerranée pendant les époques glaciaires. *Coll. Int. C.N.R.S.*, 219: 231-238.
- MAGNÉ, J. 1979 (1978). Études microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée nord-occidentale. Vol. I. Les bassins néogènes catalans. 260 pp. Vol. II. Le Néogène du Languedoc méditerranéen. 435 pp. *Thèse Laborat. de Géologie Méditerranéenne, C.N.R.S. Univ. Paul-Sabatier. TOULOUSE. Edit. du CNRS. Paris*.
- MALDONADO, A. 1972. El delta del Ebro: Estudio sedimentológico y estratigráfico. *Bol. Estratigrafía*, 1. Vol. Extr., 475 pp.
- MALDONADO, A. & RIBA, O. 1971. El delta reciente del río Ebro: Descripción de ambientes y evolución. *Acta Geol. Hisp.*, 6/5: 131-138.
- MALDONADO, A. 1978. El estancamiento de las aguas en el Mar Mediterráneo. *Investigación y Ciencia*, 1978, 23: 32-44.
- MALDONADO, A. & RIBA, O. 1975. Sedimentary processes of the modern Ebro delta, Western Mediterranean. *Publ. IXème Congr. Int. Sédimentologie, Nice 1975*: 279-296.
- MALDONADO, A. & STANLEY, D. J. 1976. The Nile cone: submarine fan development by cyclic sedimentology. *Marine Geol.*, 20: 27-40.
- MARQUÈS ROCA, M. A. 1975. Las formaciones cuaternarias del Delta del Llobregat. *Tesi Fac. de Geologia. Univ. Barcelona*, 2 vols. *Acta Geol. Hisp.*, 10/21-28.
- MARQUÈS, M. A. & JULIÀ, R. 1977. Caracteristiques lithostratigraphiques des embouchures des fleuves du NE de l'Espagne (du Llobregat aux Pyrénées). Approche écologique de l'homme fossile: 187-195, Paris. *Université Pierre et Marie Curie*.
- MARTINELL, S. & JULIÀ BRUGUÉS, R. 1973. Nuevos datos sobre los yacimientos würmienses del litoral catalán. *Acta Geol. Hisp.*, 8/3: 105-108.
- MATAILLET, R. & PECHOUX, J. 1978. Étude géologique de l'extrémité occidentale de la Sierra Nord de Majorque (Baléares, Espagne). *Thèse. Dipl. Doct. Sc. de la Terre. Besançon-Univ. du Franche-Comté*. VI+161 pp.
- MERCADAL, B., VILLALTA, J. F., OBRADOR, A. & ROSELL, J. 1970. Nueva aportación al conocimiento del Cuaternario menorquín. *Acta Geol. Hisp.*, 5/4: 89-93.
- MONTENAT, C. 1973. Les formations néogènes et quaternaires du Levant espagnol. *Thèse d'Etat. Paris-Orsay*, 1162 pp.
- MONTENAT, C. 1977a. Chronologie des principaux événements de l'histoire paléo-géographique du Néogène récent. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7) 19/3: 577-583.
- MONTENAT, C. 1977b. Vue d'ensemble sur le Messinien du domaine bétique. *Messinian Seminar n.º 3. Project n.º 96 Messinian Correlation. Univ. Málaga y Granada. Abstracts*, 4 pp.
- MONTENAT, C. 1977c. Les bassins néogènes du levant d'Alicante et de Murcie (Cordillères Bétiques orientales - Espagne): Stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 69: 1-345.
- MONTENAT, C., BIZON, G., et al. 1976. Continuité ou discontinuité de sédimentation marine Mio-Pliocene en Méditerranée occidentale. L'exemple du bassin de Vera (Espagne méridionale). *Rev. Inst. Fr. du Pétrole*, 31/4: 613-663.
- MÖRNER, N. A. 1971. Eustatic changes during the last 20,000 years and a method of separating the isostatic and eustatic factors in an uplifted area. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 9: 153-181.
- NESTEROFF, W. D. 1973. Pétrographie des évaporites messiniennes de la Méditerranée. Comparaison des forages JOIDES-DSDP et des dépôts du bassin de Sicile. In: *Messinian events in the Mediterranean*. C. W. Drooger, ed.: 111-123.
- NESTEROFF, W. D. & GLAÇON, G. 1975. Le contrôle de la crise de salinité messinienne en Méditerranée par les glaciations miocènes. *24e. Congr. CIESMM, 1974. Rapp. comm. int. Mer Médit.* 23, 4a: 153-154.
- OBRADOR, A. 1972-1973. Estudio estratigráfico y sedimentológico de los materiales miocénicos de la isla de Menorca. *Rev. de Menorca*, 1972, II:

- 137-197; 1973, I: 35-97, II: 125-189.
- OBRADOR, A. MERCADAL, B. & ROSELL, J. 1971. Geology of Menorca. *Guide-book Tenth Intern. Field Inst.*, 139-148.
- ORSZAG-SPERBER, F. 1979. L'évolution paléogéographique de la Corse (France) dans le cadre de la géodynamique de la Méditerranée occidentale au cours du Néogène. «7th. Int. Congr. Mediterranean Neogene, Athens, 1979» *Ann. Géol. Pays Helléniques*, tome hors série, 2: 923-932.
- PERRONON, A. 1957. Etude géologique des bassins sublittoraux de l'Algérie Occidentale. *Publ. Serv. Carte Géol. de l'Algérie. N. S. Bull.*, 12, 328 pp.
- PERTHUISOT, J.-P. 1972. Les variations du niveau de la mer. *La Recherche*, 3/26: 776-777.
- PONS, J., MOYA, S. & KOPPER, J. S. 1979. La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58.
- RANGHEARD, Y. 1969. Étude géologique des îles d'Ibiza et de Formentera (Baléares). *Thèse d'Etat, Paris*. 478 pp. *Mem. I.G.M.E.*, 82: 340.
- REGUANT, S., CABRERA, L., CURTÓ, J. A., SALES, J. & VERDAGUER, A. 1978. Paleogeografía i Paleoclimatologia. «*Lectures de Geologia*». *Public. interna del Dept. d'Estratigrafia Univ. Barcelona*, 33 pp.
- RIBA ARDERIU, O. 1981. Aspectes de la geologia marina de la conca mediterrània balear durant el Neogen. *Mem. R. Acad. Ciènc. i Arts Barcelona*, 3a. Ep. Núm. 805, 45/1: 1-116.
- RÜGL, F. & MÜLLER, C. 1978. Middle Miocene salinity crisis and paleogeography of the Paratethys (Middle and Eastern Europe). *Initial Reports of the DSDP*, 42/1: 985-990.
- RONA, P. A. 1973. Relations between rates of sediment accumulation on continental shelves, sea-floor spreading, and eustasy inferred from central North Atlantic. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 84: 2851-2872.
- SCHMALZ, R. F. 1969. Deep-water evaporite deposition: a genetic model. *Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull.*, 53/4: 798-823.
- SELLI, R. 1954. Il bacino del Metauro. *Giorn. Geol. Bologna*, (2) 24: 254 pp.
- SERRA RAVENTÓS, J. 1976. Le précontinent catalan entre le Cap Begur et Arenys de Mar (Espagne): structure et sédimentation récente. *Thèse de 3ème cycle. Univ. Paul Sabatier, Toulouse III*. 161 pp.+27+XXIX pp.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1959. Succession de faunes marines du Pliocène au Quaternaire sur les côtes méditerranéennes d'Espagne et aux Baléares. *Coll. Int. CNRS, «La Topographie et la Géologie des profondeurs océaniques»*. Nice-Villefranche 5.12.5.1958, 83: 283-293.
- SOLÉ SABARÍS, L. 1961. Algunes precisions sobre les oscilacions climàtiques quaternàries a les costes catalanes i balears. «*Miscel·lània Fontserè*»: 399-427.
- STANLEY, D. J. 1979. Sedimentological evidence for current reversal at the strait of Gibraltar. *National Geographic Society, Research Reports*, 1970. *Projects*: 493-501.
- STANLEY, D. J. & MALDONADO, A. 1977. Nile Cone: Late Quaternary stratigraphy and sediment dispersal. *Nature*, 5598, 266: 129-135.
- Suess, E. 1906. The face of the Earth (Der Antlitz der Erde). *Clarendon Press*, Oxford, 2 vol.
- TANNER, W. F. 1968. Tertiary sea level symposium-Introduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 5/1: 7-14.
- TERS, M. 1973. Les variations du niveau marin depuis 10.000 ans, le long du littoral atlantique français. 9e. *Congr. Int. de L'INQUA. Christchurch, déc. 1973. Travaux français récents. Publ. CNRS, Comité français de l'INQUA*. 1 vol., p. 114-135.
- THUNELL, R. C. 1979. Eastern Mediterranean Sea during the Last Glacial maximum; an 18.000 years B.P. reconstruction. *Quaternary Research*, 11: 353-372.
- TRUYOLS SANTOJA, J. & CRUSAFONT, M. 1951. Caracterización de un sistema de cuñas marinas en el Mioceno del Penedès. *Est. Geol.*, 7: 443-454.
- VAN BERCKEL, F. L. 1976. On the origin of submarine canyons. *Geol. en Mijnb.*, 55: 7-17.
- VAN COUVERING, J. A., BERGGREN, W. A., DRAKE, R. E., AGUIRRE, E. & CURTIS, G. H. 1976. The terminal Miocene event. *Marine Micropaleontology*, 1: 263-286.
- WEYL, P. K. 1968. The role of the oceans in Climate change: A theory of the ice ages. *Meteorological monographs*, 8/30: 37-62.
- WRIGHT, R. 1979-1980. Benthic foraminiferal repopulation of the Mediterranean after the Messinian (Late Miocene) Event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29/1-2: 189-214.



## ELS CANYONS SUBMARINS DEL MARGE CONTINENTAL CATALÀ

Jordi Serra i Raventós \*

Rebut: juliol 1978

### RÉSUMÉ

#### Les canyons sous-marins de la marge continentale catalane

L'analyse morphologique et structurale des canyons sous-marins de la marge catalane nous permet différencier deux secteurs: un secteur Nord (du Cap de Creus à Blanes) et un secteur Sud (de Blanes à l'Ebre). Les deux ensembles ont des traits hérités de l'évolution tectonique du précontinent qui entraîne un rejeu différentiel des divers compartiments limités par des réseaux de failles d'orientation longitudinale et transversale par rapport à la ligne de rivage. La formation de ces canyons comporte plusieurs phases alternées de creusement et de comblement jusqu'au stade actuel. Le creusement initial peut être d'âge diverse, à partir du Miocène terminal, mais les entailles plus importantes sont quaternaires et recourent le creusement pré-pliocène.

El coneixement d'aquests accidents submarins en el nostre pre-continent data de les campanyes oceanogràfiques realitzades a principi de segle, recollides en les publicacions de MALUQUER (1916). Poc abans, els francesos ja havien estudiat els que es troben davant del cap de Creus (Canyó del Cap i Lacaze Duthiers). No és fins passada la Segona Guerra mundial que es prenen aquesta tasca, sota el punt de vista geològic, amb els treballs de BOUCART (1961) i GLANGEAUD (1962) per l'entorn de la Mediterrània occidental, i més recentment i pel que es refereix als canyons catalans, els de REYSS (1969), GOT (1973), MAUFFRET (1976) i SERRA (1976).

Les nostres observacions corresponen principalment als canyons del cap de Creus, de la Fonera i de Blanes, dels quals existeix més documentació. Al sud d'aquest

darrer hi ha molt poca informació i només hem pogut utilitzar un perfil sísmic Sparker 9000 J. (Terebel), realitzat pel Museu Oceanogràfic de Mònaco (LEENHARDT *et al.*, 1969); aquest perfil té un recorregut tot al llarg de la costa des del cap de Creus fins al cap de Sant Antoni, la qual cosa permet obtenir una secció transversal de tots els canyons, encara que a diferents fondàries i distàncies de la costa.

En l'actualitat hi ha nou accidents morfològics d'aquest tipus que entallen el marge continental, encara que n'hi ha d'altres que han estat totalment soterrats, per pèrdua de la seva funcionalitat o només parcialment en el seu tra minicial. De nord a sud tenim els canyons de Lacaze-Duthiers, cap de Creus, la Fonera (també anomenat de Palamós o Llafranc), Blanes, Arenys, Besòs, Llobregat, Foix i Gaià-Fran-

\* Departament d'Estratigrafia. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.



FIG. 1. Mapa batimètric del marge continental català amb indicació de la ubicació dels canyons submarins: 1, de Lacaze-Duthiers; 2, del cap de Creus; 3, de la Fonera; 4, de Blanes; 5, d'Arenys; 6, del Besòs; 7, del Foix, i 8, del Gaià-Francolí. Aquest últim i el del Llobregat no són visibles a la batimetria aquí representada.

Carte bathymétrique de la marge continentale catalane et situation des canyons sous-marins: 1, Lacaze-Duthiers; 2, du Cap de Creus; 3, de La Fonera; 4, de Blanes; 5, d'Arenys; 6, du Besòs; 7, du Foix, et 8, du Gaià-Francolí. Les canyons du Llobregat et du Gaià-Francolí ne sont pas visibles sur cette bathymétrie.

colí. Més al sud d'aquest últim, el talús continental presenta una sèrie d'indentacions molt irregulars que no tenen continuïtat en la plataforma continental, per la qual cosa ens limitarem als accidents esmentats més amunt.

### DESCRIPCIÓ MORFOLÒGICA

Podem diferenciar dos grans grups a causa de les diferents magnituds d'entallament visibles ja a primer cop d'ull sobre el mapa batimètric (fig. 1). Els ca-

nyons del sector nord (del cap de Creus a Blanes) tenen tots el seu inici no gaire lluny de la costa, mentre que els del sector sud el tenen a distàncies més importants i en batimetries més variables.

Les característiques morfològiques depenen directament de dos factors: l'evolució estructural i els materials que constitueixen el substrat d'aquestes valls submarines (SERRA *et al.*, *in lit.*). El primer d'ells condiciona l'emplaçament i direcció, mentre que el segon donarà el tipus de perfil transversal, reompliment, esllavissaments, etc. Una mateixa vall pot presentar

aspectes i característiques canvians segons el sector que travessi; aquest és el cas de la Fonera, que en un principi s'encaixa en el sòcol granític amb un perfil típicament en V, mentre que aigües avall ho fa en els materials pliocènics, on pren un perfil en U. Un altre aspecte canviant pot ser igualment la direcció, condicionada pels accidents tectònics com succeeix en el canyó de Blanes, que té una orientació general N-S, però a la seva capçalera presenta una inflexió cap a l'est a causa de la interferència amb les falles de direcció litoral.

Es difícil donar unes característiques morfològiques generals per a tots els canyons del marge català, exceptuant el cas dels dos grups ja esmentats. Els del primer grup, ja hem dit que comencen prop de la costa i a fondàries entre 70 i 120 m aproximadament; aquesta part inicial és entallada dins els materials rígids del sòcol paleozoic (esquistos o granit) o del miocè, i presenta un perfil principalment en V. Aquest tram inicial pot presentar canvis de direcció notables així com valls tributàries procedents tant del continent com de la plataforma. Els gradients de pendent es troben pels voltants del 10 %, excepte en els del Rosselló, que són un xic més baixos (fig. 2).

Els canyons del sector sud (d'Arenys de Mar al Francolí) són encara poc coneguts, ja que només disposem del perfil sísmic ja esmentat i dels mapes batimètrics. Comencen tots ells a una distància superior i a fondàries més variables perquè en gran part han sofert processos de reompliment més importants que els del nord. Les valls tenen una secció transversal preferentment en U, excepte en el Besòs. Tots ells s'entallen en els materials plio-quaternaris sense arribar a tocar els materials rígids del substrat miocènic o anterior, almenys en els indrets on hi ha emplaçat el perfil que tenim. No podem observar la presència de valls laterals ni canvis marcats en el seu transcurs. El pendent queda comprès entre un 5 i un 10 % (fig. 3).

a) La formació inicial d'aquests accidents és, en alguns punts, d'edat fini-miocènica (la Fonera i Blanes) marcada per una paleomorfologia molt accentuada en el tram de la capçalera, però que es generalitza durant el plio-quaternari a tot el seu llarg. Les fases erosives d'aquesta última edat arriben a ser més importants. Podem dir, per tant, que la formació dels actuals canyons submarins és plio-quaternària. Això s'esdevé encara més manifest en els canyons del sector sud, on l'erosió no afecta gens el substrat miocènic.

b) La formació d'aquests canyons ha seguit una sèrie de fases successives d'entallament i reompliment. La primera fase és en alguns llocs fini-miocènica, seguida

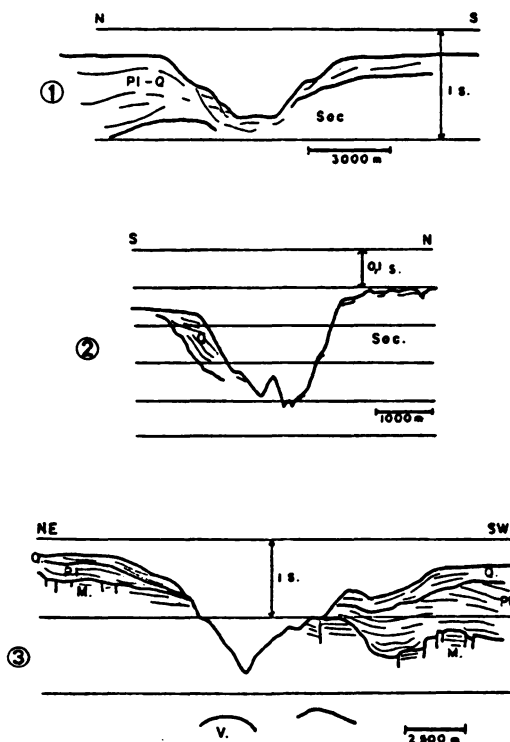


FIG. 2. Canyons submarins del sector nord: 1, Canyó del cap de Creus; 2, Canyó de la Fonera; 3, Canyó de Blanes.

Legenda: Q, Quaternari; Pl, Pliocè; M, Miocè; Soc, Sòcol indiferenciat; V, Volcànic incert.

Les canyons sous-marins du secteur nord: 1, Canyón du Cap de Creus; 2, Canyón de La Fonera; 3, Canyón de Blanes.

Q, Quaternaire; Pl., Pliocène; M., Miocène; Soc., socle; V, Volcanique incertain.

## ESTRUCTURA DELS CANYONS I EVOLUCIÓ

L'anàlisi sísmica dels canyons del marge continental català ens posa de manifest els següents punts:

d'un període de reompliment per materials pliocènics que fossilitzen en part o totalment la morfologia precedent. A partir del pliocè terminal, una nova regressió és la responsable d'una etapa erosiva, a la qual succeeix un nombre indeterminat de fases quaternàries. La darrera pertany al Würm IV, i és la que ens duu a la morfologia actual.

Alguns dels canyons han vist aturada aquesta successió d'etapes erosives i de reompliments, com és el cas de la vall colmatada de l'Escala i en part la del Llobregat. Això pot explicar-se en part pels canvis que han sofert els cursos inferiors d'alguns rius, en aquest cas el Ter i el Llobregat, com a conseqüència de reajustaments de la neotectònica. Aquestes migracions són clares dins els canyons colmatats, on es poden veure les translacions successives de l'eix del canyó així com les estructures pertorbades per esclavissaments.

c) La relació amb els cursos d'aigua del continent és ben clara en alguns canyons —com el de la Tordera— i tots els que es troben més al sud, per la qual cosa

els hem donat el mateix nom. Els canyons del sector nord no mantenen aquesta relació tan directa: la Fonera davant del cap de Begur, i el del cap de Creus, més al nord d'aquest cap.

La relació actual dels canyons amb valls subaèries és certa, però no s'hi observa mai la continuïtat entre les unes i les altres, ja que sempre hi ha un hiatus entre la costa i la capçalera dels canyons causat per l'erosió dels estadis regressius recents.

d) Relació amb els accidents tectònics; nombrosos treballs sobre els canyons de la Mediterrània han mostrat el lligam entre llur evolució i els accidents tectònics. En el cas present hi ha sempre una coincidència entre les direccions de les valls i la dels accidents descrits tant a terra com a mar, així com les interseccions de llurs cursos causada per la interferència dels diferents sistemes de falles.

La dissimetria de les vores dels canyons, les migracions dels eixos d'entallament successius i la importància del reompliment sedimentari dels flancs, són en gran mesura el resultat dels reajustaments dels diversos compartiments limitats per falles.

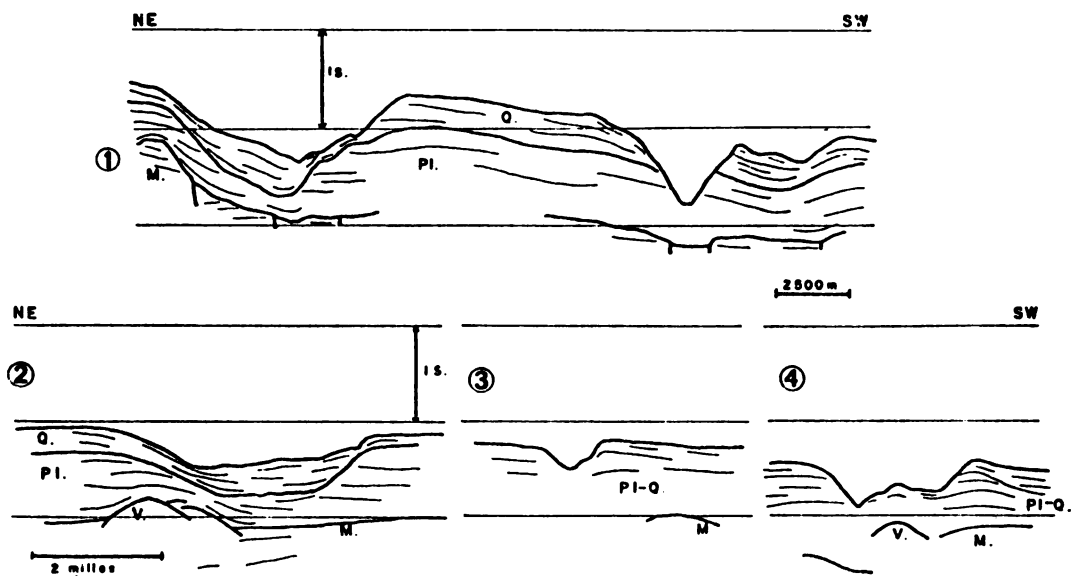


FIG. 3. Canyons submarins del sector sud: 1, Canyó d'Arenys (NE) i Canyó del Besòs (SW); 2, Canyó del Llobregat; 3, Canyó del Foix, i 4, Canyó del Gaià-Francolí.

Llegenda: Q, Quaternari; Pl, Pliocè; M, Miocè; Soc, Sòcol indiferenciat; V, Volcànic incert.  
 Les canyons sous-marins du secteur sud: 1, Canyón d'Arenys (NE) et Canyón du Besòs (SW); 2, Canyón du Llobregat; 3, Canyón du Foix, et 4, Canyón du Gaià-Francolí.  
 Q, Quaternaire; Pl., Pliocène; M., Miocène; Soc., socle; V., Volcanique incertain.

## CONCLUSIÓ

L'anàlisi morfològica i estructural dels canyons submarins del marge continental català ens porta a les següents consideracions:

1. La formació dels canyons no és un procés continuat, sinó que comporta una sèrie de fases alternants d'entallament i de reompliment.

2. L'entallament inicial no té per què ser d'edat igual per a tots ells. Un primer estadi el trobem en els canyons del sector nord (Blanes i la Fonera) amb una forta paleomorfològia fini-miocènica, limitada en l'àrea de la plataforma continental actual. Les posteriors fases (fini-pliocènica o quaternàries) presenten una amplitud més gran i afecten tots els dominis del marge continental.

Les diferències entre els uns i els altres sectors ens són donades per l'existència de compartiments diferenciats al llarg de la costa mediterrània: el sector central i nord es comporten com zones elevades; d'aquí la importància d'una fase fini-miocènica, igual que succeeix a la Provença. El sector sud no presenta aquestes fases inicials, només les trobem a finals del Pliocè i en el Quaternari, conjuntament amb tota la Mediterrània occidental.

Aquestes consideracions s'integren perfectament dins l'esquema d'una conca me-

diterrània occidental que deu essencialment a la neotectònica la seva configuració actual.

## BIBLIOGRAFIA

- BOURCART, J. 1961. Observations sur l'origine des vallées sous-marines. *Trav. C. Rech. Océan.*, IV: 5-10.
- GLANGEAUD, L. 1962. Océanographie, Géologie et Géophysique de la Méditerranée occidentale. *Coll. Nat. du C. N. R. S. Villefranche-sur-Mer*: 125-165.
- GOT, H. 1973. *Etude des corrélations tectonique-sédimentation au cours de l'histoire Quaternaire du précontinent Pyrénéo-Catalan*. Thèse. Univ. Sc. et Techn. Languedoc, 294 pàgs.
- LEENHARDT, O., REBUFFATTI, A., et al. 1969. Profil sismique dans le bassin Nord-Baléar. *C. R. Somm. Geol. Soc. Fr.*, 7: 249-251.
- MALUQUER, J. 1916. Treballs oceanogràfics en la costa de l'Empordà. *Ann. Junta Cienc. Nat. Barcelona*, 1916: 221-261.
- MAUFFRET, A. 1976. *Etude géodynamique de la marge des Iles Baléares*. Thèse, Univ. P. et M. Curie, Paris. 137 pàgs.
- REYSS, D. 1969. Les canyons sous-marins de la mer catalane: le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco*, 63: 13-35.
- SERRA RAVENTÓS, J. 1976. *Le précontinent catalan entre le Cap Begur et Arenys de Mar*. Thèse, Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 161 pàgs.
- SERRA RAVENTÓS, J.; MALDONADO, A. & RIBA, O. *in lit.* Caracterización del margen continental de Cataluña y Baleares. *Acta Geol. Hisp.* Volum homenatge al professor Lluís Solé i Sabarís.



## LA DISTRIBUCIÓ DE LA NEMATOFANA MUSCÍCOLA I LIQUENÍCOLA ALS ILLOTS DEL PAÍS VALENCIÀ

Enric Gadea \*

Rebut: desembre 1978

### SUMMARY

**The distribution of the moss- and lichen-inhabiting nematofauna in the islets off the País Valencià**

In this paper the distribution of the moss- and lichen-inhabiting nematofauna in little islets off Valencian coast (Spain) is exposed. There are differences in this aspect between the continental islets (Portitxol and Plana) and the volcanic ones (Columbretes). The first islets present a more rich nematofauna with complete and equilibrated nematocoenosis. The volcanic isles are poorer and more limited in its nematofauna.

El litoral del País Valencià resulta particularment interessant quant als medis insulars, ja que presenta els dos tipus tradicionals d'illes, bé que de la grandària d'illots: continentals (Plana, Portitxol) i volcàniques (Columbrets). Les primeres, petits fragments del sòcol peninsular, són, en principi, de poblament antic i paral·lel al de les costes continentals veïnes; les segones, de poblament recent, ofereixen un exemple de colonització *de novo*.

Aquests illots volcànics responen, tanmateix, en llur origen, a les perspectives de la teoria de la tectònica de plaques: admetent la separació del bloc o placa balear per deriva del bloc ibèric i catalànid, obrint-se entre ambdós el mar Balear, es produeix a la zona axial d'aquesta àrea una línia de mínima resistència amb evident activitat volcànica, que dóna origen al petit arxipèlag eruptiu dels Columbrets. Aquest fet va tenir lloc al Cenozoic i so-

lament a partir d'aleshores compta el seu poblament. En aquest sentit es comporten com a típiques illes oceàniques, a escala mediterrània, però. Llur distància de les costes veïnes és suficientment gran per poder-ho considerar així, com és el cas de molts illots volcànics tirrènics, per exemple. En el cas dels Columbrets juga el fet de la poca influència del factor humà, ja que hom pot considerar el medi natural pràcticament intacte, en especial als illots petits. (Lamentablement, cal afegir al respecte que a finals de gener del 1978 les forces dels EEUU utilitzaren alguns d'aquests illots com a blanc de bombardeig aeri.)

Al mar Menor hi ha també, així com al cap de Palos, illots volcànics (seguint una altra línia de fractura); però llur proximitat a la costa adjacent els confereix un caràcter una mica distint dels Columbrets. L'autor (GADEA, 1977) ha estudiat al res-

\* Departament de Zoologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

pecte, quant a la nematofauna, l'illa Major.

Les illes continentals, en canvi, han seguit les mateixes vicisituds que les terres veïnes peninsulars i llur poblament és semblant en tot al d'aquestes, amb l'empobriment, però, consegüent. En aquest sentit, la distància al litoral veí es deixa sentir, ja que a l'illa de Portitxol, per exemple, gairebé enganxada al continent, les diferències amb aquest últim pràcticament no existeixen; en canvi, a l'illa Plana (o Nova Tabarca), molt més allunyada, són ja més acusades, tot tenint en compte, però, que aquesta illa és molt alterada per l'acció humana, almenys des del segle XVIII. Un examen previ d'aquestes illes litorals, relatiu a llur naturalesa i condicions geològiques, ens demostra que l'illa de Portitxol, així com altres illots veïns, tenen la mateixa configuració estratigràfica que la costa adjacent del cap de la Nau, essent la seva vegetació igualment anàloga, així com la fauna d'invertebrats. L'illa Plana té la mateixa estructura i naturalesa que el sòcol del cap de Santa Pola; en canvi, la seva vegetació és diferent, molt minvada i reduïda, com passa amb la fauna. Concretament, quant als gasteròpodes terrestres, la malacofauna del cap de Santa Pola recorda més la del cap de la Nau que no pas la de l'illa Plana.

Amb aquests antecedents, hom farà l'estudi comparatiu de les citades illes de Portitxol, Plana i Columbrets, prenent com a base i referència llur nematofauna muscícola i liquenícola.

## 1. ILLA DE PORTITXOL

Aquest illot és molt pròxim al cap de Sant Antoni, al N del cap de la Nau; és discretament abrupte i de naturalesa calcària, del Cretàcic, amb vegetació baixa i arbòria. En molts aspectes és similar a les illes Medes, encara que en el domini penibètic llevanti. El medi muscícola és típicament mediterrani sec, com el de la costa veïna, i presenta semblances amb el de Cabrera. Els gèneres de molses més freqüents són *Tortella*, *Pottia*, *Barbula*, *Gimnostomum*, *Weisia* i *Aloina*, entre d'altres; quant als líquens, dominen els gèneres *Xanthoria* i *Cladonia*. La nematofauna pot resumir-se, tenint en compte les formes dominants, com segueix:

N.º	Espècies	%
1	<i>Plectus cirratus</i>	24
2	<i>Eudorylaimus carteri</i>	20
3	<i>Tylenchus (F.) filiformis</i>	16
4	<i>Monhystrera vulgaris</i>	15
5	<i>Wilsonema auriculatum</i>	14
6	<i>Mesodorylaimus bastiani</i>	4
7	<i>Teratocephalus crassidens</i>	3
8	<i>Eudorylaimus obtusicaudatus</i>	2
9	<i>Plectus parvus</i>	1
10	<i>Cephalobus nanus</i>	0,5

Les espècies dominants a la nematofauna de les illes Medes són les mateixes: *Plectus cirratus* (23 %), *Eudorylaimus carteri* (20 %), *Wilsonema auriculatum* (17 %), *Tylenchus (F.) filiformis* (10 %) i *Monhystrera vulgaris* (9 %); les espècies subdominants, encara que varien una mica, són gairebé les mateixes. Les espècies secundàries i accessòries s'han deixat de banda en aquesta breu nota.

Des del punt de vista biòtic, el 23 % de les espècies esmentades són briòfagues i el 77 % són saprobiontiques; hi falten formes depredadores. La nematocenosi expresada correspon al medi muscícola, amb un pH de 7-8; al medi liquenícola, amb un pH de 5-6, la nematocenosi és més reduïda; hi són les espècies dominants: *Plectus cirratus* (35 %), *Tylenchus (F.) filiformis* (30 %), *Monhystrera vulgaris* (25 %) i *Eudorylaimus carteri* (9 %).

Si hom compara en aquest sentit alguns illots de les Pitiüses (com l'illa Gran de Santa Eulàlia, Tagomago, Espartó, Vedrà i Espalmador), es troben algunes diferències. En el medi muscícola, l'ordre de les espècies dominants és: *Tylenchus (F.) filiformis*, *Plectus cirratus*, *Tylenchus davaini*, *Wilsonema auriculatum*, *Eudorylaimus carteri*, *Aphelenchoides parietinus*, *Ditylenchus intermedius* i *Teratocephalus terrestris*. En el medi liquenícola (*Xanthoria*, *Rocella* i *Cladonia*, sobretot) les formes dominants són: *Tylenchus davaini*, *Plectus cirratus*, *Tylenchus filiformis*, *Aphelenchoides parietinus*, *Wilsonema auriculatum* i *Teratocephalum crassidens*. Cal assenyalar que falten els monònquids en tots aquests illots.



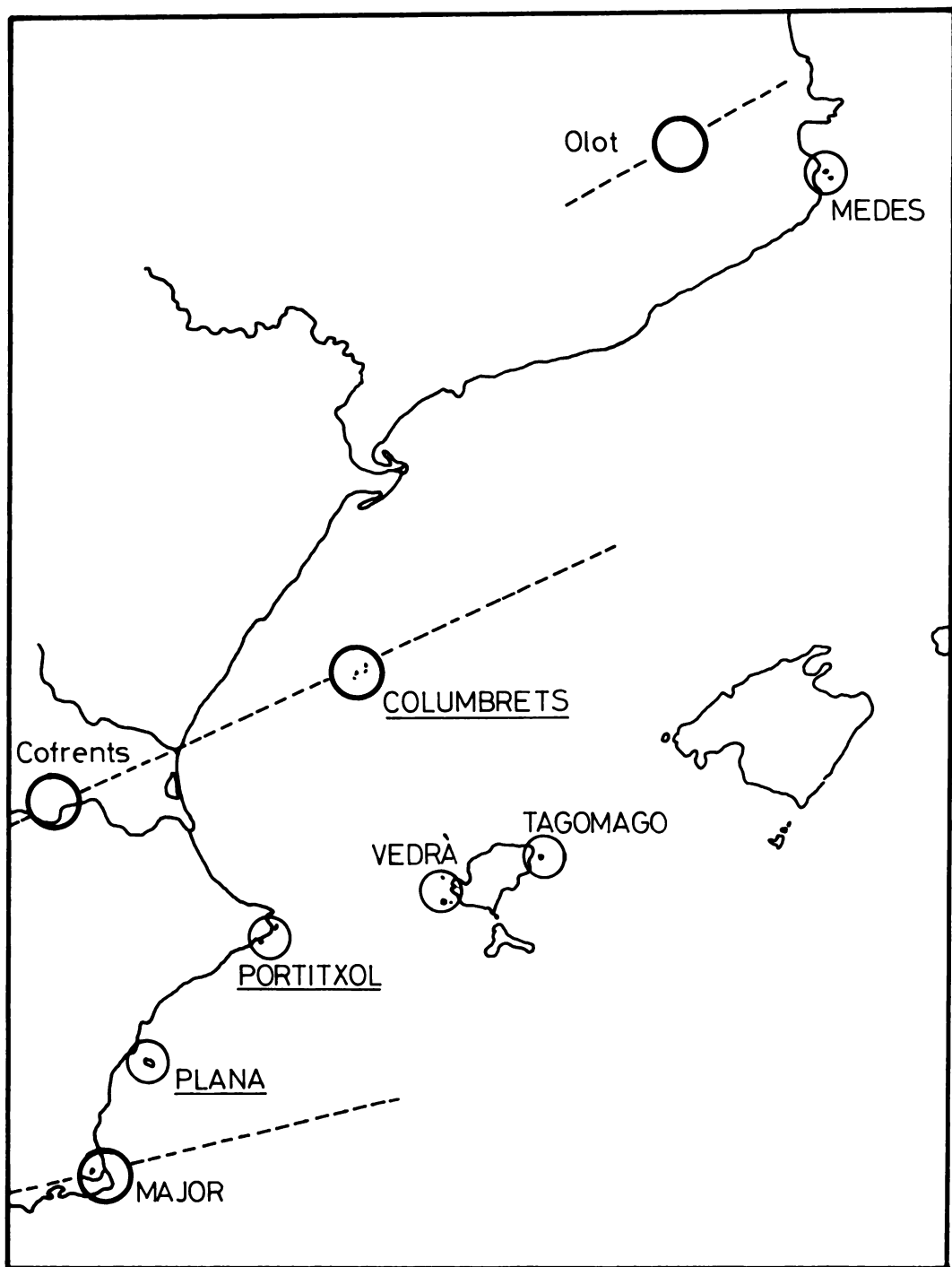


FIG. 1. Situació i naturalesa dels illots litorals estudiats en aquesta nota. Cercles fins: continentals; cercles gruixuts: volcànics.  
 Situation and nature of the small littoral islands studied in this note. Fine circles: continental; thick circles: volcanic.

## 2. ILLA PLANA

Aquesta petita illa, acompanyada de minúsculs illots, dista uns 4 km del cap de Santa Pola i té uns 1.200 m de llargada per uns 400 m d'amplada, amb una altitud màxima de 30 m. És de naturalesa calcària i dolomítica, del miocè i quaternari, amb alguns afloraments de roques ígnies (metabasites). La vegetació, mancada d'arbrat, ofereix una reduïda flora herbàcia nitròfila i àdhuc halòfila, similar a la del litoral de Guardamar, però més pobra. El medi muscícola és molt escàs i gairebé no hi ha líquens. La nematofauna ofereix poques espècies:

N.º	Espècies	%
1	<i>Plectus cirratus</i>	35
2	<i>Tylenchus (F.) filiformis</i>	29
3	<i>Ditylenchus intermedius</i>	11
4	<i>Eudorylaimus carteri</i>	9
5	<i>Aphelenchoides parietinus</i>	6
6	<i>Eucephalobus elongatus</i>	4
7	<i>Teratocephalus crassidens</i>	3

Hom observa la falta de monònquids i la pobresa de dorilàimids, i el domini total de les formes detritòfagues i saprobiontiques: es tracta d'una nematocenosi empobrida i reduïda, alterada. La comparació amb les dades anteriors palesa totes les consideracions fetes al respecte. Cal, però, insistir en l'acció antropògena molt activa a l'illa.

## 3. ILLES COLUMBRETS

Aquest singular arxipèlag es troba aproximadament a uns 60 km a l'E de la costa de Castelló. Es tracta d'illots molt petits, d'una altitud màxima de 60 m al Columbrer Gran. Tots ells són completament de roca volcànica bàsica de tipus basàltic i estan desproveïts de vegetació arbòria, amb gran pobresa d'elements florístics i faunístics. El medi muscícola hi és molt escàs, substituït gairebé per l'element liquenícola (fonamentalment *Xanthoria aureola*), com a molts altres petits illots, als quals es deixa sentir molt el microambient salí marí. La nematofauna es refereix exclusivament, doncs, a la liquenícola i pot resumir-se com segueix a continuació:

N.º	Espècies	%
1	<i>Ditylenchus intermedius</i>	33
2	<i>Plectus cirratus</i>	26
3	<i>Tylenchus (F.) filiformis</i>	16
4	<i>Panagrolaimus rigidus</i>	12
5	<i>Mesodorylaimus bastiani</i>	6
6	<i>Rhabdrolaimus terrestris</i>	5
7	<i>Aphelenchoides parietinus</i>	2

Es tracta també d'una nematocenosi reduïda i mancada de formes depredadores i gairebé limitada a les fraccions detritòfaga i saprobiontica, ja que en aquest cas no hi ha formes briòfagues. El pH del medi és de 5 ordinàriament.

Hom considera interessant comparar al respecte l'illa Major, un dels illots de l'interior del mar Menor, de naturalesa àdhuc volcànica, com els Columbrets, encara que liparítica i pliocènica, com el cap de Palos i el de Gata. El poblament muscícola i liquenícola és molt similar al dels Columbrets; la nematofauna hi és més reduïda i limitada: hi ha dominança exclusiva dels elements detritòfags i saprobiontics, amb molta manca dels altres. Els líquens són gairebé tots *Xanthoria aureola* i el pH, àcid (5,5). *Panagrolaimus rigidus*, *Ditylenchus intermedius* i *Aphelenchoides parietinus* en són les espècies dominants.

## 4. CONCLUSIONS

Des del punt de vista de la distribució de la nematofauna muscícola i liquenícola, els illots del litoral valencià ofereixen diferències paleses entre els d'origen continental i els d'origen volcànic. A les primeres és de tipus mediterrani sec amb nematocenosis completes, amb totes les formes biòtiques representades, exceptuant les depredadores. En aquest punt, l'illa de Portitxol és similar a les Medes i als illots de les Pitiüses. L'illa Plana és molt més pobra, més per la desnaturalització del biòtop primari que no pas per la major distància del continent.

Els Columbrets ofereixen una nematofauna de caràcter peculiar, representada gairebé només que per formes detritòfagues i saprobiontiques; hi falta una nematocenosi equilibrada i completa. Amb les mateixes característiques, però més empo-

brida, es presenta la nematocenosi a l'illa Major del mar Menor.

*Plectus cirratus*, *Tylenchus* (F.) *filiformis*, *Eudorylaimus carteri* i *Ditylenchus intermedius* en són les espècies nemàtiques de dominança general.

#### BIBLIOGRAFIA SUCCINTA

- GADEA, E. 1964. Sobre la nematofauna muscícola de las islas Medas. *P. Inst. Biol. Apl.*, 34: 29-38.
- GADEA, E. 1964. Sobre la nematofauna muscícola y liquenícola de las islas Pitiusas. *P. Inst. Biol. Apl.*, 37: 73-93.
- GADEA, E. 1974. Nematodos liquenícolas de Columbretes. *Miscel. Zool.*, III (4): 1-6.
- GADEA, E. 1976. Nematodos liquenícolas de isla Mayor (Mar Menor). *Miscel. Zool.*, III (5): 13-18.
- OVERGAARD-NIELSEN, C. 1948. Studies on the soil microfauna. *Naturidensk. Sk. Aarhus*, I: 1-98.
- RAMAZZOTTI, G. 1958. Note sulle biocenosi dei muschi. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol. M. De marchi*, 10: 153-206.



## LA DISTRIBUCIÓ CIRCUMMEDITERRÀNIA D'*HYLA ARBOREA* (LINNAEUS, 1758) I D'*HYLA MERIDIONALIS* (BOETTGER, 1874) (AMPHIBIA, ANURA, HYLIDAE)

M. V. Vives-Balmaña \*

Rebut: novembre 1979

### SUMMARY

The circummediterranean distribution of *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758) and *Hyla meridionalis* (Boettger, 1874) (Amphibia, Anura, Hylidae)

This paper deals with an analysis of the geographical distribution of *Hyla arborea* and *Hyla meridionalis* in the Mediterranean Basin, looking for the common origin of both species, and the differentiation of the forms in a way of geographic isolation, migration under climatic and geomorphological changes and finally the present day partial sympatry.

En l'anàlisi de la distribució geogràfica de les espècies de l'herpetofauna catalana hom ha de recórrer sempre a l'estudi de les àrees generals ocupades per cadascuna d'elles. En el cas d'*Hyla arborea* (LINNAEUS, 1758) i de *Hyla meridionalis* (BOETTGER, 1874) el problema és més greu, perquè les distribucions no encaixen exactament amb els condicionants ecològics; cal procedir a la discussió en termes generals de la diferenciació i àrea ocupada per les dues espècies a Europa, Àsia occidental i nord d'Àfrica per tal de resoldre la situació particular del NE ibèric.

Fins al treball de PAILLETTE (1967), en el qual quedava definida com a bona espècie la forma *Hyla meridionalis*, el gènere *Hyla* era considerat monoespecífic a Europa, nord d'Àfrica i Àsia occidental; presentava una àmplia distribució amb una clara fragmentació infraspecífica, per bé que diversos autors ja consideraven *H. meridio-*

*nalis* com molt més diferenciada de la resta de subespècies (HÉRON-ROYER, 1884).

Admesa l'existència de dues bones espècies, els treballs més recents són dedicats a l'estudi de l'emissió acústica (com en el ja esmentat treball de Paillette, o al de SCHNEIDER, 1977). L'aïllament reproductor fóra el resultat de la discriminació efectuada per les femelles de la veu dels mascles de la pròpia espècie. Però recentment (SCHNEIDER, *in litteris*) l'estudi de poblacions de *H. meridionalis* de Tenerife ha permès comprovar que aquestes no fan la distinció dels cants reproductors; aquest autor considera que la discriminació només es produeix en localitats on conviuen ambdues formes.

Els treballs referents als cariotips (MORSCALCHI, 1973) inclouen *H. arborea*, però no *H. meridionalis* (i moltes espècies del gènere presenten  $2n=24$  cromosomes).

El problema de la diferenciació de

\* Departament de Zoologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

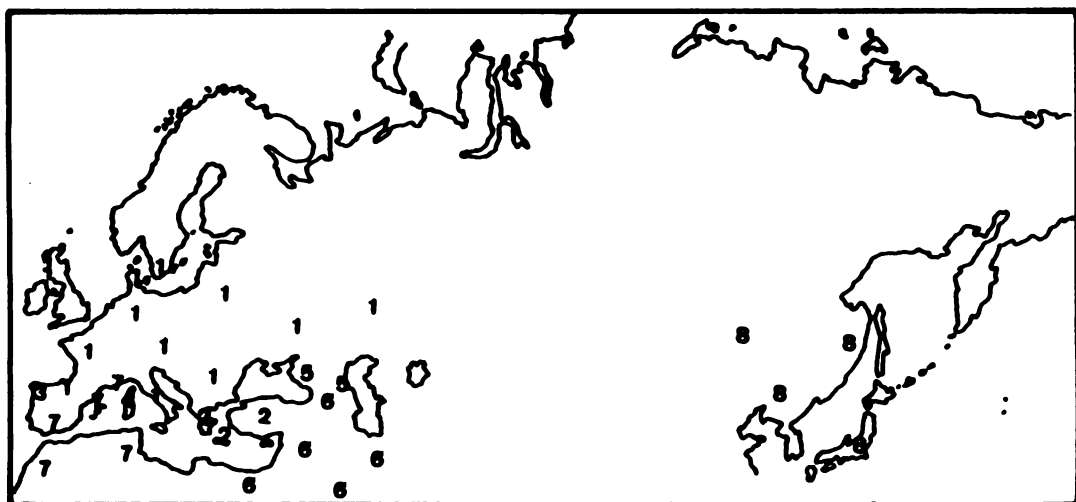


FIG. 1. Mapa de la distribució del gènere *Hyla* a Europa, Àsia i nord d'Àfrica, elaborat a partir de dades de: MERTENS & WERMUTH (1960), DOTRENS (1963), TERENT'EV & CHERNOV (1965), FRETEY (1975) i ARNOLD & BURTON (1977): 1, *H. arborea arborea*; 2, *H. arborea cretensis*; 3, *H. arborea molleri*; 4, *H. arborea sarda*; 5, *H. arborea schelkownikowi*; 6, *H. arborea savignyi*; 7, *H. meridionalis*; 8, *H. japonica*.

Map of geographical distribution of the genus *Hyla* in Europe, Asia and Africa, from data in: MERTENS & WERMUTH (1960), DOTRENS (1963), TERENT'EV & CHERNOV (1965), FRETEY (1975) and ARNOLD & BURTON (1977): 1, *H. arborea arborea*; 2, *H. arborea cretensis*; 3, *H. arborea molleri*; 4, *H. arborea sarda*; 5, *H. arborea schelkownikowi*; 6, *H. arborea savignyi*; 7, *H. meridionalis*; 8, *H. japonica*.

*H. meridionalis* a partir de *H. arborea* és, per tant, força complex: per bé que ambdues espècies són prou definides pel que fa a la coloració i veu, i a més no s'hibriden, no són a penes distintes ecològicament. Hom pot afegir la notable superposició d'àrees de distribució, especialment a la Península Ibèrica: a Portugal l'àrea comuna és molt àmplia (CRESPO, 1971); cap a l'est es fa menys patent i la superposició és poc marcada a Catalunya i sud de França; no hi ha dades concretes al centre d'Ibèria (fig. 1). La causa fonamental de la distribució de poblacions seria relacionada amb la temperatura.

Quant a l'origen, la família *Hylidae* procedeix d'Amèrica del Sud, passa a l'Àsia oriental per Bering i es divideix en dos troncs: *H. japonica* roman a l'Àsia oriental, mentre *H. arborea* emigra cap a l'oest i ocupa les regions esmentades (SAVAGE, 1973), dispersió produïda durant el Terciari. La separació de *H. meridionalis* seria molt posterior i deguda a l'aïllament d'unes poblacions respecte a l'àrea general de *H. arborea*. Les tres úniques espècies euroasiàtiques de *Hyla* són molt properes (ARNOLD & BURTON, 1977). TERENT'EV &

CHERNOV (1965) assenyalen la semblança entre *H. japonica* i *H. arborea sarda*.

La situació de *H. arborea* és freqüent en totes aquelles espècies que ocupen àrees prou extenses i mantenen una única bona espècie, la qual resulta, però, fragmentada a nivell intraspecífic (és el cas de *Bufo bufo* i *Natrix natrix*, entre d'altres: mantenen una unitat general com a espècie, però les poblacions es diferencien progressivament). *H. arborea*, estesa per tota la zona temperada de l'Antic Continent, hauria diferenciat les subespècies en el curs de la seva migració cap a l'oest.

A partir d'aquest punt, hi caben dues possibilitats per explicar l'origen de *H. meridionalis*: la primera (BONS, 1973) proposa la divisió del tronc d'*H. arborea* en dues vies migratòries, que envolten la Mediterrània; l'una discorre per Europa i ocupa totes les penínsules de la Mediterrània (Ibèria, Itàlia, Balcans); l'altra pobla el nord d'Àfrica; segons aquesta hipòtesi, la població del NO d'Àfrica quedaria aïllada en algun moment, a partir del qual es produiria la diferenciació; formada *H. meridionalis*, aquesta migra a Europa per Gibraltar (pel massís bètico-rifeny existent

fins al Pliocè). Bons basa aquesta teoria en el treball de PARKER (1956). Un pas tardà de l'estret permet explicar la uniformitat de *H. meridionalis* a les dues vores (Bons, bon coneixedor d'aquestes poblacions, assenyala que no hi ha diferències apreciables).

L'altra possibilitat fóra admetre que la via principal de migració del tronc de *H. arborea* es produí a Europa i per la vora oriental de la Mediterrània fins a Egipte. Caldria aleshores suposar que l'origen de *H. meridionalis* fos causat per l'aïllament ibèric durant les glaciacions, passant després al nord d'Àfrica, o bé es produí al nord d'Àfrica amb poblacions procedents d'Ibèria (acceptant aquest criteri caldria que travessessin dos cops Gibraltar: una via descendent com a *H. arborea* i l'ascendent com a *H. meridionalis*).

La impossibilitat de determinar la via real seguida per aquestes espècies és basada en el desconeixement de certes dades fonamentals: amplitud de la separació entre *H. arborea* (Egipte) i *H. meridionalis* (Marroc) al nord d'Àfrica, i la manca de dades fòssils per a determinar la data d'aparició d'aquestes formes a les regions estudiades. En tots els casos, la dificultat més gran és referida a la molt àmplia distribució de *H. meridionalis* a les dues vores de l'estret de Gibraltar coincidint amb l'origen recent de l'especiació (anterior al Pliocè, de tota manera); *H. meridionalis* s'hauria estès molt ràpidament. L'aïllament i ulterior evolució només podria decidir-se amb un coneixement detallat de l'evolució fisiogràfica i especialment climàtica en la Mediterrània occidental durant les èpoques recents; mentre manquin dades en tots els aspectes esmentats no podrà definir-se amb seguretat l'evolució precisa del grup *H. arborea*-*H. meridionalis*.

A Catalunya, *H. meridionalis* és molt més abundant que *H. arborea*, la qual és present sols al NO. La primera espècie és típicament mediterrània. Hom observa que, malgrat l'exploració poc sistemàtica duta a terme a Catalunya, les dades recollides confirmen el que FRETEY (1975) observa a França: una distribució no absolutament contínua, interpretada com a puntiforme, amb amplis espais entre dues poblacions veïnes, les quals, molt localitzades en l'espai, inclouen nombrosos individus, però. En tals condicions la frontera entre dues formes tan properes pot

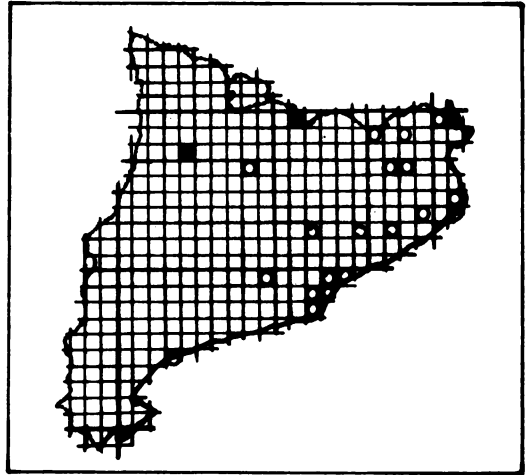


FIG. 2. Distribució de *H. arborea* (●) i de *H. meridionalis* (○) a Catalunya. Cada cercle indica la presència de l'espècie dins el quadre corresponent del reticle U.T.M.  
Geographical distribution of *H. arborea* and *H. meridionalis* in Catalonia, using U.T.M. reticle.

ésser relativament mòbil, ja que una alteració del biòtop pot conduir a la desaparició de l'una, de l'altra o de totes dues; al cap d'un temps pot reaparèixer una qualsevol, si la situació torna a ésser favorable, ja que a la zona límit la dominança de l'una o l'altra espècie és poc clara; hom considera únicament *H. meridionalis* més termòfila que *H. arborea* (fig. 2).

#### BIBLIOGRAFIA

- ANGEL, F. 1945. *Reptiles et Amphibiens*. Faune de France, 45. Librairie Faculté des Sciences. Paris.
- ARNOLD, E. N. & BURTON, J. 1977. *A field guide to Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*. Collins. London.
- BONS, J. 1973. *Herpétologie marocaine*. II. Origines, évolution et particularités du peuplement herpétologique du Maroc. *Bull. Soc. sc. nat. phys. Maroc*, 53 (1-2): 63-110.
- CRESPO, E. G. 1971. Anfíbios de Portugal continental das colecções do Museu Bocage. *Arq. Mus. Bocage* (2a. sér.), III (8): 203-304.
- DOTTRENS, E. 1963. *Batraciens et Reptiles d'Europe*. Delachaux & Niestlé. Neuchâtel.
- FRETEY, J. 1975. *Guide des Reptiles et Batraciens de France*. Hatier. Paris.
- HÉRON-ROYER, 1884. Note sur une forme de rainette nouvelle pour la faune française (*Hyla baritonus*). *Bull. Soc. zool. France*, 9: 221-238.

- MERTENS, R. & WERMUTH, H. 1960. *Die Amphibien und Reptilien Europas*. W. Kramer. Frankfurt.
- MORESCALCHI, A. 1973. Amphibia. In: *Cytotaxonomy and Vertebrate Evolution*: 233-348 (A. B. Chiarelli & E. Capanna, Eds.). Academic Press. London.
- PAILLETTE, M. 1967. Valeur taxinomique des émissions sonores chez les *Hyla* de la faune française. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 264 (D): 1626-1628.
- PARKER, H. W. 1956. Species transgression in one horizon. *Systematics Association Publication*, 2: 9-15.
- SAVAGE, J. M. 1973. The geographical distribution of frogs: patterns and predictions. In: *Evolutionary biology of the Anurans*: 352-445 (J. L. Vial, Ed.). University of Missouri Press. Columbia.
- SCHNEIDER, H. 1977. Acoustic behavior and physiology of vocalization in the European Tree Frog, *Hyla arborea* (L.). In: *The reproductive biology of Amphibians*: 295-335 (D. H. Taylor & S. I. Guttman, Eds.). Plenum Press. New York.
- TERENT'EV, P. V. & CHERNOV, S. A. 1965. *Key to Amphibians and Reptiles*. Israel Program for Scientific Translation. Jerusalem.
- VIVES-BALMAÑA, M. V. 1977. Algunos aspectos de la fauna herpetológica del Nordeste de la Península Ibérica. *P. Dept. Zool.*, II: 45-57.



## DADES MINERALÒGIQUES DEL JACIMENT FOSSILÍFER DE LA FONT DEL TALLÓ PER A L'ESTUDI PALEOECOLÒGIC DE LA CONCA MIOCÈNICA DE BELLVER

Rebut: gener 1979

J. Bech,\* X. Tomàs \*\* i V. R. Vallejo \*\*\*

### ABSTRACT

**Mineralogic data of the fossilifer beds of La Font del Talló for the paleoecologic study of the Miocenic Bellver Basin**

The results of the mineralogical study and the determination of the microfossils from the anapaite ores located near Bellver de Cerdanya (Lleida) are exposed.

The mineralogical study makes evident existence of two phosphate crystallisation stages in the Miocenic sediment: the first one in which, by phosphating the bowled clay minerals, microcrystals that constitute the nodules mass are produced, and the second stage in which macrocrystals are developed on the geode cavities of the nodules. The physico-chemical conditions of sedimentation that make feasible the anapaite formation are anaerobic and with a pH between 6 and 7 (NRIAGU, 1974) plus a constant input of P, Ca and Fe.

The fossils present in the sediment samples and in the clays that cover the anapaite nodules suggest, in agreement with MARGALEF (1957), a succession of eutrophic and oligotrophic conditions in the Miocenic lake. The formation of anapaite would be related to one of the eutrophic stages, with a high level of carbonates.

In the sediments with the anapaite nodules, there are not any indicative fossil of carbonate-rich water, from what we deduce that the anapaite formation is posterior to the sedimentation of the surrounding materials.

### INTRODUCCIÓ

La mineralogia de sòls, paleosòls i sediments pot aportar substancials coneixements en el domini de la paleoecologia, referida tant a medis pedosfèrics com a límnics.

En aquesta línia, abordem l'estudi del jaciment fossilífer situat entre el camí de Bellver a Pi i la Font del Talló (Bellver de Cerdanya, Lleida), localitzat per les següents coordenades: 42° 22' lat. nord i 5° 27' 30" long. est. Aquest jaciment és inclòs dins d'un estrat de potència no pre-

\* Departament d'Edafologia. Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona.

\*\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

\*\*\* Departament de Fisiologia Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

cisada perquè es desconeix el seu nivell de base; té un capbussament en sentit N de 190° i inclinació de 30° aproximadament i és situat a una altitud de 1.030 m sobre el nivell del mar. És format per argiles margoses gris-blavoses, de disjunció polar amb freqüents pàtines limonítiques. Aquest nivell s'ha datat com a pontià. Hi hem trobat els següents fòssils, ja citats per VILLALTA & CRUSAFONT (1945): *Quercus hispanica*, *Fagus pliocenica* var. *certaina*, *Acer* sp., *Alnus* sp. i *Zelkova crenata* (?).

En el jaciment es fa palesa la presència de nombrosos nòduls de forma lenticular que en rompre's presenten fisures geodiformes poc o molt ramificades, les quals superfícies són recobertes per petits cristalls de color verd, arranats en masses fibro-radiades.

Els nòduls s'han trobat fora de la seva posició originària en l'estrat puix que el jaciment en general és bastant alterat.

## ESTUDI MINERALÒGIC

L'estudi mineralògic ha comprès l'anàlisi de:

- 1) La part interior, cristal·lina, dels nòduls.
- 2) La part exterior, composta per argiles fortament adherides al nòdul (argiles nodulars).
- 3) Les argiles de l'estrat on es troben situats els nòduls que presenten impressions vegetals fòssils.

Les tècniques emprades per a l'estudi han estat les següents: raigs X, espectroscòpia d'emissió, absorció d'IR, ATD, TG i microscòpia de *scanning* acoplada a l'analitzador d'energia dispersiva (EDAX).

A partir d'aquest estudi s'han obtingut els següents resultats:

El nòdul pròpiament dit, és constituït en la seva massa per anapaïta ( $\text{Ca}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) en forma microcristalina que en les cavitats internes fa cristalls ben visibles (macrocristalls): aquest conjunt és recobert per una capa argilosa formada fonamentalment per illita, i en més petita quantitat, per interstratificats irregulars de clorita i illita amb montmorillonita. També es detecta la presència en aquesta capa de petites proporcions de calcita, quars i lignit.

L'estudi del material argilós de l'estrat geològic on es troben els nòduls ofereix sensiblement la mateixa composició mineralògica bàsica que les argiles nodulars, però amb menors proporcions de P i Ca.

Mitjançant l'analitzador EDAX s'evidencia la presència de S que es concentra principalment en la massa de macrocristalls. Complementàriament, s'ha fet bombollear en solució d'acetat de Pb el gas després del tractament d'una mostra del nòdul amb ClH 1.1, i no s'obtingué reacció positiva a la presència de sulfurs.

S'ha trobat aïlladament anapaïta macrocristalina formant una pàtina entre les margues de disjunció laminar.

## OBSERVACIONS DE MICROFÒSSILS

S'han realitzat preparacions microscòpiques de les argiles nodulars i de les argiles de l'estrat on es troben els nòduls. Amb aquest fi s'ha tractat el material amb HCl—H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en ebullició, i posterior decoloració amb KNO<sub>3</sub>; el preparat obtingut és rentat amb aigua destil·lada i filtrat diverses vegades.

En l'observació d'aquestes preparacions s'han pogut identificar les següents espècies:

— En les argiles nodulars: abundants espícules d'esponja i, en algunes mostres, *Melosira granulata*.

— En les argiles del sediment s'han trobat abundants espícules d'esponja en totes les mostres estudiades. En algunes d'aquestes hi ha ostràcodes del gènere *Candona*. Les diatomees, que no són presents en totes les mostres, es troben agrupades de la següent manera: *Melosira granulata* en alguns fragments, *Aulacodiscus* sp. més freqüent, i, finalment *Coscinodiscus rothii* i *Opephora martyi* trobades en pocs casos. Ocasionalment apareixen fragments de diatomees pennades.

Entre els fòssils trobats són particularment interessants els ostràcodes del gènere *Candona*, observats per primera vegada en aquest estudi, i una diatomea cèntrica, *Aulacodiscus* sp., que pertany a un gènere que actualment només té representants marins, molt probablement no descrita encara. Aquesta diatomea fou trobada amb anterioritat per A. Parra (comunicació personal).

Per una altra banda, és de destacar que les espècies trobades en aquest estrat no

coincideixen en general amb les identificades en el jaciment de Badés del mateix nivell estratigràfic, en el qual també apareixen nòduls d'anapaïta. En aquest últim jaciment, a més d'abundants espícules d'esponja, ostràcodes *Candona* i restes de vegetals superiors fòssils similars als del Talló, predomina la presència de *Melosira distans* ssp. *lirata*, tant en les argiles que cobreixen els nòduls d'anapaïta com en les de l'estrat.

## FORMACIÓ DELS NÒDULS

A partir dels resultats obtinguts mitjançant les tècniques d'anàlisi utilitzades, se'ns suggereix que, per fosfatolisi i progressiva substitució, els nòduls argilosos preexistents es van enriquir en fosfats, els quals en una primera fase d'ordenació van donar lloc a nòduls d'anapaïta microcristallina.

En una segona fase, els nòduls (ja amb certa consistència) van experimentar una retracció (pèrdua de volum), expulsaren part de l'aigua acumulada en el seu interior i deixaren en el seu lloc cavitats geodiformes. Aquestes cavitats foren recobertes per una capa de macrocristalls d'anapaïta.

La presència d'anapaïta, les condicions d'estabilitat de la qual foren estudiades per NRIAGU (1974) sobre els sediments dels Grans Llacs de Nord-amèrica, suposa l'existència d'unes condicions de deposició anaeròbiques amb pH entre 6 i 7, en les quals el  $\text{PO}_4\text{H}_2^-$  és l'espècie fosfat dominant. Tanmateix indica un període d'eutròfia del llac miocènic en el qual hi hagué una considerable aportació de P, Ca i Fe al sediment.

## DISCUSSIÓ DE LES CONDICIONS DE FORMACIÓ DELS NÒDULS

Molt probablement en el llac, tal com indica MARGALEF (1957), després d'haver passat per diverses etapes d'oligotròfia i d'eutròfia i de canvis en el nivell de les aigües, hi hagué, en cert moment de la seva evolució, un procés de rejuveniment enmig d'un clima relativament càlid. Segons observacions d'aquest autor, apareix en els sediments corresponents a aquesta època *Melosira islandica* ssp. *helvetica*, indicadora d'aigües profundes i generalment

mesotròfiques. En les nostres observacions no s'ha fet present aquesta espècie; s'ha trobat en canvi *Melosira distans* ssp. *lirata*, molt semblant morfològicament a l'anterior i que actualment es troba en llacs d'alta muntanya (oligo-mesotròfics). Posteriorment, el llac, a jutjar per les espícules d'esponja, els ostràcodes, els fòssils de diatomees (*Stephanodiscus*,\* *Cyclotella*\* *catenata*?, *Coscinodiscus rothii*, *Opephora martyi* i *Melosira granulata*) i el diàmetre que tenen, avançà cap a una nova etapa d'eutròfia i menor fondària, en un clima més fred. (Les espècies assenyalades amb un asterisc són citades per MARGALEF, 1957).

Es en el període de transició entre aquestes etapes (pas de condicions oligo-mesotròfiques a eutròfiques) quan l'abundant acumulació de sediments i matèria orgànica en el fons del llac crearia fàcilment condicions d'anaerobiosi. A tot això podria haver-se sumat una possible estratificació de les aigües profundes del llac, de manera semblant a com passa actualment en les dels llacs de les zones tropicals. En aquestes condicions, el fòsfor no es veuria immers en el reciclat estacional dels nutrients, i així podria restar atrapat en la trama del sediment. Posteriorment, el llac va rebre una aportació molt abundant de carbonat càlcic, com indica MARGALEF (1957), segurament procedent d'una nova xarxa fluvial o de la mateixa xarxa antiga que en el seu trajecte hagués deixat de córrer sobre estrats silícics per fer-ho sobre uns altres rics en aquell material.

Aquest canvi en ve testimoniada per la coincidència de dos indicadors d'aquestes condicions: la presència, en nivells propers als nòduls, de *Melosira arenaria*\* a Badés i el caràcter margós del sediment.

El carbonat càlcic envaï per infiltració certes capes del sediment més o menys allunyades de la superfície del fons del llac. És en aquest moment quan el fòsfor acumulat en les aigües intersticials d'aquestes capes trobà les condicions adequades per a la precipitació. Deuria ser justament aleshores quan començà el desenvolupament dels nòduls d'anapaïta.

La no presència de *Melosira arenaria* en relació amb els nòduls indicaria que aquests es van desenvolupar a partir de sediments anteriors a l'arribada dels carbonats al llac.

Es de suposar que després d'un estudi més rigorós quant a l'estratigrafia i més

detallat respecte els fòssils, es tingui una base més sòlida per conèixer les condicions ecològiques d'aquest llac miocènic.

Vagi el nostre agraïment al professor H. Malz per la seva aportació sobre la sistemàtica d'ostràcodes i als companys J. J. Pueyo i M. Vall per llur col·laboració.

#### BIBLIOGRAFIA

- ASTRE, G. 1927. Le bassin néogène de Bellver. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toul.*, 56: 1-231.
- BECH, J. & VALLEJO, V. R. 1977. Contribución al conocimiento de la anapaíta de la Cerdanya. *Acta Geol. Hisp.*, 12 (4-6): 113-116.
- MARGALEF, R. 1957. Paleoecología del lago de la Cerdanya. *Public. Inst. Biol. Aplic.*, 25: 131-137.
- NRIAGU, J. O. & DELL, C. I. 1974. Diagenetic formation of Iron Phosphates in recent lake sediments. *Am. Mineral.*, 59: 934-946.
- RODRÍGUEZ MELLADO, M. T. & MENÉNDEZ AMOR, J. 1948. Microflora fósil de Bellver. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 46 (1-2): 69-85.
- VALLEJO, V. R. 1978. *Estudio de los nódulos de anapaíta de Bellver y su incidencia en el conocimiento de la paleoecología de la zona*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona. Inédita.
- VILLALTA, J. F. & CRUSAFONT, M. 1945. La flora miocénica de la depresión de Bellver. *Ilerda*, 3 (2): 339-353.

## EL CLIMA I LA VEGETACIÓ POSTGLACIAL ALS PAÏSOS CATALANS

O. de Bolòs \*

Rebut: febrer 1979

### RÉSUMÉ

#### Le climat et la végétation postglaciale aux Pays Catalans

Exposé des connaissances actuelles sur la végétation würmienne et postglaciale des Pays Catalans. On pense que le schéma très connu de Büdel ne répond pas aux données dont on dispose à présent. Probablement vers la fin de la dernière glaciation une végétation méditerranéenne occupait les basses terres littorales au sud de Barcelone, remplacée plus au nord par la chênaie subméditerranéenne à *Quercus pubescens*. Des sylvo-steppes étaient très répandues dans les plateaux et les basses montagnes de l'intérieur du pays. La forêt humide (hêtraie, etc.) était refoulée dans les montagnes maritimes entre les Pyrénées orientales et les Ports de Besòit, près de l'Ebre (fig. 1 B).

La història del clima i de la vegetació en els temps postwürmians és força ben coneguda a l'Europa septentrional i mitjana, gràcies a l'ús coordinat de diverses tècniques, entre les quals es destaca l'anàlisi pollínica, unida a les datacions mitjançant C<sup>14</sup>. No solament hom coneix el caràcter general dels períodes que se succeeixen, sinó les particularitats pròpies de les diverses contrades i, fins i tot, la forma com ha variat amb el temps l'àrea de distribució dels arbres forestals més importants.

La darrera glaciació, Würm, s'inicià fa aproximadament 80.000 anys i comprengué els períodes freds distingits amb les xifres I a IV, separats per interstadis més temperats. Fa uns 20.000 anys, a l'acabament de la glaciació würmiana, la temperatura mitjana estival de la plana mediterrània era, segons sembla, uns 8-10° C

més baixa que l'actual. Les àrees no cobertes de glaç hi duïen vegetació àrtica, de tundra. Durant els 10.000 anys següents (Tardiglacial)<sup>1</sup> les temperatures ascendeixen a poc a poc i amb fluctuacions. La tundra predomina encara durant el període de Dryas antic (fins a 10.000 anys a.C.). En arribar la fluctuació d'Allerød (10000-9000 a.C.) s'estén el bosc de pi roig (*Pinus sylvestris*) i de bedolls (*Betula*), que és substituït altra vegada per la tundra durant el Dryas recent (9000-8200 a.C.). En els temps postglacials, que corresponen als darrers 10.000 anys, s'accentua l'augment de la temperatura fins al màxim tèrmic que es produí entre 5.000 i 2.500 anys a.C. La successió de períodes forestals típica de l'Europa mitjana és la següent:

1. Els temps tardiglacials corresponen aproximadament a l'anomenat Würm IV.

\* Departament de Botànica. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

- Període pre-boreal (8200-6800 a.C.)
  - Bedoll i pi roig.
- Període boreal (6800-5500 a.C.)
  - Expansió de l'avellaner; començament de l'impuls de la roureda mixta.
- Període atlàntic, de màxim tèrmic (5500-2500 a.C.)
  - Roureda mixta.
- Període subboreal; comença un nou descens de la temperatura (2500-700 a.C.)
  - Expansió del faig (*Fagus sylvatica*).
- Període subatlàntic (de 700 a.C. als temps actuals)
  - Màxima extensió de la fageda [i, a muntanya, del bosc d'abet (*Abies alba*) i de píce (*Picea abies*)]; la vegetació és molt alterada per acció de l'home.

En els darrers temps, entre els anys 1850 i 1950 hi ha hagut un cert augment de la temperatura que és posat en evidència pel retrocés de les geleres dels Alps i dels Pirineus. Després de 1940-1950, la tendència ha canviat i es produeix un lleuger refredament. Per ara el futur és imprevisible.

L'esquema de la successió de climes i de vegetació de l'Europa mitjana és vàlid encara, amb modificacions de detall, per a les muntanyes humides del sud-oest d'Europa.

Així a les Cevenes, d'Occitània, a 1.300 m d'altitud, FIRBAS (1932) observà la successió típica de bedoll, roureda mixta i després fageda. Segons sembla, el faig no existia al país durant els primers temps post-glacials; els pins no hi tenien gaire importància i el castanyer hi fou introduït per l'home modernament. Per altra banda, el bruc boal, *Erica arborea*, de caràcter principalment mediterrani (a les terres cantàbriques existeix, però, actualment, en ple estatge de la fageda), és present a tot el perfil, des dels temps pre-boreals.

Als Pirineus orientals, les anàlisis de pol·len foren iniciades per KELLER (1929), el qual estudià la torbera de Pinet, al País de Salt, a pocs quilòmetres al nord del Capcir. Més modernament J. JALUT (1970, 1971, 1972, 1973, 1974) ha fet importants treballs que ens donen ja força idea de la història dels climes i de la vegetació. Al Donasà (situat al nord-oest del Capcir), a 1.380 m, durant el Dryas antic (12000 a.C.) el clima era fred i sec, i la vegetació do-

minant era el prat de gramínies i ciperàcies. Hom hi ha reconegut *Cryptogramma crispa*, falguera que indica condicions alpines. També es feien a la contrada espècies continentals de tendència xerofítica com *Hippophaë rhamnoides* i *Ephedra* sp. El pi negre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*), que als Pirineus és l'arbre subalpí per excel·lència, vivia més avall, segons sembla cap a 800 m d'altitud. Un fet important és la presència, en petita quantitat, de grans de pol·len d'arbres propis de climes temperats: *Abies*, *Fagus*, *Betula*, *Corylus* i *Quercus*, cosa que obliga a pensar que aquests arbres havien trobat refugi a la terra baixa propera. La millora climàtica del període d'Allerød es tradueix als Pirineus orientals en un ascens del pi negre fins a altituds properes a la base actual de l'estatge subalpí (1.500-1.600 m). Durant el Dryas recent, el bosc de pi negre sofreix altra vegada una certa davallada.

En el període pre-boreal, el pi negre adquireix una gran extensió al vessant nord dels Pirineus orientals, entre 800 i 1.900 m. Al final d'aquest període s'estenen l'avellaner i els roures (*Quercus caducifolis*) i, a altituds superiors, l'abet. A la Vall d'Aran l'extensió de l'abet és força més tardana; es produeix al final de l'Atlàntic (P. D. BARTLEY, citat per VAN CAMPO & JALUT, 1969: 124).

Durant el període boreal, del Donasà i del Capcir al Vallespir, hom pot distingir un estatge de roures i d'avellaners i, damunt seu, un estatge de pi negre. L'abet és abundant al Capcir entre 1.400 i 1.800 m i és present, en quantitat més petita, a les altres contrades. El faig existeix, però és poc abundant. Sembla que, en relació amb els períodes precedents, el clima ha evolucionat en el sentit d'esdevenir més temperat i més humit. El pol·len d'alzina (*Quercus ilex*) i de *Pistacia* arriba en petita proporció fins a l'Alta Cerdanya i això fa pensar que ja existia un estatge basal mediterrani.

En arribar el període atlàntic el clima esdevé més humit i l'abet adquireix un gran desenvolupament entre 800 i 1.400 m, tant al vessant septentrional com a l'oriental. La diferència entre el Vallespir, humit, i el Conflent, més sec, es fa palesa en el fet que l'expansió de l'abet és més primerenca al Vallespir. Els roures són abundants i hi ha precipitació de pol·len d'alzina, que deu ascendir de la terra baixa. Vers 5.000-4.000 anys a.C. es manifesten al

Donasà els primers senyals d'existència de terres conreades per l'home.

L'expansió de la fageda assenyala el començament del període subboreal. Tant els roures com l'avet perden importància relativa, mentre el pi negre més aviat augmenta.

Cap al segle IV d.C. apareix pol·len de cereals, de noguera (*Juglans regia*) i de castanyer (*Castanea sativa*). La desforestació es tradueix en una gran expansió de les espècies heliòfiles.

L'anàlisi dels sediments tardiglacials de la cova del Toll de Moià (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1962) correspon encara al mateix esquema aproximadament. Durant el Dryas antic hi havia una vegetació no forestal amb una certa proporció de *Pinus* (silvostepa o paisatge en parc?). En arribar l'Alleröd s'establí una pineda amb falgueres (bosc subalpí?), que es tornà a aclarir en els temps del Dryas recent.

Quan passem als dominis de la vegetació mediterrània, les dades, encara molt poc nombroses, esdevenen fragmentàries i poc coherents. La deficiència en el coneixement de la història postglacial de la vegetació mediterrània té diverses causes: la poca intensitat de la recerca científica als països meridionals n'és una; però cal tenir present també que els jaciments utilitzables són relativament rars, que la morfologia del pol·len de les espècies estrictament mediterrànies és poc coneguda, i que, per això, sovint aquestes espècies són oblidades a les anàlisis; així mateix contribueix a fer difícils les interpretacions la riquesa d'espècies d'un mateix gènere, les quals són difícils de distingir entre elles, tot i que puguin tenir significat molt diferent segons siguin unes o altres (molts dels perfils pol·línics mediterranis indiquen dominància de *Pinus* i *Quercus* en tot el temps; si hom no arriba a distingir les espècies, sota una mateixa aparença poden restar dissimulades grans variacions de clima i de vegetació).

La primera hipòtesi que s'ocorregué als paleobotànics europeus fou la de suposar que en arribar els grans freds totes les zones de vegetació descendiren cap al sud d'una manera més o menys regular. D'acord amb aquesta idea, les terres properes a la mar Mediterrània haurien d'haver estat el refugi del bosc caducifoli temperat que actualment predomina a l'Europa mitjana. Aquest és el supòsit en què es basa el conegut esquema cartogràfic de Büdel

(fig. 1A), reproduït per molts d'autors (per exemple, BEUG, 1967). BÜDEL (1949), prengué com a base de treball el curs de les línies isoquiones, és a dir, de les línies que uneixen els punts on el límit inferior de les neus persistents és situat a una mateixa altitud. Segons ell, hi ha un paral·lisme entre les isoquiones i les temperatures del mes de juliol reduïdes al nivell de la mar (la isoquiona de 2.000 m correspon a la isoterma de juliol de 17-18° C, la de 1.000 m a la isoterma de 10,5°, etc.). Si suposem que aquest paral·lisme també existia durant els períodes glacials, de les isoquiones hom pot derivar les temperatures. Segons aquests principis, BÜDEL distingeix a l'Europa meridional les zones de vegetació següents (final de la glaciació würmiana):

Zona de la tundra, sense bosc. A la Península Ibèrica correspon la major part de Galícia, les terres cantàbriques i una part de la *Meseta* septentrional, les terres pre-pirinenques i la totalitat del Sistema Ibèric i de les Serralades Carpetanes; inclou també la part septentrional de l'altiplà central català i s'estén fins a les Muntanyes Bètiques.

Zona del bosc subpolar (coníferes i bedolls). Comprèn les contrades marítimes del Baix Lenguadoc i de la Catalunya septentrional, així com la baixa plana de l'Ebre mitjà i igualment la part de la *Meseta* no ocupada per la tundra.

Zona del bosc caducifoli temperat (centroeuropeu o submediterrani). Hi corresponen les contrades marítimes situades entre Barcelona i Alacant aproximadament, les illes Balears, una bona part d'Andalusia i la Lusitània meridional.

Segons aquesta interpretació, a la Península Ibèrica la vegetació mediterrània devia haver estat limitada a l'àrea del sud-est, entre el Segura i Gibraltar. El seu centre, durant els temps glacials, devia ésser situat a l'Àfrica del Nord. A Europa, si no comptem la Península Ibèrica, només hi devia haver petits territoris de caràcter mediterrani a Sicília i a Creta.

Com assenyala BEUG (1968), les poques dades que posseïm sobre vegetació würmiana del sud d'Europa no concorden gaire bé amb aquest esquema teòric. Així, la torbera de Padul, al peu de la Sierra Nevada andalusa, estudiada per MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ (1962), la qual segons l'esquema de Büdel hauria d'haver estat situada a la zona del bosc caducifoli

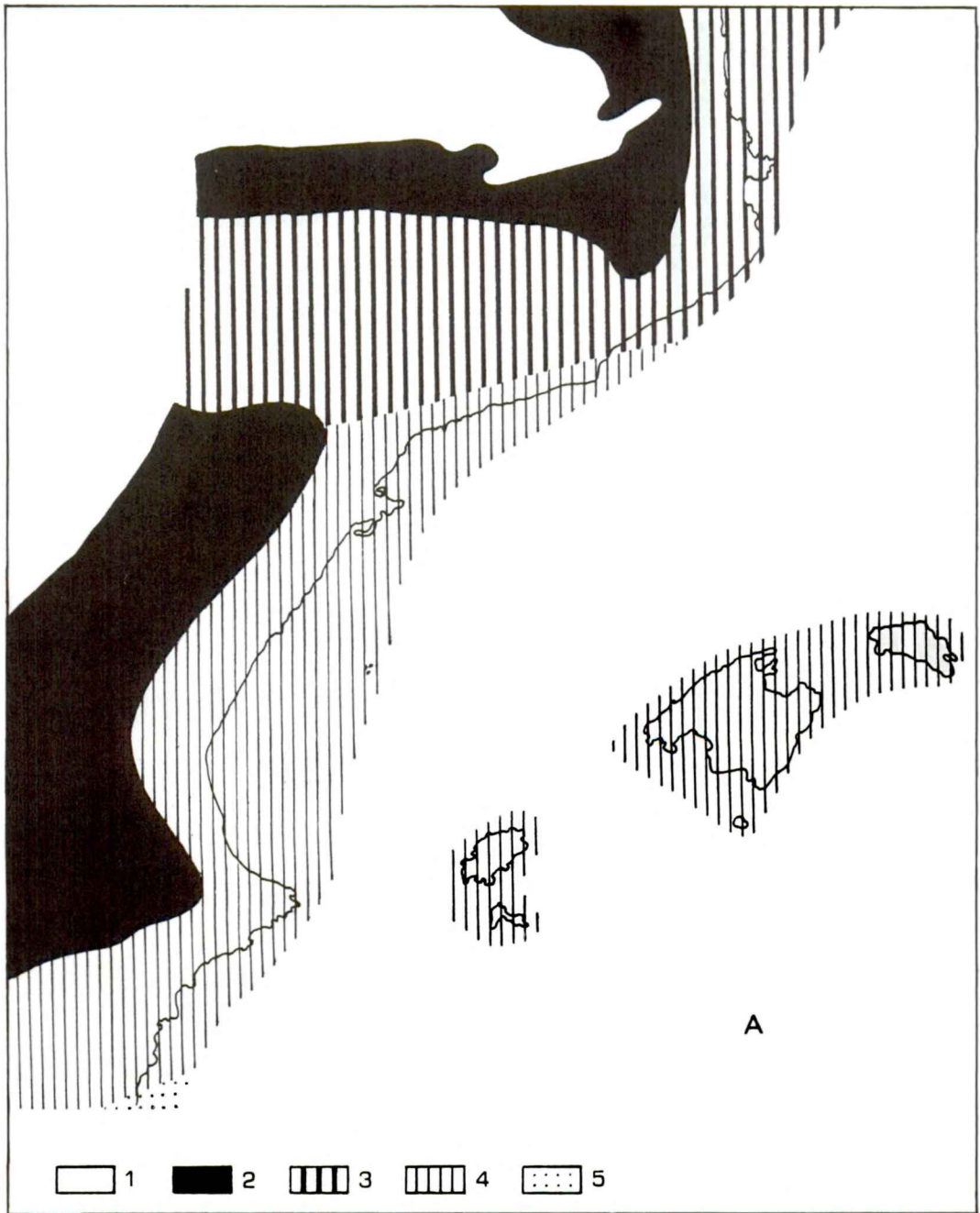
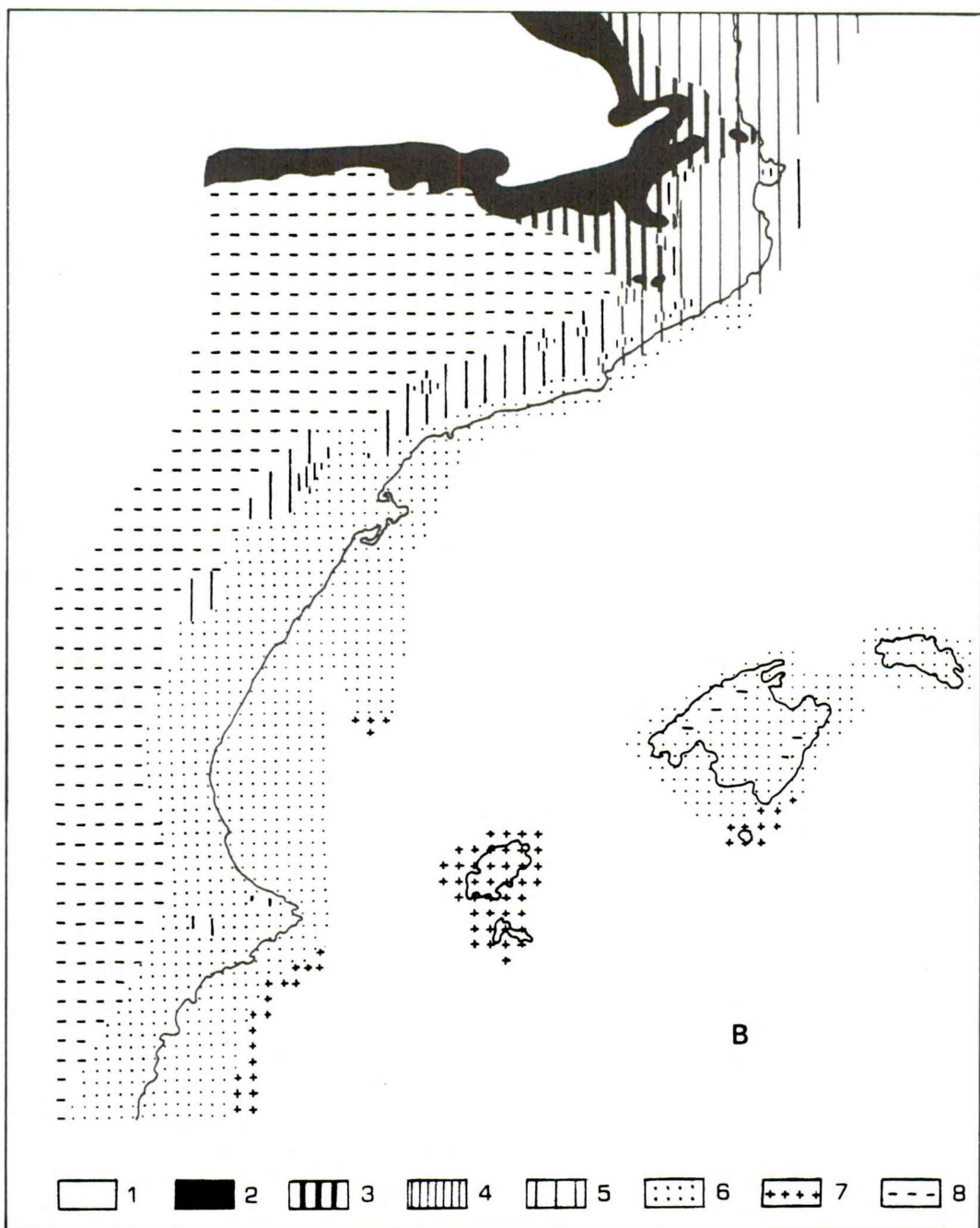


FIG. 1. Les zones de vegetació i de paisatge als Països Catalans durant la glaciació wurmiana. A, segons l'esquema de Büdel: 1, glaç; 2, tundra, sense bosc; 3, bosc subpolar (coníferes i bedolls); 4, bosc caducifoli temperat (centreuropeu i submediterrani); 5, vegetació mediterrània. B, esquema, molt hipotètic, segons les dades i els indicis coneguts fins al moment present: 1, glaç; 2, prat alpí; 3, bosc subalpí de pi negre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*); 4, bosc caducifoli mesòfil, principalment fageda (als Pirineus i a les muntanyes septentrionals, fins al Montseny, devia comprendre també poblacions d'avet, *Abies alba*); 5, bosc caducifoli submediterrani (principalment rouredes); 6, paisatges mediterranis d'alzinar; 7, màquia mediterrània meridional; 8, silvostepa.





Les zones de végétation des Pays Catalans à la fin de la glaciation würmienne. A) D'après Büdel: 1, glace; 2, tundra sans forêt; 3, forêt subpolaire (conifères et bouleaux); 4, forêt caducifoliée tempérée (médio-européenne et subméditerranéenne); 5, végétation méditerranéenne. B) Schéma très hypothétique d'après les données et les indices connus à présent: 1, glace; 2, pelouse alpine; 3, forêt subalpine de pin à crochet (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*); 4 forêt caducifoliée mésophile, surtout hêtraie (aussi sapin, *Abies alba*, dans les Pyrénées et les montagnes septentrionales, jusqu'au Montseny); 5, forêt marcescente subméditerranéenne (surtout chênaie à *Quercus pubescens*); 6, paysages méditerranéens à chêne-vert (*Quercus ilex*); 7, maquis méditerranéens méridionaux; 8, sylvesteppe.

prop del seu límit amb la vegetació mediterrània, conserva els testimonis d'una vegetació amb caràcter de parc o de silvostepa, amb predomini dels pollens de vegetals no arboris i amb una certa proporció de *Pinus*, però amb molt poc pollen d'arbres planifolis.

Encara més neta és la manca de bosc durant el Würm al Lago de Monterosi, 236 m, situat 50 km al nord de Roma, i al pla de Drama, 67 m, a la Macedònia meridional. Segons el mapa de Büdel, hi haurien d'haver predominat respectivament el bosc subpolar i el bosc temperat de fulla caduca.

Tot això fa pensar que el clima de l'Europa meridional durant els darrers temps de la glaciació würmiana era fred i més aviat sec que no pas humit. Per això la vegetació estèpica hi ocupava una extensió molt gran.

De tota manera la manca de bosc no devia pas ésser absoluta. Les anàlisis de les Cevenes i dels Pirineus orientals fan pensar que el bosc caducifoli i àdhuc alguns elements de la vegetació mediterrània no eren gaire lluny de les torberes de muntanya que han estat estudiades.

Possiblement es poden interpretar també en un sentit semblant els resultats de l'anàlisi polínica d'una torbera de l'illa de Mljet (Malo Jezero), a la Dalmàcia meridional, torbera situada actualment dins la mar a 29 m de profunditat (BEUG, 1961). És veritat que l'anàlisi no inclou els temps pròpiament glacials, però de les dades obtingudes resulta que durant el pre-boreal i el boreal la costa dàlmata corresponia al domini de les rouredes submediterrànies i que, en arribar el màxim tèrmic, vers 5500 a.C., s'hi imposà la vegetació mediterrània, primer una màquia de *Phillyrea*, i *Juniperus*, després l'alzinar, que arran de mar ha perdurat fins als temps actuals.

Les dades que tenim de les terres actualment mediterrànies dels Països Catalans són encara molt poca cosa.

Entre els dipòsits estudiats, possiblement el més important és la torbera fòssil de l'Ereta del Pedregal, a Navarrés (la Canal de Navarrés, País Valencià), la qual sembla que dona informació des del Tardiglacial al subboreal. El diagrama publicat (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961) és difícil d'interpretar. Sempre hi predominen *Quercus* i *Pinus* (les espècies no són determinades). *Pinus* ocupa el primer lloc a la part basal del perfil, substituït des-

prés per *Quercus*, que domina fins als temps més moderns, llevat d'una curta fase intermèdia en què *Pinus* és abundant. El pollen no arbori és molt abundant sobretot a la part superior de la torbera. El diagrama presenta algunes particularitats sorprenents: pollen de *Betula* a tot el perfil i, cosa encara més estranya, *Castanea* també present des de la base del perfil. Aquest fet, si fos real, contradiria la hipòtesi de la introducció del castanyer en temps històrics. Hom assenyala encara presència esporàdica de pollen de *Picea* (espècie que no devia existir ni a la Península Ibèrica ni als Pirineus).

Altres anàlisis de torberes litorals: Torreblanca, a la Plana Alta (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961), anàlisi que arriba a 7.000 anys a.C.; Sant Carles de la Ràpita, al Montsià (JONKER, 1952); Palma Nova, a Mallorca (MENÉNDEZ AMOR & FLORSCHÜTZ, 1961), mostren sempre dominança de *Quercus* i *Pinus*. Remarquem que tant a Sant Carles com a Torreblanca hom ha observat presència de pollen de castanyer, a Torreblanca d'ençà de 4.000 anys a.C. Jonker es basa precisament en la presència d'aquest pollen per suposar que la torba del delta de l'Ebre és moderna. Fins i tot admetent que *Castanea* fos indígena al país, fa molt estrany que el seu pollen aparegués amb regularitat en terres calcàries allunyades de les possibles localitats de l'espècie.<sup>2</sup>

Més al sud, en el desert del Sàhara, el final del Würm també fou sec. Segons sembla, la vegetació hi tenia caràcter estèpic. Però, segons Quézel & Pons (QUÉZEL, 1965) els temps tardiglacials hi correspongueren a un període pluvial en el qual les condicions climàtiques eren molt diferents de les actuals. Així, cap a 8.000 anys a.C. (pre-boreal), en ple Sàhara central hi havia *Quercus* i *Cedrus* en quantitat, amb pi blanc (*Pinus halepensis*) a baixa altitud i amb *Acer*, *Tilia* i *Alnus* a muntanya. El clima devia ésser mediterrani humit o subhumit. Durant el boreal (5000 anys a.C.) el clima hi era mediterrani semiàrid i la

2. L'anàlisi de la torbera de l'Aldea (Baix Ebre) feta darrerament per RUIZ ZAPATA (1977) no aporta pas elements nous dignes de consideració. Unicament que l'autora, que no sembla pas que sigui gaire escrupolosa en les determinacions (afirma que ha trobat, per exemple, *Betula tortuosa*, *Andromeda polifolia*, *Erica tetralix*, *Crepis paludosa*...) no ha vist pollen de castanyer.

vegetació a la terra baixa devia ésser una mena d'*Oleo-Ceratonion* amb *Pinus halepensis*, *Olea*, *Juniperus*, *Cupressus*, etc. *Cedrus* i *Quercus* es retiren cap a la muntanya. Al final del període atlàntic (2800-2700 a.C.) desaparegué la flora mediterrània del Sàhara central, substituïda per una sabana amb *Acacia*, de tipus saheliana, la qual finalment cedí el lloc d'una manera progressiva i ràpida al desert actual.

\* \* \*

Les dades disponibles, esporàdiques i irregulars, no permeten pas de reconstruir com devia ésser la vegetació als Països Catalans durant la glaciació würmiana ni durant els temps tardiglaciàls i postglaciàls següents.

De tota manera, a part de les dades que forneixen les anàlisis pol·líniques, malhauradament encara massa poc precises i massa poc abundants, l'estudi de la vegetació actual també dóna alguns indicis que cal prendre en consideració:

1. A la zona marítima meridional i, en concret, a les illes Balears, les temperatures no podien pas ésser gaire baixes, perquè s'hi han conservat vegetals termòfils que no és gaire fàcil que hi hagin pogut arribar en temps posteriors. *Arum pictum*, per exemple, té una àrea limitada a la zona de baixa altitud de Mallorca i de Menorca i reapareix a Còrsega i a Sardenya. *Medicago arborea* ssp. *citrina* és pròpia exclusivament dels illots propers a Cabrera i a Eivissa i de les illes Columbrets (una altra subespècie es fa a la Mediterrània oriental). Exemples com aquests es podrien multiplicar. No és fàcil d'imaginar de quina manera aquests vegetals termòfils, que no existeixen als continents veïns, haurien pogut arribar a les dites illes durant els darrers mil·lennis. Sembla que cal pensar que ja hi eren. Però si hi havia *Arum pictum* i *Medicago arborea*, encara que fos a altituds inferiors a la del nivell de la mar actual, no és probable que la vegetació balearica tingués caràcter general mediterrani, com correspondria segons la hipòtesi de Büdel. Certament el nivell de la mar durant el darrer període glacial era uns 120 m més baix que l'actual. Això feia que la superfície emergida fos més gran i que ho fos sobretot l'àrea de clima més temperat.

2. Segons indicis de base paleontològica (FABRE, 1972) a Provença és possible

que les temperatures hivernals durant la darrera etapa glacial fossin força més fredes que les actuals (uns 10°), mentre les estivals fossin únicament 2-3° més baixes que les d'ara.

3. No sembla pas que les espècies mediterrànies termòfiles hagin tingut gaires facilitats per travessar la zona litoral, en gran part silícia, compresa entre Barcelona i els Pirineus orientals (les espècies austro-mediterrànies de Garraf són ibèriques, mentre les del Cap de Creus són provençals i baleariques).

4. A les terres catalanes marítimes la fageda s'estengué fins als Ports de Beseit, on encara en resten testimonis importants. No és fàcil que l'expansió de *Fagus* s'hagi produït durant el màxim tèrmic postglacial ni en temps posteriors.

D'acord amb les dades i els indicis de què disposem hem dibuixat un esquema, molt hipotètic, de la distribució de la vegetació als Països Catalans durant els temps finals de la glaciació würmiana (figura 1B). Admetem que el clima era de tendència àrida i que els nivells altitudinals havien baixat 800-1.000 m aproximadament (més a les àrees interiors, continentals, que al litoral i a les illes).

Podem imaginar les zones de paisatge i de vegetació disposades de la manera següent:

1. Zona sotmesa directament a la glaciació (v. SOLÉ I SABARÍS, 1958: 80-82).

2. Prat alpi. De 1.000-1.300 a 2.000 m aproximadament. Ocupava grans extensions als Pirineus, fins al Montsec i al Puigsacalm. També devia existir al Montseny.

3. Bosc subalpi de pi negre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*). Pirineus orientals entre 600 i 1.000-1.300 m. No sabem res sobre la possible extensió del bosc subalpi als Pirineus centrals.

4. Silvestepa de muntanya. Vegetació estèpica amb gramínies, *Artemisia*, quenopodiàcies, etc. Probablement amb bosquets de pins (*Pinus sylvestris*, *P. mugo* ssp. *uncinata*). Devia ocupar les terres interiors continentals entre 400-500 m i 1.500 (1.800) metres. Pre-pirineus, altiplans de la Segarra i del Moianès, etc. Una vegetació estèpica amb alguns arbres del bosc temperat (*Sorbus aria*, *Acer opalus*, *Taxus baccata*) existia probablement també a les serralades de Mallorca.

5. Silvestepa de terra baixa. Amb nombroses plantes mediterrànies i amb coní-

feres (*Pinus, Juniperus*). Devia ocupar les planes del Segre i del Cinca, així com les conques interiors (pla de Bages, Conca de Barberà, etc.). En forma diferent es devia estendre a la part alta de les Muntanyes Catalàniques meridionals (Ports de Beseit, Maestrat, Penyagolosa) i a les muntanyes del migjorn valencià.

6. Avetosa. Pirineus orientals, Cabrerès, Montseny, entre 600 i 100 m.

7. Fageda. Pirineus orientals entre 400 i 800 m; Muntanyes Catalàniques (Guilleries, Montseny, Montnegre, Sant Llorenç del Munt, Montserrat, Collserola, Prades, Ports de Beseit, etc.).

8. Rouredes. Als Pirineus orientals la roureda, probablement de caràcter més o menys submediterrani, devia ocupar la terra baixa, des del nivell que la mar tenia aleshores fins al límit inferior de la fageda. A les contrades marítimes més meridionals, fins a l'Ebre, la roureda podia tenir el límit inferior a una altitud poc superior a la del nivell de la mar actual.

9. Alzinar. Al nord del país l'alzinar, si existia, devia ocupar una estreta banda litoral, en terres actualment submergides. Possiblement ascendia com a comunitat permanent d'indrets excepcionalment arcerats fins a 100-200 m sobre el nivell actual de la mar. Al sud de la latitud de Barcelona devia ocupar la baixa plana litoral. També devia ésser estès per la plana central valenciana i per les muntanyes del migjorn valencià (Muntanyes Diàniques), així com per les àrees de baixa altitud de les illes de Mallorca i de Menorca, aleshores unides entre elles en una sola unitat.

10. Màquia meridional. La màquia meridional del tipus de l'*Oleo-Ceratonion* només devia existir en forma fragmentària a la zona litoral del migjorn valencià i de les illes Balears, en llocs actualment submergits sota el nivell de la mar.

## BIBLIOGRAFIA

BEUG, H.-J. 1961. Beiträge zur Postglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte in Süddalmanien. Der See «Malo Jezero» auf Mljet. *Flora*, 150: 600-656.  
 BEUG, H.-J. 1967. Probleme der Vegetationsgeschichte in Südeuropa. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 80: 682-689.  
 DUBOIS, G. 1964. El análisis polínico y sus apli-

caciones al estudio de la colonización forestal de las montañas de la Europa occidental. *Pirineos*, 3.  
 FABRE, F. 1972. L'évolution des paléo-climats dans le département des Bouches-du-Rhône du début du Dryas II au Boréal. *Bull. Mus. H. Nat. Marseille*, XXXII.  
 FIRBAS, F. 1932. Contribution à l'histoire postglaciaire des forêts des Cévennes méridionales. *Com. S.I.G.M.A.*, 15.  
 FIRBAS, F. 1972. Historia de la flora y de la vegetación. In: *Tratado de Botánica*, d'E. STRASBURGER i altres. 30.<sup>a</sup> ed. Marín. Barcelona.  
 JALUT, G. 1970. Caractères généraux de l'évolution de la végétation et du climat pendant le Postglaciaire dans les vallées de la Tet et du Tech. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 271 (D): 2277-2279.  
 JALUT, G. 1971. Analyse pollinique de sédiments des Pyrénées orientales. Tourbière de la Borde. Haute vallée de la Tet, alt. 1.660 m, gisement des Estables I: haut Vallespir, alt. 1.750 m. *Bull. Ass. Fr. Et. Quatern.*, 27 (2): 91-110.  
 JALUT, G. 1971. Analyse pollinique d'une mouillère du Pla de Salinas (2.200 m), massif du Puigmal, Pyrénées-Orientales. *Colloq. interdisc. Milieux supraforestiers mont. Bass. occ. Médit.*, 11 p.  
 JALUT, G. 1972. Évolution post-würmienne de la végétation des Pyrénées-Orientales. *Pirineos*, 105: 85-92.  
 JALUT, G. 1973. Évolution du climat et de la végétation de l'extrémité orientale des Pyrénées au Tardiglaciaire et au Postglaciaire, d'après l'analyse pollinique. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 276: 2653-2656.  
 JALUT, G. 1973. Évolution de la végétation et du climat de l'extrémité orientale des Pyrénées pendant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire. *Bull. Ass. Fr. Et. Quatern.*, 35: 55-68.  
 JALUT, G. 1974. Analyse pollinique de la tourbière de La Moulinasse, versant nord-oriental des Pyrénées. *Pollen et Spores*, 15 (3-4): 471-509.  
 JONKER, F. P. 1952. Analyse pollinique d'une tourbière dans le delta de l'Ebre. *Collect. Bot.*, 3: 179-182.  
 KELLER, P. 1929. Analyse pollinique de la tourbière de Pinet. *Arch. de Bot.*, 3 (4): 57-63.  
 KENNET HARE, R. S. et al. 1977. ¿Está cambiando el clima? *Mazingira*, 1.  
 MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1960. Un diagramme pollinique simplifié d'une couche de «gyttja» située à Poueyferré près de Lourdes (Pyrénées françaises centrales) daté para la méthode du radio-carbone. *Kon. Nederl. Akad. v. Wetensch.*, B, 63 (4): 458-500.  
 MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1961. Resultado del análisis polínico de una serie de muestras de turba recogidas en la Ereta del Pedregal (Navarrés, Valencia). *Arch. Prehist. Levant.*, IX: 97-99.  
 MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1961. La concordancia entre la composición de la vegetación durante la segunda mitad del Holoceno en la costa de Levante (Castellón de la Plana) y en la costa W de Mallorca. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (G), 59: 97-100.  
 MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1961. Contribución al conocimiento de la historia de la vegetación en España durante el Cuaternario. *Est. Geol.*, XVII: 83-99.  
 MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1962. Un aspect de la végétation en Espagne méridionale durant la dernière glaciation et l'holocène. *Geol. en Mijnbouw*, 41: 131-134.

- MENÉNDEZ AMOR, J. & F. FLORSCHÜTZ. 1962. Análisis polínico de sedimentos tardiglaciares en la Cueva del Toll (Moyá, Barcelona). *Est. Geol.*, XVIII: 93-95.
- PONS, A. *et al.* 1975. Les données historiques et l'étude de la flore méditerranéenne. *Colloq. Internat. C.N.R.S.*, 235: 305-326.
- QUÉZEL, P. 1965. *La végétation du Sahara*. Stuttgart.
- RUIZ ZAPATA, M. B. 1977. Análisis polínico de un perfil de la turbera de Aldea (Tarragona). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (G)*, 75: 107-113.
- SOLÉ I SABARIS, L. *et al.* 1958. *Geografia de Catalunya*. Aedos. Barcelona.
- SOUTADÉ, G. & A. BAUDIÈRE. 1973. Mutations phytogéographiques et variations climatiques durant l'holocène dans les Pyrénées méditerranéennes françaises. 9.<sup>e</sup> Congr. Internat. INQUA, 90-93.
- VAN CAMPO, M. & G. JALUT, 1969. Analyse pollinique de sédiments des Pyrénées orientales: lac de Balcère (1.764 m). *Pollen et Spores*, XI: 117-126.
- WALTER, H. 1954. *Arealkunde*. Stuttgart.



## LES PLANTES ATLANTIQUES ALS PAÏSOS CATALANS

Josep Vigo \*

Rebut: juliol 1978

### RÉSUMÉ

#### Coup d'oeil sur la répartition et la diffusion des plantes atlantiques dans les Pays Catalans

On fait tout d'abord des considérations générales sur la signification et la valeur des concepts d'élément et sous-élément phytogéographiques et de région et domaine de végétation. Nous distinguons dans les sous-élément atlantique —parallèlement à ce qu'on peut faire pour un sous-élément ou un élément quelconque— trois situations différentes: a) celle des taxa **euatlantiques**, dont l'aire géographique est comprise plus ou moins strictement dans le domaine atlantique (ou dans une partie déterminée de ce domaine). b) celle des espèces **lateatlantiques** (subatlantiques de divers auteurs), lesquelles, tout en étant répandues surtout dans le domaine atlantique, dépassent assez largement les limites de ce territoire. c) celle des taxa **subatlantiques**, d'aire européenne occidentale mais qui trouvent leur optimum dans la zone de contact entre le domaine atlantique et les territoires voisins.

Dans ce travail nous prenons en considération essentiellement les plantes eu- et lateatlantiques. Nous analysons préalablement le cas du Val d'Aran, l'unique zone du territoire envisagé qui fait partie du domaine atlantique. Nous donnons des listes des plantes atlantiques exclusives du Val d'Aran catalan; de celles qui existent dans d'autres endroits des Pays Catalans, mais qui ne se retrouvent que dans la zone inférieure, administrativement française, de la vallée; de celles qui pénètrent dans cette zone inférieure mais qui n'existent absolument pas dans les Pays Catalans; et de celles qui, se trouvant dans de localités catalanes ou valenciennes, n'habitent pas le Val d'Aran. Nous nous penchons ensuite sur les autres territoires des Pays Catalans, situés entièrement en dehors du domaine atlantique et dans lesquels la présence des taxa à cette répartition a une signification spéciale. Dans cet espace géographique les espèces atlantiques sont répandues surtout dans les territoires: pyrénéen, olossitanique (ensemble des massifs et dépressions entre les Pyrénées orientales et les chaînes côtières catalanes) et catalanidique (chaînes côtières étendues depuis le NE de la Catalogne au N du Pays Valencien) ainsi que, plus rarement, dans le territoire auso-ségarrique (hautes plateaux de la Catalogne centrale), territoires qu'on peut inclure en grande partie dans le domaine subméditerranéen (région eurosibérienne).

Selon leur distribution dans ces territoires on distingue les groupes suivants de plantes atlantiques:

\* Departament de Botànica. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

- A) Pyrénéennes.
  - A.1) Habitant les deux secteurs (central et oriental) des Pyrénées catalanes.
    - A.1.1) Venant sur le versant meridional des Pyrénées orientales, c'est à dire, au Sud de la ligne orographique Cadí-Canigó.
    - A.1.2) Inexistantes sur le versant Sud des Pyrénées orientales.
  - A.2) Répandues surtout dans le secteur central des Pyrénées.
  - A.3) A aire surtout est-pyrénéenne et olossitanique.
    - A.3.1) Habitant les deux versants des Pyrénées orientales.
    - A.3.2) Uniquement, ou presque, sur le versant septentrional des Pyrénées orientales.
- B) Pyrénéo-catalanidiques.
  - B.1) Pyrénéennes à aire étendue et catalanidiques.
    - B.1.1) A répartition générale.
    - B.1.2) Surtout dans les Pyrénées et le territoire catalanidique septentrional.
  - B.2) Est-pyrénéennes et catalanidiques.
    - B.2.1) A répartition générale.
    - B.2.2) Inexistantes dans le territoire catalanidique méridional.
    - B.2.3) Seulement dans le territoire catalanidique méridional.
- C) Catalanidiques.
  - C.1) Uniquement dans le territoire catalanidique septentrional.
  - C.2) Seulement dans le territoire catalanidique central
  - C.3) Catalanidiques centrales et meridionales.
- D) Valenciennes centrales.
- E) Espèces à disjonctions remarquables.

En ce qui concerne la diffusion dans les Pays Catalans de ces espèces (envisagées comme un groupe migrateur d'origine essentiellement occidentale), nous considérons les zones d'entrée de ces taxa dans le territoire, leurs voies de migration et les barrières qui s'opposent à leur expansion. Les zones d'entrées principales sont: l'occidentale, en provenance des vallées ouest-pyrénéennes de la Catalogne; la nordorientale, à travers la terminaison méditerranéenne des Pyrénées (Capcir, Corberes, etc.) et la méridionale (valencienne), par la région de contact entre la chaîne ibérique et le territoire catalanidique méridional. Nous faisons figurer sur une carte les principales voies de migration de ces plantes.

En ce qui concerne les plus importantes barrières phytogéographiques, on doit remarquer, dans les territoire pyrénéen, les vallées des Pyrénées centrales catalanes (Pallars, Andorre) —une des régions les plus sèches et continentales du versant ibérique de la chaîne— et la dépression intérieure Cerdagne-Conflent. Celle-ci, assez continentale, est située entre deux territoires bien moins secs: au Nord, et au delà de la ligne Carlit-Madres-Corberes, les pays de l'Aude et de l'Ariège (ce dernier à caractère nettement atlantique), et au Sud du système orographique Puigmal-Canigó, les contrées du Ripollès, la Garrotxa et le Vallespir, à nuance sous-océanique. Dans le territoire catalanidique, les larges espaces qui séparent les massifs les plus élevés (Montseny, Prades, Ports de Beseit et Penyagolosa) représentent autant de zones défavorables aux plantes atlantiques.



L'estudi de les àrees de distribució, dels centres d'origen i de les vies migratòries de les estirps vegetals ha menat, des de fa temps, a reconèixer un tipus d'unitats, integrades per grups de plantes, designades comunament amb el nom d'*elements*. Aquest mot, tot i que ha rebut interpretacions diferents segons els autors, ha tendit a ésser acceptat com a terme genèric per indicar grups d'espècies que presenten en comú unes determinades característiques biogeogràfiques (corològiques, ecològiques, històriques o altres). Algunes vegades, però, el terme *element* s'ha volgut identificar amb l'anomenat, més específicament, *element fitogeogràfic* (també dit de vegades corològic o, simplement, geogràfic) el qual, d'acord amb els aclariments introduïts per diversos autors, com Braun-Blanquet, Eig, Roi, Wulff, Walter, etcètera, s'entén ara com un conjunt d'estirps vegetals que presenten una àrea de dispersió actual sensiblement coincident. Cada element fitogeogràfic caracteritza un determinat territori (anomenat *regió de vegetació*). Element fitogeogràfic i regió de vegetació són, doncs, segons la interpretació que en donen la major part d'autors contemporanis, dos conceptes correlatius.

El 1923 BRAUN-BLANQUET amplià, però, l'accepció inicial d'element fitogeogràfic considerant que aquest és integrat, no solament per les estirps, sinó també per les comunitats vegetals, criteri que fou seguit en principi per diversos autors de formació primordialment geobotànica, com és ara Eig, i bescantat, en canvi, per d'altres, com Dupont, preocupats més particularment pels problemes de la corologia de les espècies. Aquesta concepció ampliada de Braun-Blanquet es revelà força útil a l'hora de plantejar les qüestions relatives a la delimitació dels territoris fitogeogràfics; així, cada regió de vegetació restaria caracteritzada, com ho expressava O. DE BOLÈS el 1951, per la predominança dintre seu, no solament de les estirps, sinó també de les comunitats de l'element fitogeogràfic corresponent. Cal convenir, però, que aquell primitiu criteri estricte d'element fitogeogràfic resulta més real i d'una més gran precisió conceptual, ja que es basa en una sola mena de fets, sense barrejar la distribució de les espècies amb les àrees de les comunitats.

Més tard, O. DE BOLÈS (1963) proposà una solució de compromís, que sembla prou encertada entre ambdues posicions,

acceptant, d'una banda, el concepte estricte d'element fitogeogràfic (definit per les àrees de dispersió de les espècies) i, d'una altra, reintroduint el terme de *cercle de vegetació* —creat per BRAUN-BLANQUET (1928)— per designar el conjunt de comunitats vegetals pròpies d'una regió de vegetació.

Dintre de l'esquema d'unitats territorials, les regions de vegetació se subdivideixen en *províncies de vegetació*, les quals són caracteritzades per la possessió d'un grup d'estirps pròpies —que constitueixen el que se'n diu un *subelement*— i també per un tipus de paisatge particular.

A l'Europa sud-occidental són ben representades sobretot tres regions de vegetació, la *boreo-alpina*, l'*eurosiberiana* i la *mediterrània*, que són també les que podem considerar concretament en els Països Catalans. I, segons el que hem dit abans, podem parlar, paral·lelament, de tres elements fitogeogràfics: boreo-alpí, eurosiberià i mediterrani. Dintre de la regió eurosiberiana hom distingeix diverses províncies, de les quals ens interessa de prendre en consideració aquí l'anomenada *província atlàntica*. Aquesta província s'estén per les terres europees occidentals veïnes de la mar atlàntica, des de la baixa conca del Douro i les terres septentrionals de la Península Ibèrica fins a les costes sud-occidentals d'Escandinàvia, comprnent tota la conca hidrogràfica atlàntica de França i incloent, naturalment, les illes atlàntiques properes, especialment les Illes Britàniques. En aquest territori el clima —anomenat així mateix atlàntic— presenta uns trets particulars, i el paisatge posseeix, anàlogament, certs components que tothom li reconeix com a propis. DUPONT (1962) i, més tard, ROISIN (1969) han fet sengles estudis exhaustius de la fitogeografia d'aquesta província i n'han assajat la fixació dels límits i la subdivisió en sectors.

La major extensió dels territoris dels Països Catalans fa part de la regió mediterrània. La regió boreo-alpina es limita a les parts altes dels Pirineus i d'algunes altres serralades septentrionals. I la regió eurosiberiana, força més ben representada que aquesta darrera, ocupa allò que s'ha anomenat en línies generals estatge montà; cap al sud els paisatges eurosiberians s'avancen en forma de clapes aïllades fins al territori catalanídic meridional. (Per a la divisió geogràfico-territorial dels Països

Catalans seguim la nomenclatura proposada per O. DE BOLÒS, 1975.)

La delimitació dels territoris fitogeogràfics ha estat objecte, com és lògic, de propostes, rectificacions i controvèrsies diverses. Sense voler entrar en aquesta qüestió —marginal a l'objecte d'aquest treball— assenyalem, de passada, que recentment RIVAS MARTÍNEZ (1973) proposà una divisió corològica de la Península Ibèrica, les Illes Balears i les Illes Canàries que ha pres força ascendència. No volem escatimar cap mèrit a una síntesi d'aquesta mena, però sí que hi voldríem fer algunes observacions. La primera, que no s'hi admet, a l'inrevés del que opinen força autors, que un mateix territori pugui estar representat per àrees separades, sobretot en un país tan muntanyós com és la Península Ibèrica. I després que, pel que fa als límits entre les regions eurosiberiana i mediterrània, s'introdueixen innovacions que ens semblen poc encertades. En el cas concret dels Pirineus, per exemple, es considera que tot el vessant meridional, ibèric, de la serralada entra dins de la regió mediterrània, constituent, això sí, un territori especial que rep el nom de *provincia pirinenca*; mentre que el vessant septentrional —«francès»— dels Pirineus fa part (d'acord amb la interpretació que en donen també tots els fitogeògrafs moderns) de la província atlàntica de la regió eurosiberiana. L'autor justifica aquesta posició dient que «la província pirinenca posseeix un fons florístic oro-mediterrani autòcton inqüestionable, el qual és suficient, malgrat la gran participació de la flora i vegetació atlàntiques de muntanya, alpídiques i fins i tot àrtiques, per incloure-la dins de la regió mediterrània». En contra d'aquest argument es pot dir que, tal com s'accepta de manera general, l'únic criteri vàlid per a delimitar territoris fitogeogràfics és l'anàlisi corològica global de la flora i l'estudi del significat fitogeogràfic de la vegetació presa en el seu conjunt. Els criteris basats en l'àrea de dispersió d'una sola espècie (considerada com a particularment representativa) o, com assenyalava O. DE BOLÒS (1963), «en la presència de grups numèricament secundaris de plantes notables», violenten la realitat i han estat unànimement rebutjats ja fa temps. Incloure el vessant ibèric dels Pirineus dintre de la regió mediterrània només perquè comprèn un grup de plantes oro-mediterrànies —tan significatiu com es vulgui, però clarament

secundari en el conjunt de la flora— ens sembla que és aplicar un criteri de sobrevaloració parcial dels fets. Tots els altres autors recents, d'altra banda, han considerat que els Pirineus (llevat, en tot cas, de les crestes superiors, de caràcter boreoalpí) han d'incloure's íntegrament dins de la regió eurosiberiana. En allò que hi ha hagut desacord, això sí, ha estat en la delimitació de les províncies de vegetació que caldria distingir-hi. Així, GAUSSEN (1926) sostingué en principi que el vessant ibèric dels Pirineus havia de fer part encara de la província (domini) atlàntica, la més propera a aquest territori pirinenc dins de la regió eurosiberiana. DUPONT (1962) proposà, en canvi, de crear una *provincia* (domini) *ibero-muntanyenca* de la regió eurosiberiana (holàrtica, com diu ell). La idea d'O. de Bolòs, apuntada diversos cops, d'establir una *provincia submediterrània* dins de la regió eurosiberiana coincideix en part amb la proposta de Dupont pel que fa al vessant meridional dels Pirineus i convindria, a més, a la major part del territori eurosiberià dels Països Catalans.

Anant al tema central de la present nota, vegem com estaria representada al territori considerat la província atlàntica. Segons l'esquema de RIVAS MARTÍNEZ (1963), els territoris catalans que entrarien dins d'aquesta província foren la Vall d'Aran (com a part integrant del vessant pirinenc septentrional) i una petita zona dels Pirineus orientals i del territori olossitànic adjacent (on hi hauria una penetració sud-oriental extrema d'aquella província). Aquesta interpretació concorda bàsicament amb les idees d'O. DE BOLÒS (1963) qui, sense haver proposat cap divisió fitogeogràfica concreta, parla a diverses publicacions del «paisatge atlàntic de la Vall d'Aran i de les condicions atlàntiques atenuades que es donen a la zona compresa entre» el que l'autor anomena «vessant oriental dels Pirineus i el Montseny».

Sense entrar en consideracions crítiques ni pretendre establir esquemes definitius, creiem que dins l'àrea dels Països Catalans només pertany plenament a la província atlàntica la Vall d'Aran, i que dins de l'àrea dels Pirineus orientals, del territori olossitànic i del territori catalanídic septentrional hi ha algunes clapes, bastant disperses, de caràcter *subatlàntic* (incloïbles dins de la regió eurosiberiana, però fora ja de la província atlàntica).

Passant a considerar la distribució de les plantes atlàntiques (*subelement atlàntic*) als Països Catalans, que és l'objecte propi d'aquesta nota, cal recordar, d'antuvi, que les àrees dels vegetals ni coincideixen mai totalment entre elles ni resten incloses estrictament dins el territori (o una part del territori) que caracteritzen. Així, l'element mediterrani pot penetrar dins de la regió eurosiberiana a favor de les condicions excepcionals que li ofereixen certs indrets particulars; les plantes eurosiberianes fan penetracions o tenen localitats disperses dins de la regió mediterrània, etc. Això és el que passa als Països Catalans amb les plantes del subelement atlàntic. Típicament ben representades només al vessant septentrional pirinenc (Vall d'Aran), fan irradiacions més o menys notables vers els altres diversos territoris peninsulars o hi presenten localitats aïllades, lluny de llur àrea contínua. (A les Illes Balears no hi ha cap planta que pugui considerar-se pròpiament atlàntica, encara que sí alguna de les anomenades *atlàntico-mediterrànies*; vegeu més endavant, nota 1.) Aquest fet està relacionat, evidentment, amb les qüestions dels punts d'entrada i de les vies migratòries d'aquest subelement als Països Catalans, qüestions que ja han estat tractades més d'un cop per diversos autors (entre ells Braun-Blanquet, Font Quer, O. de Bolòs i el qui això escriu) i que deixarem de moment per a una discussió final.

De manera general hom pot distingir dintre de les espècies que constitueixen qualsevol element (o subelement) fitogeogràfic —o que s'hi relacionen— quatre situacions diferents:

a) Plantes que resten localitzades dintre el territori corresponent (tant si l'abracen enterament com si n'ocupen només una part) o que n'ultrapassen molt poc els límits. Per a la seva denominació diferencial s'utilitza universalment el prefix eu. Així, en el cas del subelement atlàntic hom pot parlar d'espècies *euatlàntiques*.

b) Plantes que estan esteses per la totalitat o per una part del territori corresponent, però que ultrapassen força àmpliament els seus límits, fent-se progressivament més rares a mesura que se n'allunyen. Per a designar-les s'ha emprat sovint el prefix sub- el qual certs autors, com O. de Bolòs, prefereixen de substituir pel prefix late-, etimològicament més suggeridor. Dintre del subelement atlàntic hom

parlarà, doncs, de les plantes *lateatlàntiques*.

c) Plantes que abunden sobretot a les zones marginals del territori en qüestió i que penetren als territoris veïns, com si constituïssin un grup de transició entre espais fitogeogràfics contigus. Per a la denominació d'aquesta mena d'estirps podria adoptar-se el prefix sub-. Així, parlariem de plantes *subatlàntiques* per referir-nos genèricament a les que, tot i tenint una àrea europea més aviat occidental, no troben el seu òptim a la província atlàntica pròpiament dita, sinó a les zones adjacents.

A continuació farem un repàs de les plantes atlàntiques que es fan als Països Catalans i les distribuïrem en grups segons llurs tipus d'àrea local. En la interpretació del subelement atlàntic, qüestió que ha recollit les opinions més diverses per part dels diferents autors, seguirem bàsicament els criteris exposats per ROISIN (1969) en la seva important obra sobre la flora atlàntica europea, matisats o corregits, de vegades, segons les idees d'autors més propers. Prendrem en consideració primordialment les veres plantes atlàntiques, és a dir, les que hem anomenat *eu- i lateatlàntiques* (subatlàntiques de DUPONT, 1962, i altres autors), la distribució de les quals als Països Catalans té la màxima significació. Però a voltes ens referirem també, tot especificant-ne el cas, a certes plantes *subatlàntiques* (tal com les hem definides anteriorment) i a algunes de les que hom anomena *atlàntico-mediterrànies*, enteses aquestes darreres com aquelles que tenen una bona representació a la província atlàntica, bé que s'estenen secundàriament per la regió mediterrània propera. Dintre de les atlàntiques veritables, no hi incloem la majoria de les que Dupont anomena *atlàntico-muntanyenques* i que Roisin considera —amb tota raó, creiem— com a simplement pirinenques. Aquest és el cas, per exemple, de *Lilium pyrenaicum* Gouan, *Iris xiphoides* Ehrh. i *Angelica razulii* Gouan.

En l'esquema que proposarem a continuació deixarem de banda el territori aranès, car el que ens interessa especialment és la penetració i l'abundància relativa del subelement atlàntic als altres territoris no gens, o almenys no plenament, atlàntics. De moment, però, farem algunes consideracions relatives a aquesta vall atlàntica.

Malgrat les evidents diferències fito-geo-

gràfiques entre les terres araneses i la resta dels Països Catalans, només hem sabut trobar sis espècies atlàntiques que siguin EXCLUSIVES DE L'ARAN CATALÀ, és a dir, que no tinguin absolutament cap altra localitat catalana o valenciana coneguda. Aquestes estirps són:

*Aira praecox* L.  
*Daphne laureola* L. subsp. *philippi* (Gren.) Rouy.  
*Polygala serpyllifolia* J.A.C. Hose  
*Scutellaria minor* Hudson  
*Ulex europaeus* L.  
*Wahlenbergia hederacea* (L.) Reichenb.

I encara s'ha de dir que algunes d'elles semblen ben rares a la Vall d'Aran. A aquestes plantes hom podria afegir, a més:

*Scilla verna* Hudson, que és freqüent a la Vall i que arriba, pel vessant nord dels Pirineus, fins a l'extrem oriental de l'Arieja. Es troba al coll d'Ares, al límit entre els departaments administratius francesos de l'Arieja i els Pirineus Orientals, i BAUDIÈRE & CAUWET (1968) creuen que deu penetrar a la Catalunya Nord.

Cal remarcar, d'altra banda, que si la baixa Vall d'Aran entra realment de ple dins la província fitogeogràfica en qüestió, les zones mitjana i alta de la Vall tenen, per la seva peculiar posició topogràfica, un caràcter atlàntic força menys accentuat. La més gran quantitat d'espècies atlàntiques es troba, efectivament, al Baix Aran. Fins i tot, hi ha algunes espècies que, EXISTENTS EN ALGUNS ALTRES INDRETS DELS PAÏSOS CATALANS, no s'han observat a l'Aran català, sinó només a la ZONA MÉS INFERIOR, ADMINISTRATIVAMENT FRANCESA, d'aquella vall. Són:

*Avena sulcata* J. Gay  
*Carduncellus mitissimus* (L.) DC.  
*Carum verticillatum* (L.) Koch  
*Corydalis claviculata* (L.) DC.  
*Hypericum pulchrum* L.  
*Viola bubanii* Timb.-Lagr.

A la ZONA FRANCESA DE LA BAIXA VALL D'ARAN hi ha, d'altra banda, diverses plantes atlàntiques que no entren al territori aranès de Catalunya NI ES TROBEN en absolut ALS PAÏSOS CATALANS. Són:

*Allium ericetorum* Thore  
*Erica vagans* L.

*Carex binervis* Sm.  
*Hypericum linearifolium* Vahl.

Existeixen, per contra (i no és pas gaire contradictori amb les interpretacions fitogeogràfiques fetes suara), algunes espècies atlàntiques o de tendència atlàntica que es fan als Països Catalans però no tenen CAP LOCALITAT ARANESA CONEGUDA (ni dins el territori administrativament català ni dins el francès). Heus-les aquí:

*Aira caryophyllea* L. subsp. *multiculmis* (Dum.) Hegi  
*Anthericum planifolium* (L.) Vand.  
*Carex mairii* Coss. et Germ.  
*Doronicum plantagineum* L.  
*Erica cinerea* L.  
*Erica erigena* R. Ross  
*Galeopsis segetum* Necker  
*Genista anglica* L.  
*Hypericum elodes* L.  
*Lathyrus montanus* Bernh. var. *tenuifolius* Roth  
*Quercus pyrenaica* Willd.  
*Sedum rupestre* L. subsp. *elegans* (Lej.) Hegi et E. Schmid

(Cal entendre que, tret de les plantes d'aquesta llista, totes les altres que citarem als apartats següents es fan també a la Vall d'Aran, on sovint tenen la seva màxima abundància.)

Deixant de banda, com hem dit, la Vall d'Aran, creiem que podem distingir dintre del subelement atlàntic dels Països Catalans els següents grups de plantes:<sup>1</sup>

A) PIRINENQUES. Estes es per tots els nostres Pirineus o per una part de la ser-

1. Hem rebutjat d'incloure-hi algunes poques plantes considerades de vegades com a atlàntiques, o almenys com a atlàntico-mediterrànies, però d'àrea molt àmplia a fora o a dins del nostre territori. Tal és el cas d'*Anagallis tenella* (L.) L., espècie que és molt estesa per la província atlàntica però que penetra profundament a la regió mediterrània; als Països Catalans es fa, de manera més o menys esparsa, des dels Pirineus fins al migjorn del País Valencià i encara a l'illa de Mallorca. En cas semblant es troben: *Trifolium ornithopodioides* L., rar a les comarques de l'extrem nord-oriental de Catalunya (del Rosselló a la Selva) i a l'illa de Menorca; *Cicendia pusilla* (Lam.) Griseb., raríssima al Rosselló i a l'Alt Empordà; *Cicendia filiformis* (L.) Delarbre, que es fa a Menorca; *Carduus tenuiflorus* Curtis, força estès per la terra baixa; *Ilex aquifolium* L., que es fa als Pirineus, als territoris catalànics i a Mallorca.

ralada, i de vegades representades també al territori olossitànic.

A.1) CENTRO-ORIENTALS. Existents tant al sector central com al sector oriental dels nostres Pirineus. Algunes són plantes pirinenques freqüents, estes des de la Ribagorça al Canigó o, àdhuc, a l'Albera; d'altres presenten localitats disperses o es tenen per plantes rares.

A.1.1) PRESENTS AL VESSANT MERIDIONAL DELS PIRINEUS ORIENTALS (és a dir, al sud de la línia Cadí-Canigó).

□ *Centaurea nigra* L. — Rareja progressivament de ponent a llevant, i manca a algunes comarques orientals, com és ara a la Vall de Ribes i a la Garrotxa. D'Andorra hi ha una sola localitat. Es troba, però, encara al Vallespir i a l'Alt Empordà.

□ *Jasione laevis* Lam. — Freqüent des del Pallars al Ripollès i al Vallespir; i arriba fins a l'Albera.

□ *Lepidium heterophyllum* Benth — Les cites que n'hem trobat (Pallars Sobirà, Cerdanya, Capcir, Ripollès i Corberes) semblen indicar que té una àrea pirinenca força fragmentada.

□ *Narcissus pseudonarcissus* L. — Caldria valorar, però, el capteniment de les diverses races d'aquesta polimorfa espècie.

□ *Pedicularis sylvatica* L. — S'avança vers el sud fins al Puigsacalm. Sembla rara als Pirineus centrals catalans.

□ *Pinguicula grandiflora* Lam. — Freqüent a tots els Pirineus. Té una raça especial (var. *dertosensis* Cañig.) als Ports de Tortosa.

□ *Scilla lilio-hyacinthus* L. — Per les Corberes i la Serra de Madres penetra a la Catalunya Nord, i es troba també al Pallars nord-occidental i a l'Alta Ribagorça. No és pas extraordinàriament rara al sud de la línia Puigmal-Canigó, fins al Cabrerès (fig. 1).

□ *Sedum anglicum* Hudson — Representada als Pirineus per la subespècie *pyrenaicum* Lange. Apareix ací i allà des del Pallars i la Ribagorça fins al Ripollès i al Vallespir.

□ *Valeriana pyrenaica* L. — Típic representant del grup pirenaico-atlàntic. Freqüent a la Vall d'Aran, també apareix —més aviat esporàdicament— a gairebé totes les altres valls pirinenques fins al Vallespir i al Ripollès.

□ *Vicia orobus* DC. in Lam. et DC. — Les seves localitats conegudes són molt aïllades: Montgarri (Vall d'Esterrí), Boavi (Vall de Cardós), el Serrat i Gorges d'Arinsal (Andorra), Bosc de Carcanet i Vall de Galba (Capcir), la Bullosa i vall de Prats de Balaguer (Conflent), Gorges del Freser i de Núria (Vall de Ribes) (fig. 2).

A aquestes espècies podriem afegir potser:

□ *Crocus nudiflorus* Sm. — Que Dupont considera falsament atlàntica. Se'n coneixen localitats més aviat disperses. La seva aparent absència de les valls dels Pirineus centrals deu ésser deguda a manca d'exploracions en època adequada.

□ *Pulmonaria affinis* Jordan — No admesa per Roisin entre les atlàntiques. Escampada més o menys per tots els Pirineus fins al Ripollès i al Conflent. Penetra àmpliament al territori olossitànic.

A.1.2) INEXISTENTS, o gairebé, AL VESSANT MERIDIONAL DELS PIRINEUS ORIENTALS.

□ *Euphorbia hyberna* L. — Al vessant ibèric dels Pirineus manca entre el Pallars occidental i la Cerdanya (fig. 3).

□ *Lathraea clandestina* (Tourn.) L. — Es coneix de l'Alt Urgell, de la Cerdanya, del Conflent, de la Fenolleda; i Vayreda la cita, excepcionalment, a la Garrotxa. L'escassetat d'indicacions centro-pirinenques no creiem que correspongui a una situació real, sinó a manca d'exploracions.

□ *Narthecium ossifragum* Hudson — Manca, fins i tot, al vessant septentrional del sistema Cadí-Canigó (fig. 4).

□ *Saxifraga hirsuta* L. — Té només algunes localitats molt disperses al Pallars Sobirà, a Andorra i a la Cerdanya.

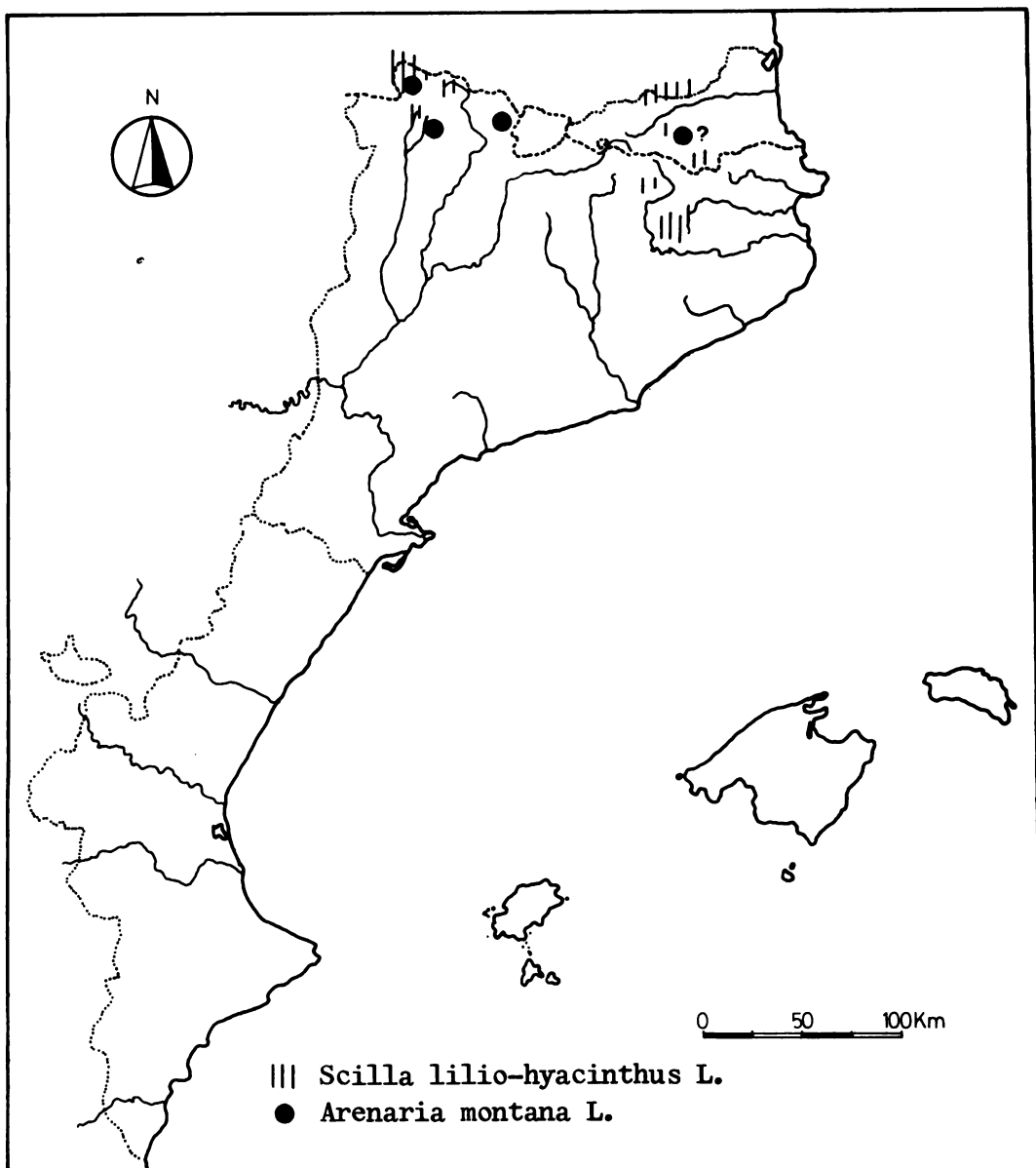


FIG. 1. Distribució als Països Catalans de *Scilla lilio-hyacinthus* i d'*Arenaria montana*.  
 Aires de distribució dans les Pays Catalans de *Scilla lilio-hyacinthus* et d'*Arenaria montana*.

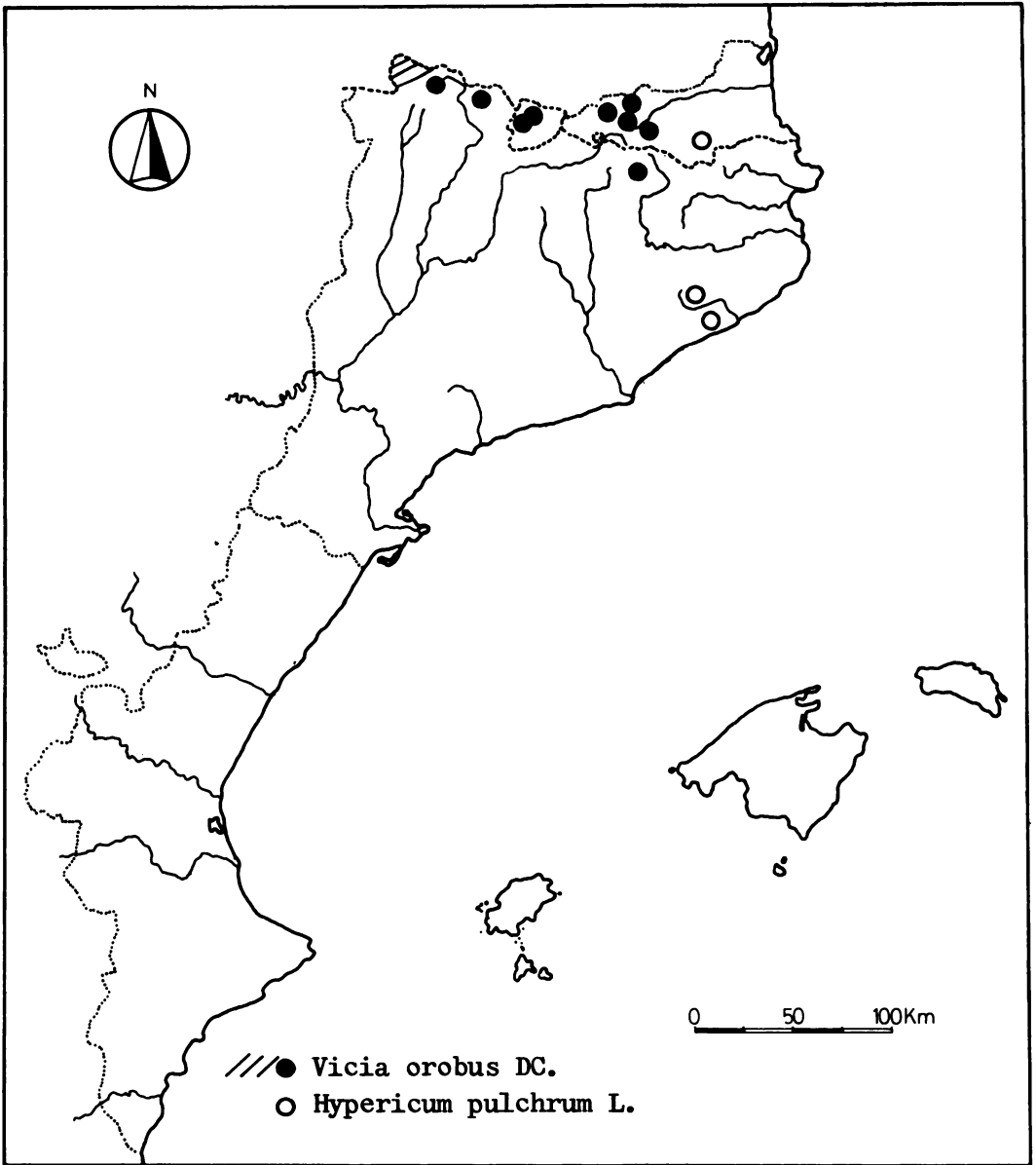


FIG. 2. Distribució als Països Catalans de *Vicia orobus* i d'*Hypericum pulchrum*.  
 Aires de distribució dans les Pays Catalans de *Vicia orobus* et d'*Hypericum pulchrum*.

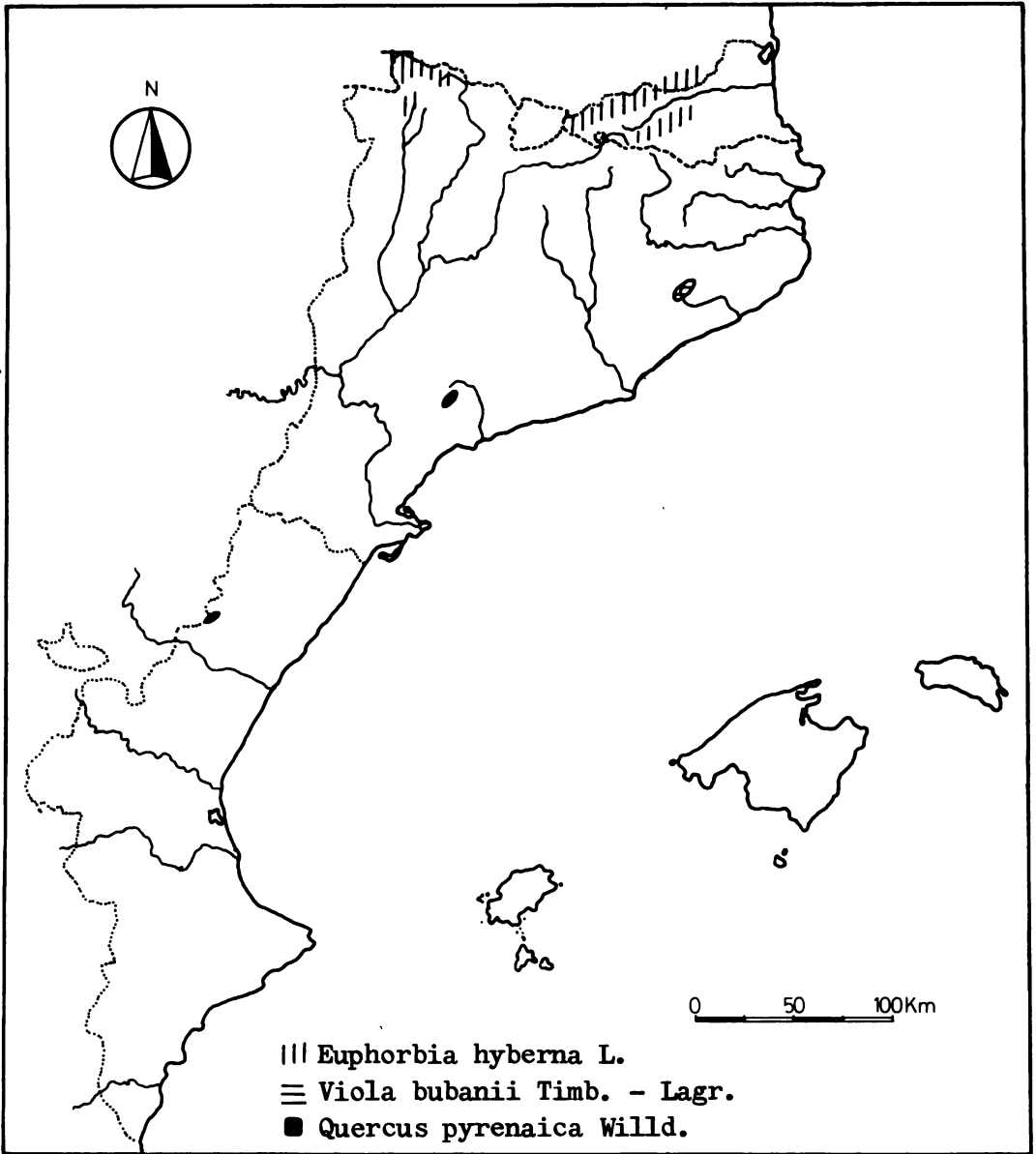


FIG. 3. Distribució als Països Catalans d'*Euphorbia hyberna*, *Viola bubanii* i *Quercus pyrenaica*.  
 Aires de répartition dans les Pays Catalans d'*Euphorbia hyberna*, *Viola bubanii* et *Quercus pyrenaica*.



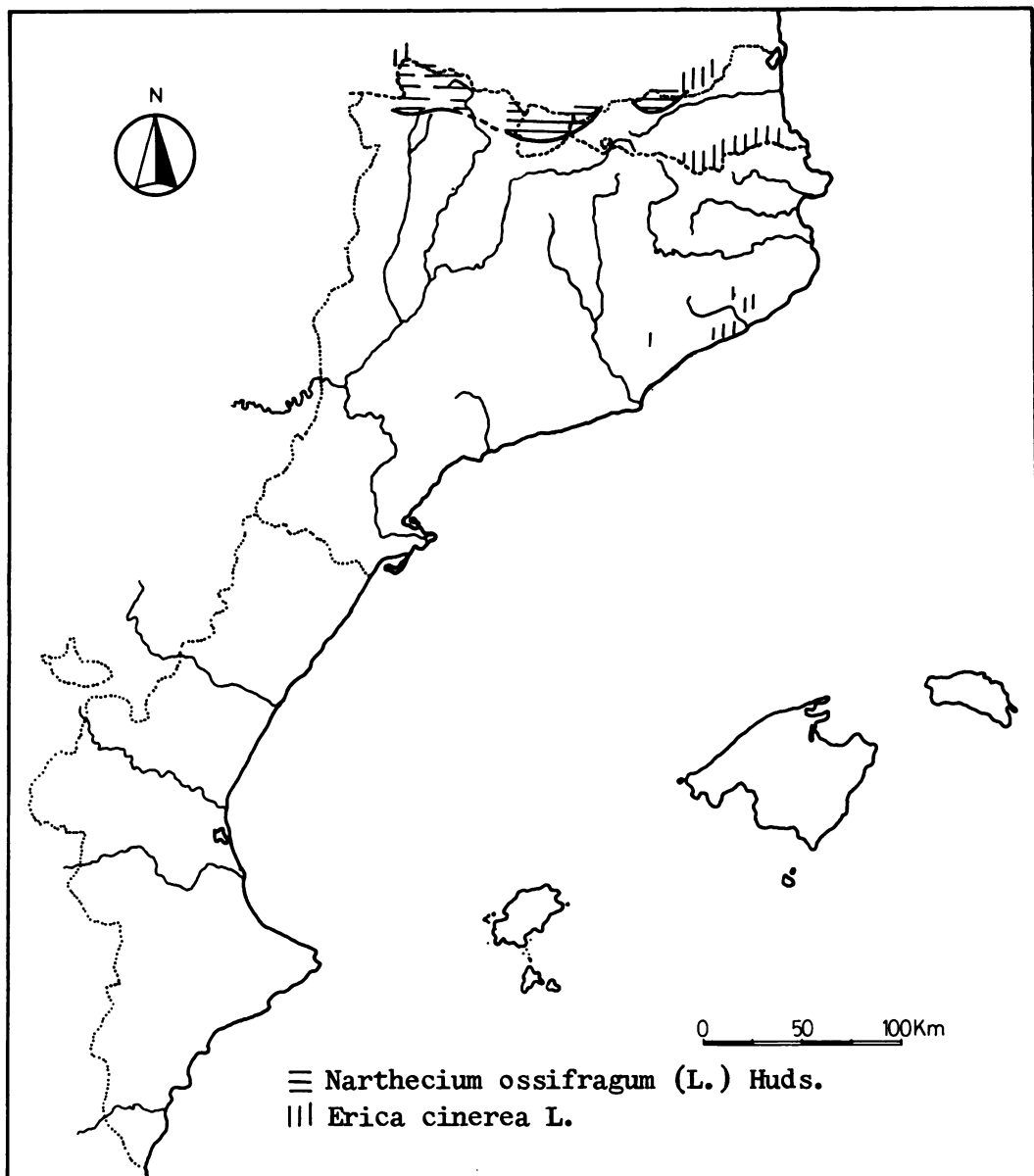


FIG. 4. Distribució als Països Catalans de *Narthecium ossifragum* i d'*Erica cinerea*.  
 Aires de répartition dans les Pays Catalans de *Narthecium ossifragum* et d'*Erica cinerea*.

A.2) D'ÀREA principalment PIRENAICO-CENTRAL. Localitzades al sector central dels nostres Pirineus i, més sovint encara, a les comarques més penentines.

□ *Arenaria montana* L. — Molt rara als nostres Pirineus (dubtosa al Canigó). Representada al País Valencià per la subspècie *intricata* (Dufour) Pau (fig. 1).

□ *Digitalis purpurea* L. — Té alguna rara localitat als Pirineus orientals: vall de Fontviva (Cerdanya); sobre Toses (Vall de Ribes; desapareguda?); cap a Sant Joan de les Abadesses (Costa) ? (fig. 5).

□ *Erica tetralix* L. — A l'Alta Ribagorça només.

□ *Meconopsis cambrica* (L.) Vig. — A la Ribagorça i al Pallars Sobirà, i té alguna localitat als Pirineus orientals (Conflent).

□ *Saxifraga umbrosa* L. — Que troba la seva localitat oriental extrema coneguda a Andorra.

A.3) D'ÀREA sobretot PIRENAICO-ORIENTAL I OLOSSITÀNICA.

A.3.1) ESTESES PER TOTS DOS VESSANTS DELS PIRINEUS ORIENTALS.

□ *Lysimachia nemorum* L. — Es fa a la zona septentrional del Conflent i, per la vall de l'Arieja, penetra també al Capcir. Es troba així mateix, molt rarament, al Ripollès oriental i a la Garrotxa.

□ *Ranunculus hederaceus* L. — De la Cerdanya fins al Vallespir i a l'Empordà. Dupont dubta del seu caràcter de planta atlàntica.

A.3.2) ÚNICAMENT O FONAMENTALMENT AL VESSANT SEPTENTRIONAL DELS PIRINEUS ORIENTALS.

□ *Carduncellus mitissimus* (L.) DC. — Molt rara, a la Fenolleda.

□ *Corydalis claviculata* (L.) DC. — De l'Alta Cerdanya i el Capcir a la Fenolleda.

□ *Galium saxatile* L. — Indicada només a Pla Guillem (Gren. et Godr.) i a la vall d'Eina cerdana (Pourret). Són citacions a comprovar.

□ *Genista anglica* L. — Frequent sobretot al Capcir, la Fenolleda, la Cerdanya i el Conflent, bé que té

també una localitat aïllada al Ripollès (Puigscalm) (fig. 6).

A les quals es pot afegir *Juncus squarrosus* L. (Andorra, Cerdanya, Capcir i Conflent) que, de totes maneres, només pot ésser qualificada de lateatlàntica en sentit molt ampliat.

B) PIRENAICO-CALATANÍDIQUES. Existents als Pirineus i al territori catalanídic i que, rares vegades, s'avancen també fins al territori auso-segàrric.

B.1) PIRINENQUES CENTRO-ORIENTALS I CATALANÍDIQUES. Estes més o menys per tots els nostres Pirineus i, si més no, per una part del territori catalanídic.

B.1.1) D'ÀREA Àmplia. Presents a tots els Pirineus i als tres sectors (septentrional, central i meridional) del territori catalanídic.

□ *Polygala calcarea* Schultz — Que només en sentit molt ampli pot considerar-se com a lateatlàntica. Vers el sud, i seguint el territori catalanídic, ateny els Ports de Be-seit, i apareix també al Bages, a l'Anoia i a les Garrigues. Manca o és raríssima a les contrades silícies (Vallferrera, Capcir, muntanyes del Maesme-Vallès).

□ *Prunella grandiflora* (L.) Scholler subsp. *pyrenaica* (Gren. et Godr.) A. et O. de Bolòs — No admesa per Roisin entre les atlàntiques veritables. Molt estesa pels Pirineus i per totes les muntanyes catalanes. Es troba també al territori auso-segàrric i existeix a Penyagolosa.

A aquestes dues espècies es podrien afegir algunes plantes de caràcter atlàntico-mediterrani, especialment *Carex mairii* Coss. et Germ. i *Salix cinerea* L. subsp. *atrocineria* (Brot.) Guinier. Molt més discutible és *Helleborus foetidus* L., qualificada sovint de lateatlàntica.

B.1.2) ESTESES principalment PELS PIRINEUS I PEL TERRITORI CATALANÍDIC SEPTENTRIONAL (en general, a tra-

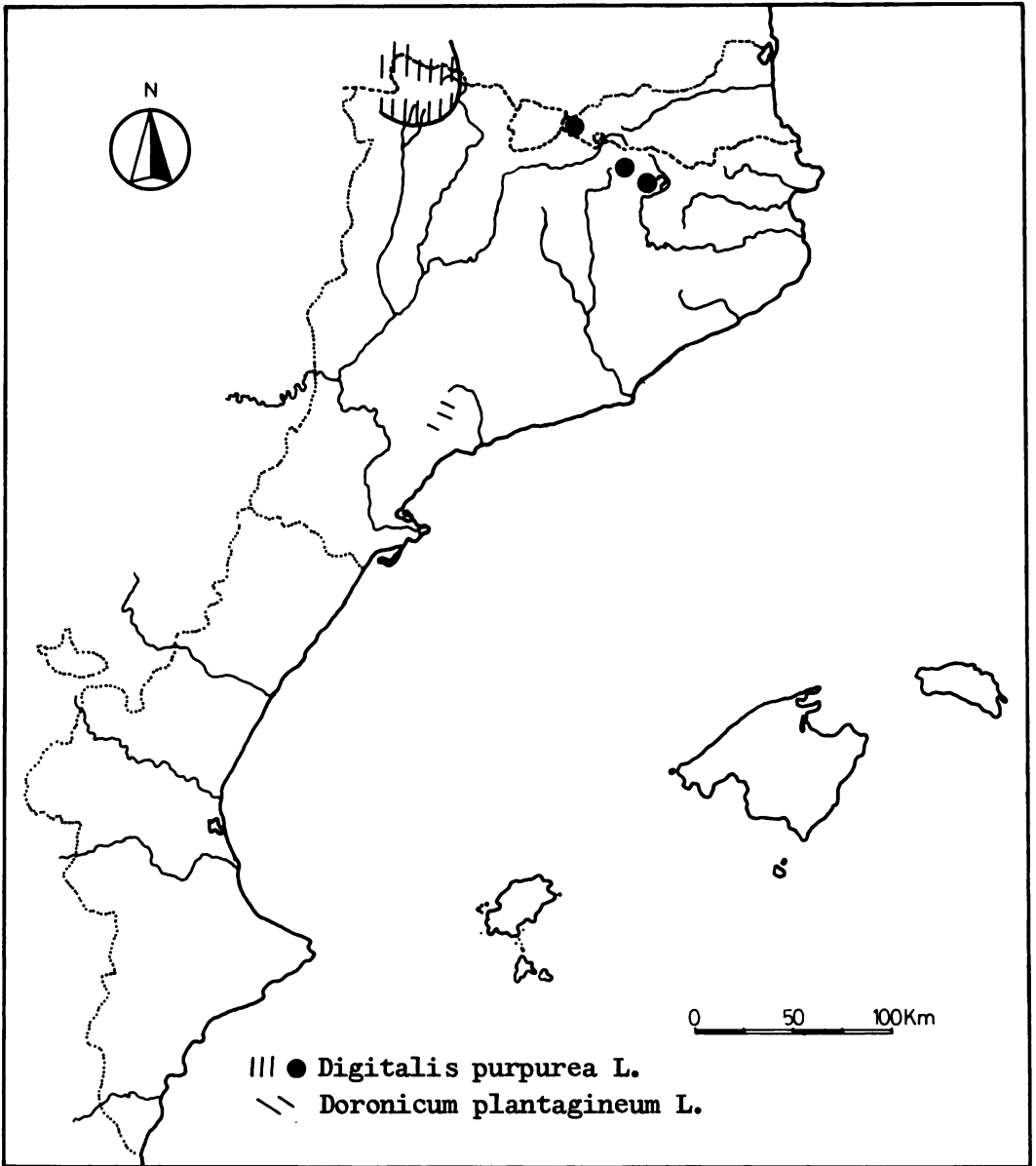


FIG. 5. Distribució als Països Catalans de *Digitalis purpurea* i de *Doronicum plantagineum*.  
 Aires de distribució dans les Pays Catalans de *Digitalis purpurea* et de *Doronicum plantagineum*.

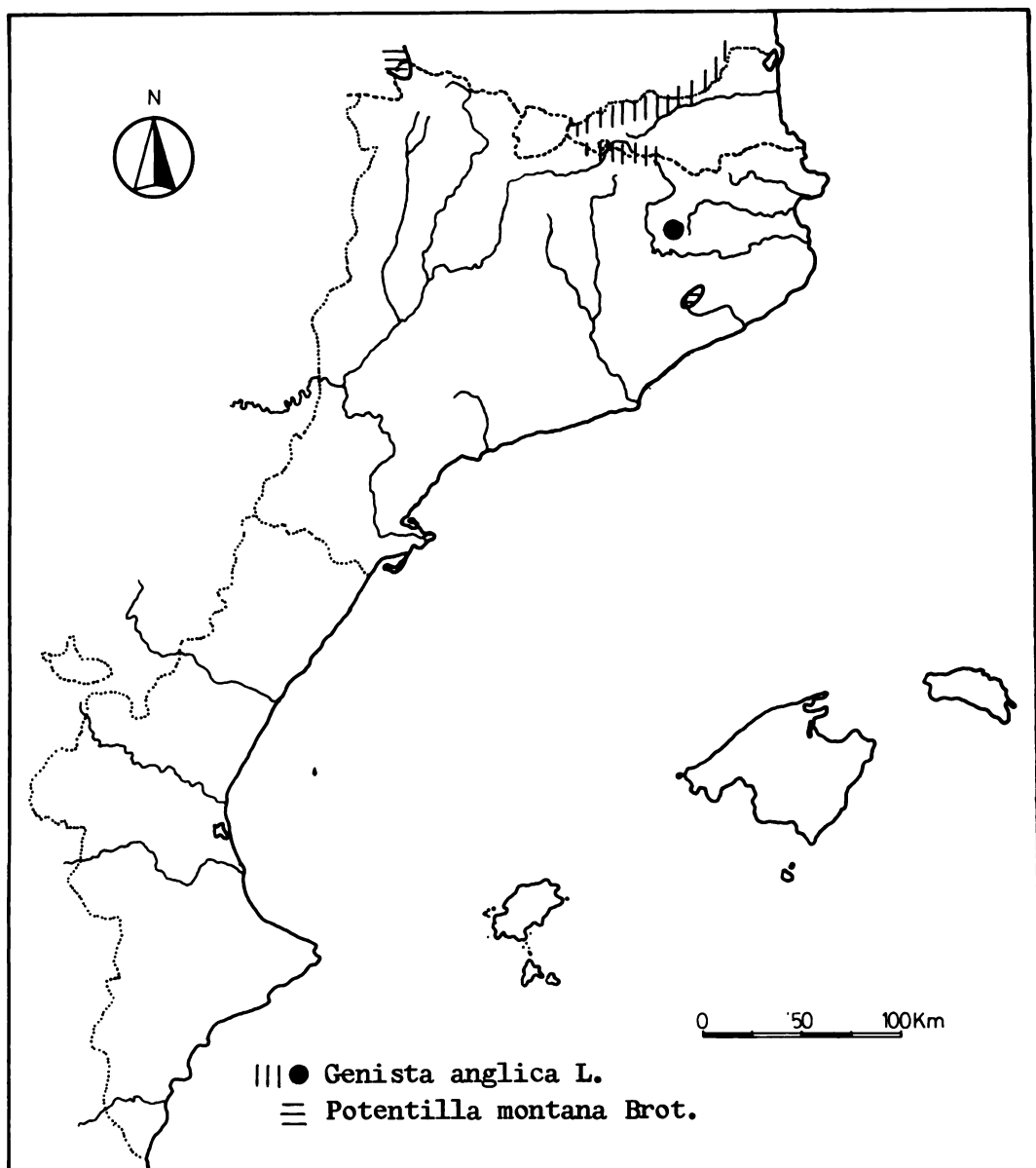


FIG. 6. Distribució als Països Catalans de *Genista anglica* i de *Potentilla montana*. Aires de repartició dans les Pays Catalans de *Genista anglica* et de *Potentilla montana*.

vés d'una àrea olossitànica contínua).

□ *Chrysosplenium oppositifolium* L. — Arriba fins al Montseny. És, però, molt rara als Pirineus centrals (fig. 7).

□ *Conopodium majus* (Gouan) Loret — Baixa fins a la Selva i al Montnegre (fig. 8).

□ *Genista pilosa* L. — Davalla fins al Montnegre i al Vallès oriental, evitant, però, les zones calcínals. Sembla rara a l'oest de la Vallferrera.

□ *Helleborus viridis* L. subsp. *occidentalis* (Reuter) Schiffner — El seu límit meridional es troba al Maresme, i es fa també al Moianès. És rara als Pirineus centrals i, curiosament, manca al Conflent i al Vallespir (fig. 9).

□ *Orobanche rapum-genistae* Thuill. — Segons Dupont, només en sentit molt ampli lateatlàntica. Vers el sud ateny el massís de Collcerola.

□ *Rhynchosinapis cheiranthos* (Vill.) Dandy — Es fa als Pirineus i al Montseny, però deu manca en una gran part del territori olossitànic intermedi, de caràcter predominantment calcari.

□ *Teucrium scorodonia* L. — És rar als Pirineus centrals. Per la banda oriental baixa fins al Moianès, al Maresme i al Vallès, i es troba encara en algunes localitats de l'Anoia (fig. 10).

B.2) PIRENAICO-ORIENTALS I CATALANÍDIQUES. Sovint ocupen també el territori olossitànic intermedi entre ambdós sistemes orogràfics.

B.2.1) D'ÀREA ÀMPLIA. Inclòs el territori catalanídic meridional. L'única estirp que podria entrar en aquest grup és

□ *Cirsium tuberosum* (L.) All. — Dupont dubta d'incloure-la entre les lateatlàntiques. Als Pirineus es fa més aviat a la zona pre-pirinenca, i vers el sud ateny els Ports de Tortosa. Existeix també al Bages.

Una àrea equivalent presenta *Primula vulgaris* Hudson, que podria qualificar-se d'*atlàntico-submediterrània*. Ocupa l'àrea compresa entre el Berguedà i el Giro-

nès, baixant fins a Osona i la Selva; i es retroba a l'Anoia i als Ports de Tortosa. Té, a més, una raça especial (subsp. *balearica* [Wk.] W.W. Sm. et Forrest) a Mallorca.

B.2.2) INEXISTENTS AL TERRITORI CATALANÍDIC MERIDIONAL.

□ *Cytisus scoparius* (L.) Link — Davalla al Vallès oriental i al Maresme i reapareix, raríssima, al massís de Prades. Als Pirineus orientals es troba més sovint, i amb molta més abundància, al vessant meridional que no pas al septentrional (fig. 11).

□ *Lonicera periclymenum* L. — Es fa a les Corberes i a la Fenolleda i reapareix a l'Albera. Però la seva àrea més important s'estén des de la Garrotxa fins a Collcerola. I encara es retroba a Prades i al Montsant.

B.2.3) ESTESES NOMÉS AL TERRITORI CATALANÍDIC SEPTENTRIONAL. Incloem en aquest grup aquelles espècies les àrees de les quals estan compreses dintre l'espai geogràfic emmarcat pels Pirineus orientals, el territori catalanídic septentrional i el territori auso-segàrric. Són:

□ *Erica cinerea* L. — De la Fenolleda i del Vallespir, on és força freqüent, salta a unes poques localitats de la Selva, el Maresme i la Serra de Bertí (Coll de Poses) (figura 4).

□ *Galeopsis segetum* Necker — Que té una àrea principal a la regió de les Guilleries-Montseny fins al Vallès, però que existeix, així mateix, al Capcir i a la zona propera de la Cerdanya.

□ *Hypericum pulchrum* L. — Localitats aïllades al Vallespir (vora Arles), al Montseny (Riells) i al Montnegre (fig. 2).

□ *Potentilla sterilis* (L.) Garcke — Al nord de la barra Puigmal-Canigó es troba només a les Corberes. Pel cantó de migjorn va des del Ripollès i la Garrotxa fins al Montseny, la Selva i els cims orientals del Montnegre (fig. 12).

□ *Pulmonaria longifolia* (Bast.) Boreau — Relativament estesa pels

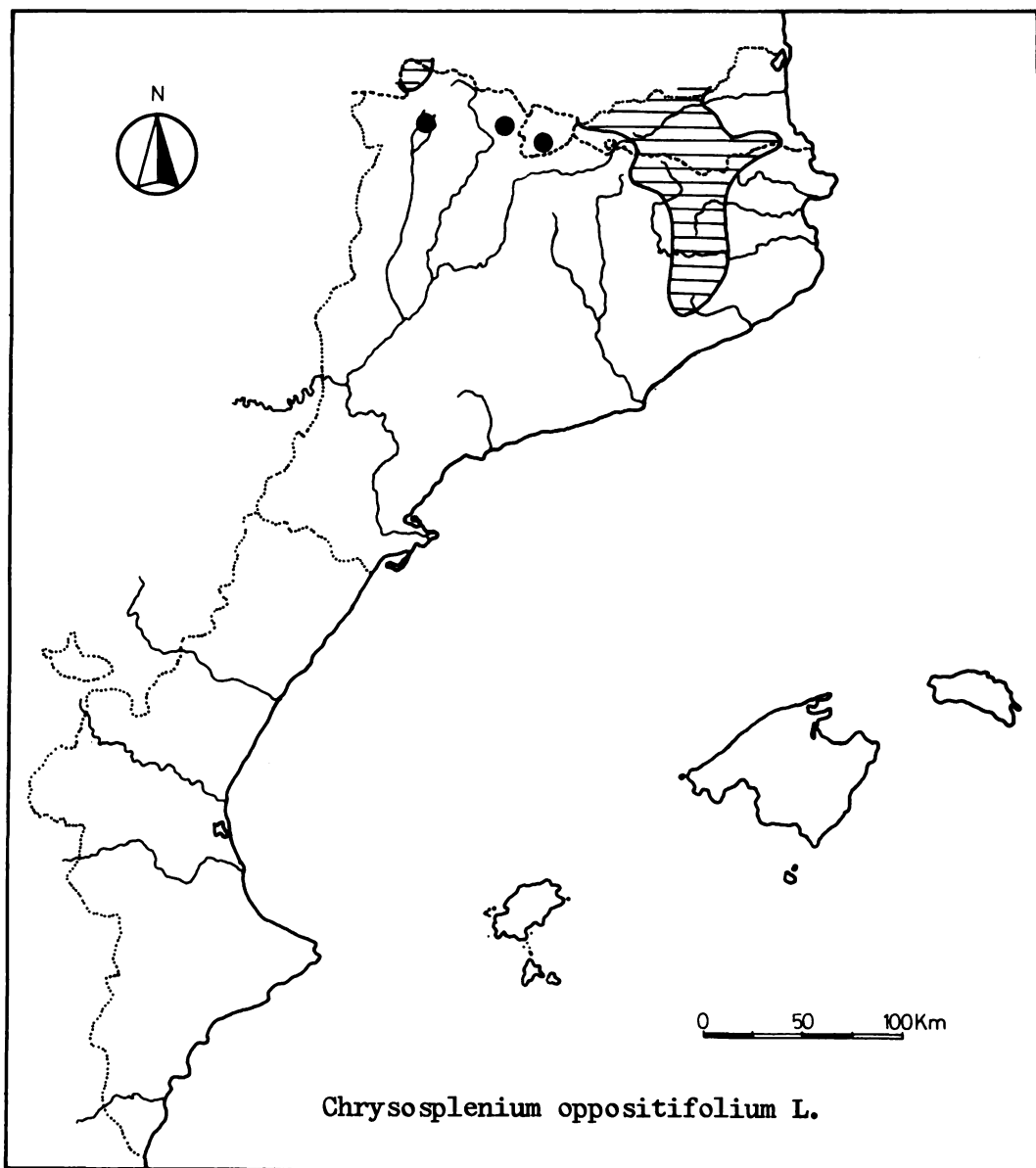


FIG. 7. Distribució als Països Catalans de *Chrysosplenium oppositifolium*.  
 Distribution dans les Pays Catalans de *Chrysosplenium oppositifolium*.

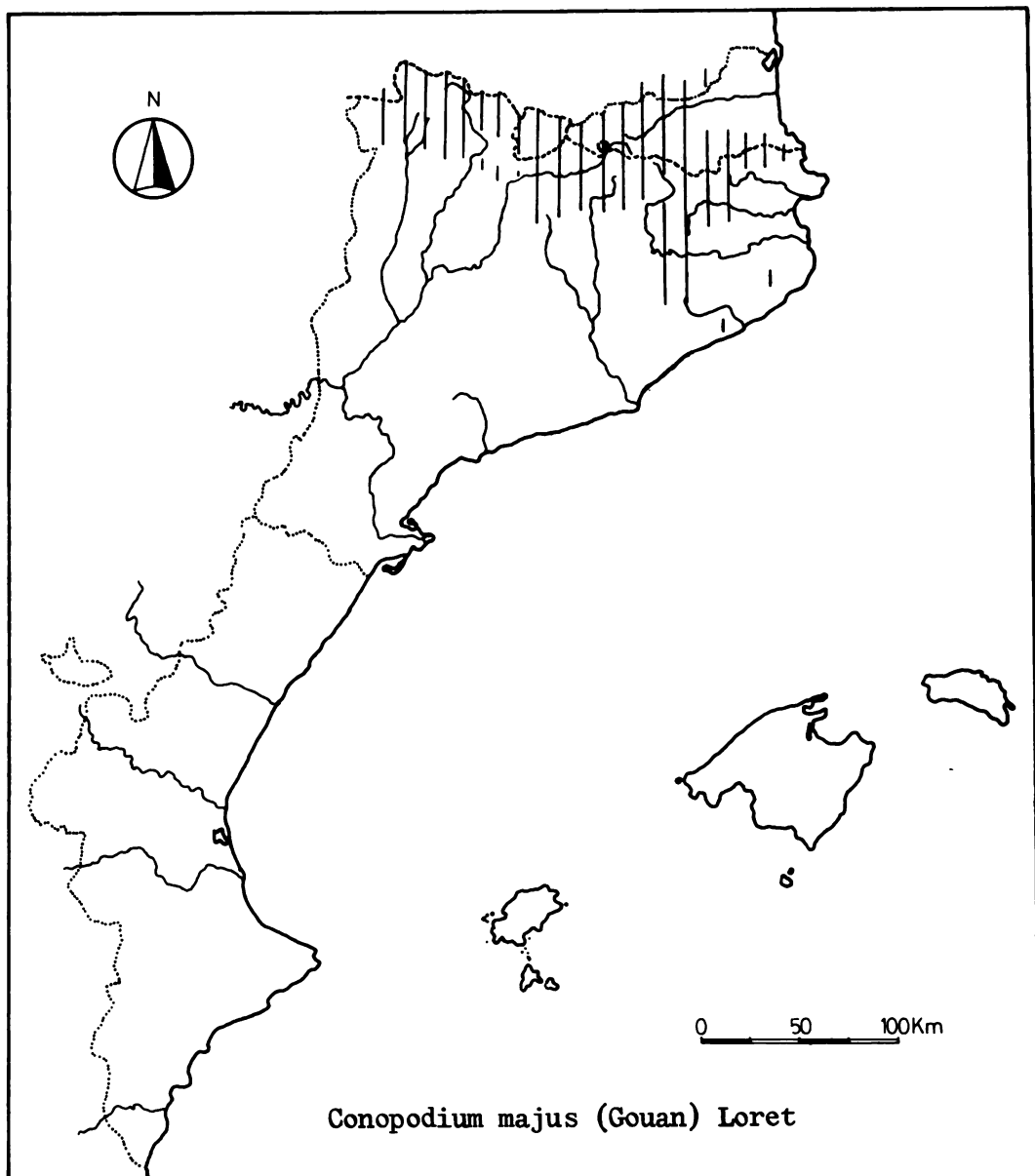


FIG. 8. Distribució als Països Catalans de *Conopodium majus*.  
Distribution dans les Pays Catalans de *Conopodium majus*.

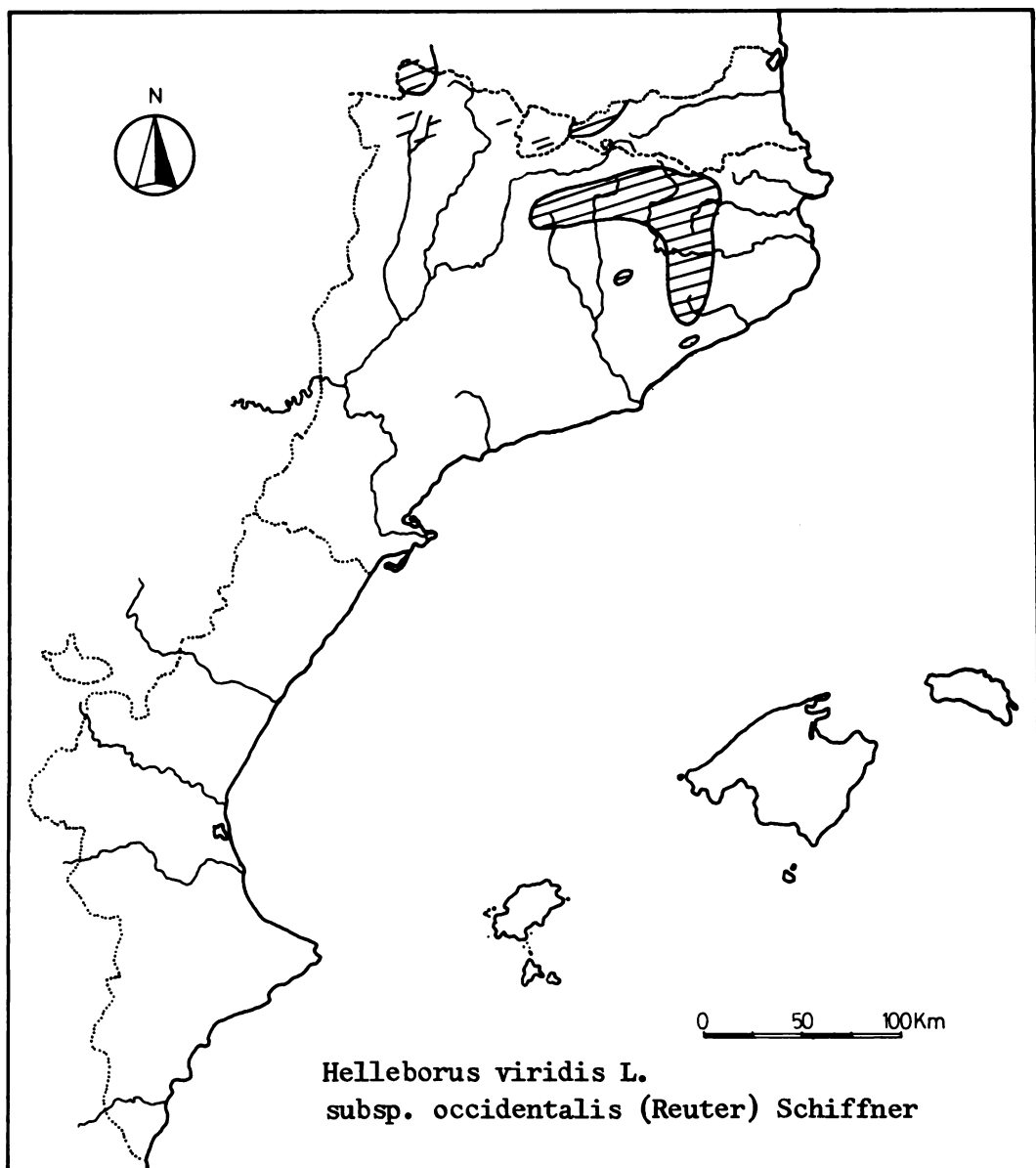


FIG. 9. Distribució als Països Catalans d'*Helleborus viridis* ssp. *occidentalis*.  
 Distribution dans les Pays Catalans d'*Helleborus viridis* subsp. *occidentalis*.



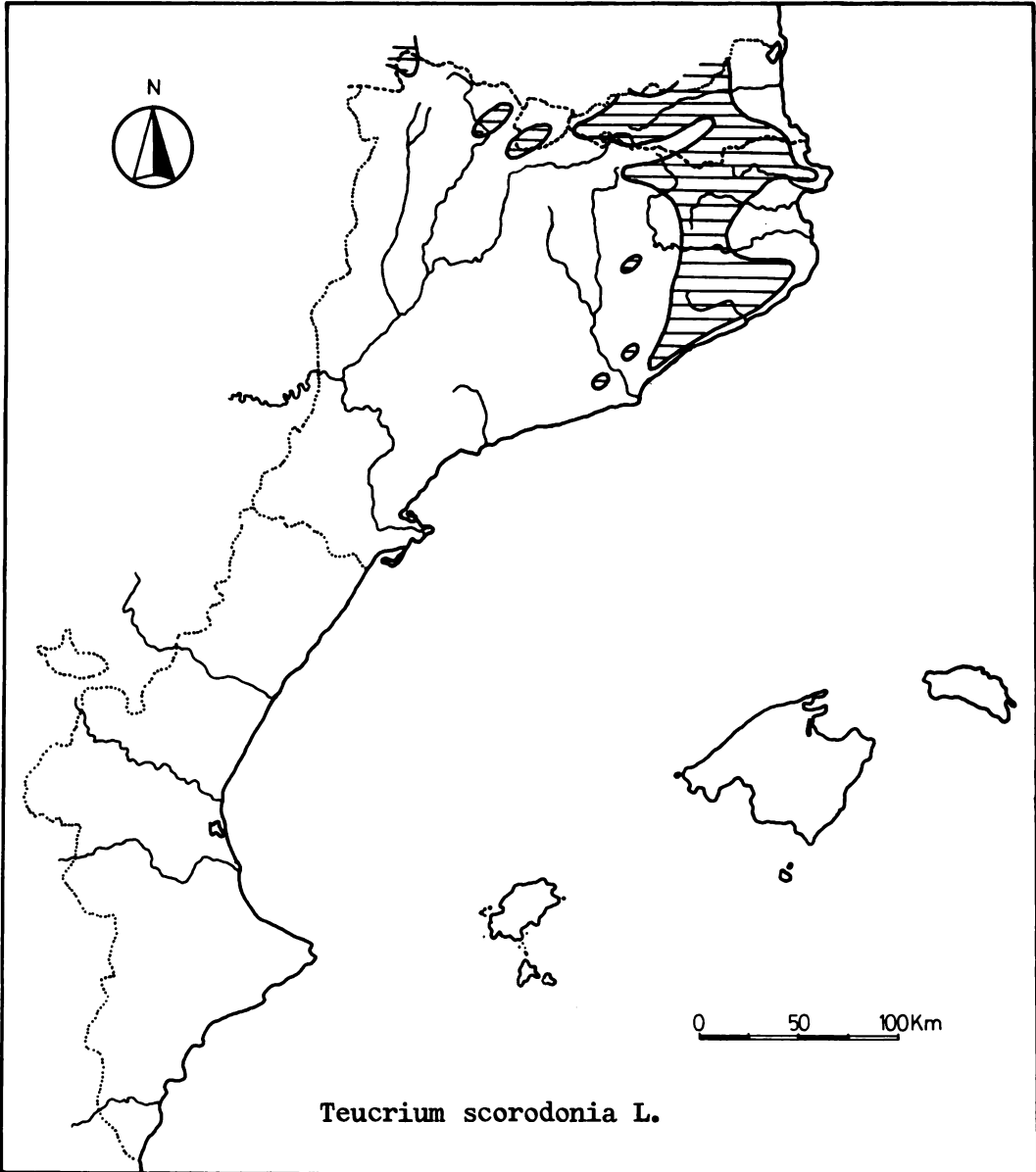


FIG. 10. Distribució als Països Catalans de *Teucrium scorodonia*.  
 Distribution de *Teucrium scorodonia* dans les Pays Catalans.

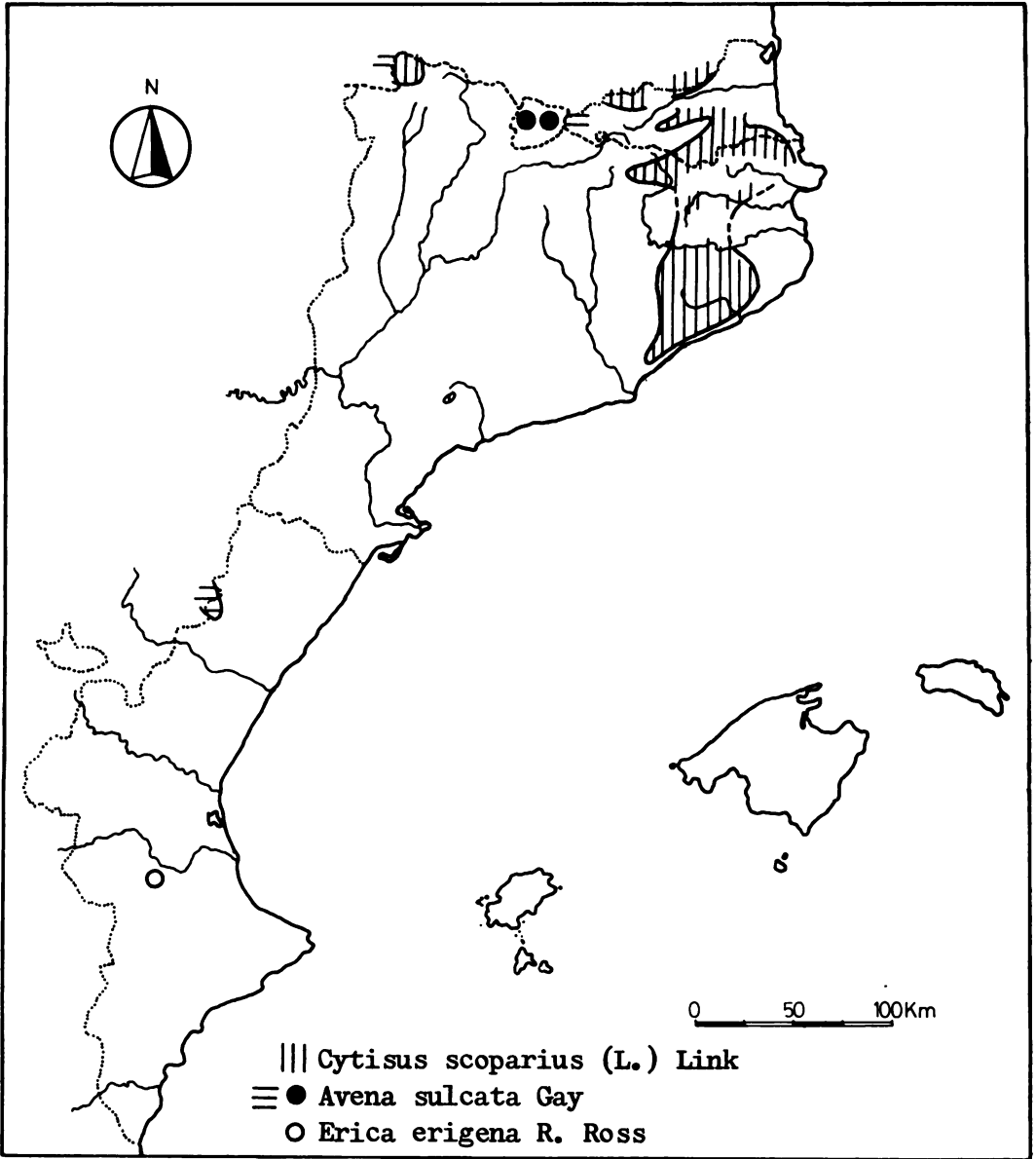


FIG. 11. Distribució als Països Catalans de *Cytisus scoparius*, *Avena sulcata* i *Erica erigena*.  
 Aires de répartition dans les Pays Catalans de *Cytisus scoparius*, *Avena sulcata* et *Erica erigena*.

Pirineus orientals (sobretot pels Pre-pirineus) i per la Garrotxa, s'avança fins al Moainès i a Bertí, i encara reapareix en algun indret de la Selva i al Montnegre.

- *Sagina subulata* (Swartz) C. Presl — Molt rara al Ripollès i a les Guilleries.

Marginalment, encara podríem comentar *Ornithopus perpusillus* L. (lateatlàntic o atlàntico-mediterrani). A Catalunya es troba a l'extrem oriental dels Pirineus i a la regió de les Guilleries-Montseny.

- C) CATALANÍDIQUES. Plantes de caire atlàntic inexistents als nostres Pirineus (tret, en alguns casos, de la Vall d'Aran) però presents al territori catalanídic.

- C.1) NOMÉS AL TERRITORI CATALANÍDIC SEPTENTRIONAL.

□ *Aira caryophylla* L. subsp. *multiculmis* (Dum.) Hegi — Només coneguda amb seguretat de l'àrea del Montseny, la Selva i el Maresme.

□ *Anthericum planifolium* (L.) Vand. — Per Dupont i per Roisin més aviat atlàntico-mediterrani. Únicament en un punt de la Selva (fig. 13).

□ *Hypericum elodes* L. — Una sola localitat al Baix Empordà (vora Santa Cristina d'Aro) (fig. 13).

□ *Potentilla montana* Brot. — Només al Montseny (fig. 6).

- C.2) NOMÉS AL TERRITORI CATALANÍDIC CENTRAL. Dues espècies de caire atlàntic poc clar.

□ *Doronicum plantagineum* L. — Més aviat atlàntico-mediterrani. Del massís de Prades fins a tocar el Montsant (fig. 5).

□ *Sedum rupestre* L. subsp. *elegans* Lej.) Hegi et E. Schmid — Solament al massís de Prades. Ni Dupont ni Roisin no l'admeten entre les veritables atlàntiques.

- C.3) CATALANÍDIQUES CENTRO-MERIDIONALS.

□ *Quercus pyrenaica* Willd. — Del grup anomenat per O. de Bolòs *carpetoatlàntic* (com el *Doronicum plantagineum* suara esmentat). Es fa a Prades i a Penyalgosa (fig. 3).

- D) VALENCIANES CENTRALS.

□ *Erica erigena* R. Ross — Només a la canal de Navarrés, vora Tous (fig. 11).

- E) PLANTES QUE PRESENTEN DISJUNCIONS

NOTABLES dins dels Països Catalans. En els apartats anteriors hem inclòs ja moltes plantes que tenen una àrea catalana més o menys discontinua. Quan es tracta de plantes pirinenques, sovint l'aparent disjunció no ho és si tenim en compte llurs àrees totals, car si al vessant ibèric dels nostres Pirineus presenten hiatus més o menys notables, sol haver-hi continuïtat de l'àrea a través del vessant pirinenc septentrional. Aquest és el cas, per exemple, d'*Euphorbia hyberna* L. que a Catalunya salta de la Vall d'Aran, l'Alta Ribagorça i el Pallars occidental a la Cerdanya-Conflent-Fenolleda; ambdues àrees estan, però, connectades realment entre elles a través de les terres septentrionals pirinenques de l'Arieja i de l'Aude. Cal pensar també que alguns casos d'aparents disjuncions sud-pirinenques poden deure's més a la manca de coneixements florístics detallats que no pas a situacions reals. Per aquestes raons deixem de banda aquí les àrees pirinenques realment o aparentment disjunes. Tampoc no tenim en compte, per la seva significació generalment anecdòtica, el cas d'aquelles plantes que dins el territori català manquen entre la Vall d'Aran i alguna altra zona.

Pel que respecta als territoris no pirinencs, sovint es donen disjuncions entre els uns i els altres, o bé entre el catalanídic septentrional i, si més no, el vessant nord dels Pirineus orientals. En aquest apartat, però, només hem volgut incloure les disjuncions que interessin dos territoris no contigus, entenent arbitràriament com a sèrie de territoris contigus la següent: Pirineus fins al vessant septentrional del sector oriental — vessant meridional dels Pirineus orientals i territori olossitànic (afegint-hi, si és el cas, l'au-so-segàrric) — territori catalanídic septentrional — territori catalanídic central — territori catalanídic meridional. És a dir que aquí esmentem únicament aquells casos en què la so-

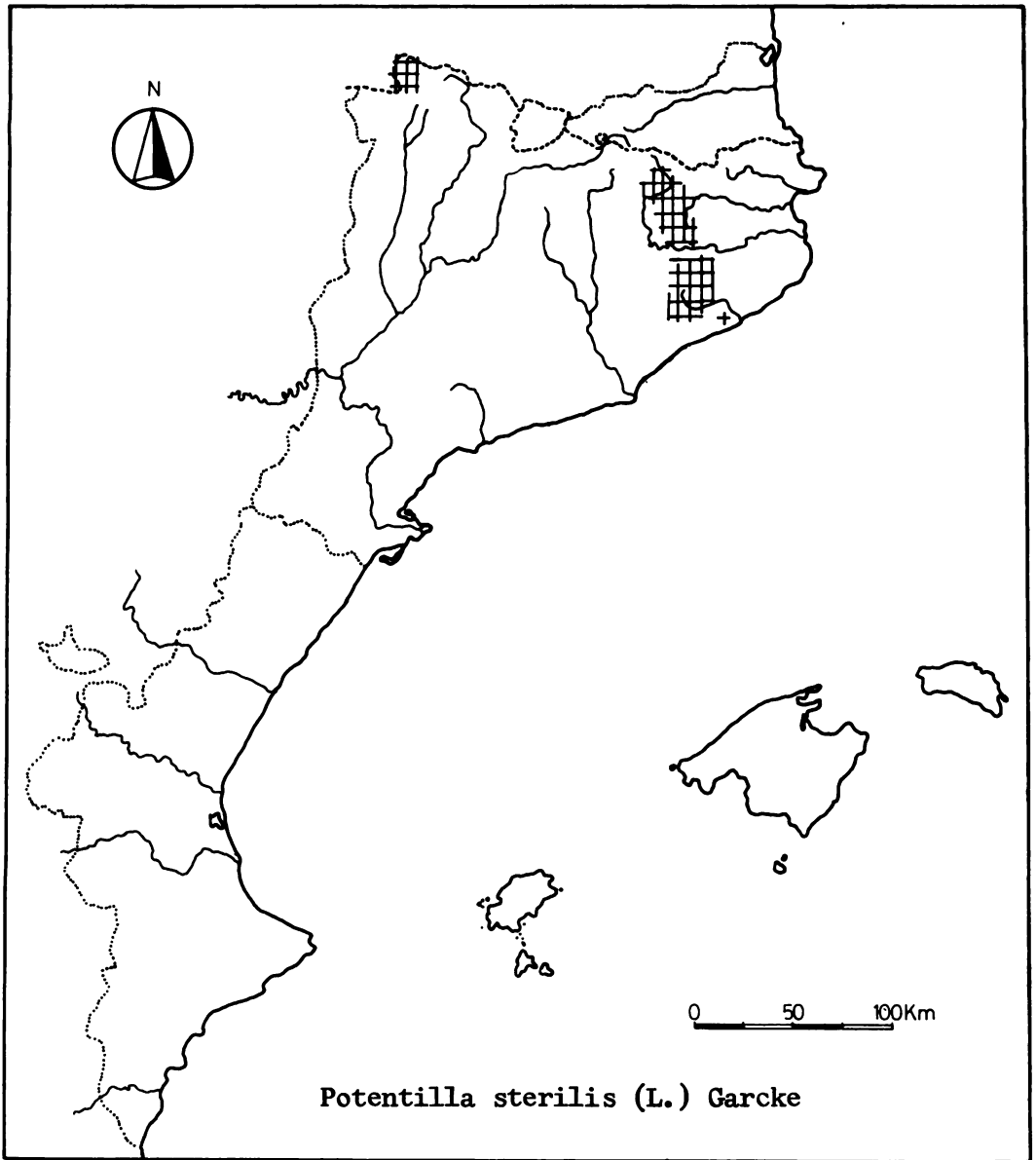


FIG. 12. Distribució als Països Catalans de *Potentilla sterilis*.  
 Distribution dans les Pays Catalans de *Potentilla sterilis*.

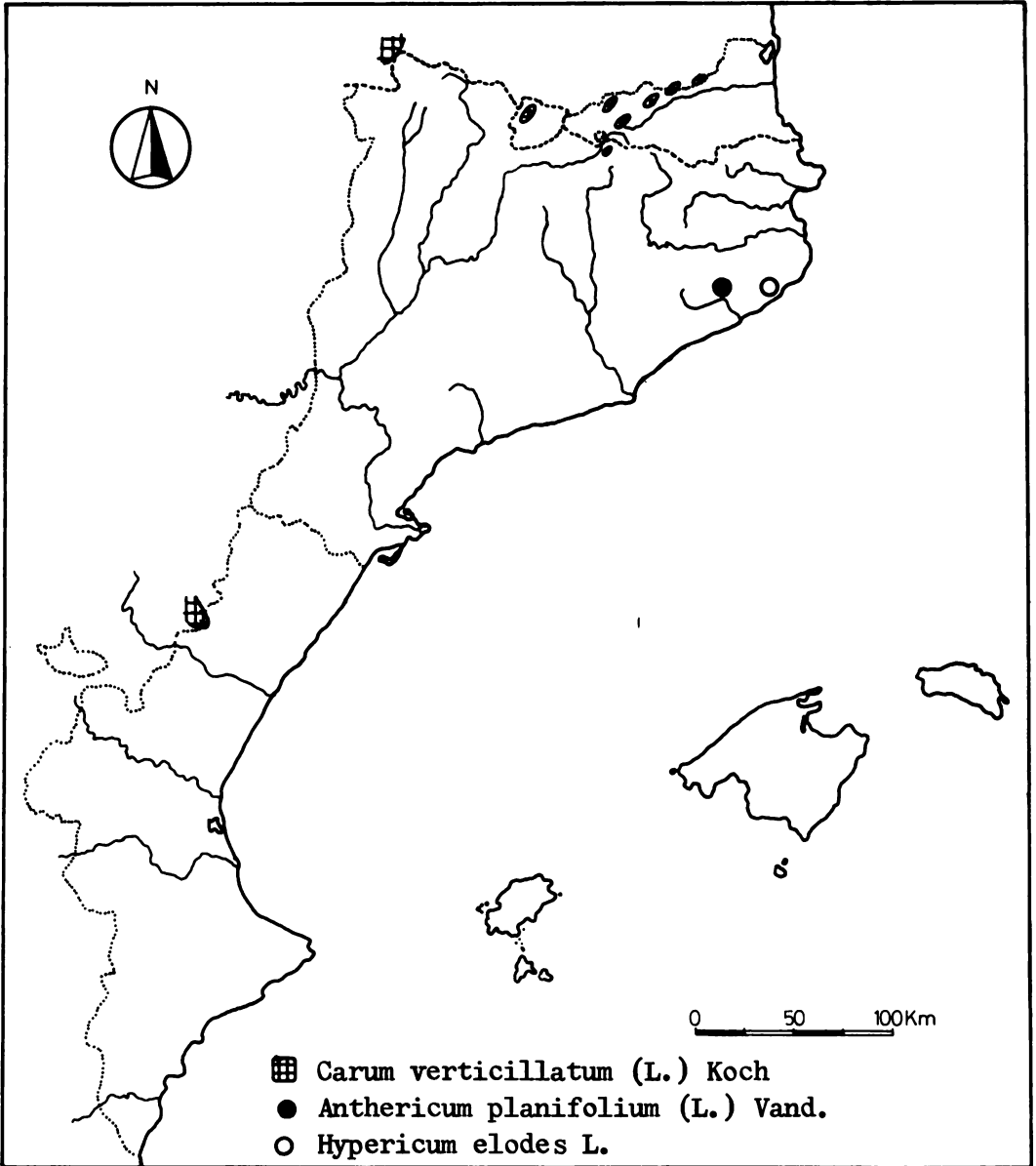


FIG. 13. Distribució als Països Catalans de *Carum verticillatum*, *Anthericum planifolium* i *Hypericum elodes*.  
 Aires de distribució dans les Pays Catalans de *Carum verticillatum*, *Anthericum planifolium* et *Hypericum elodes*.

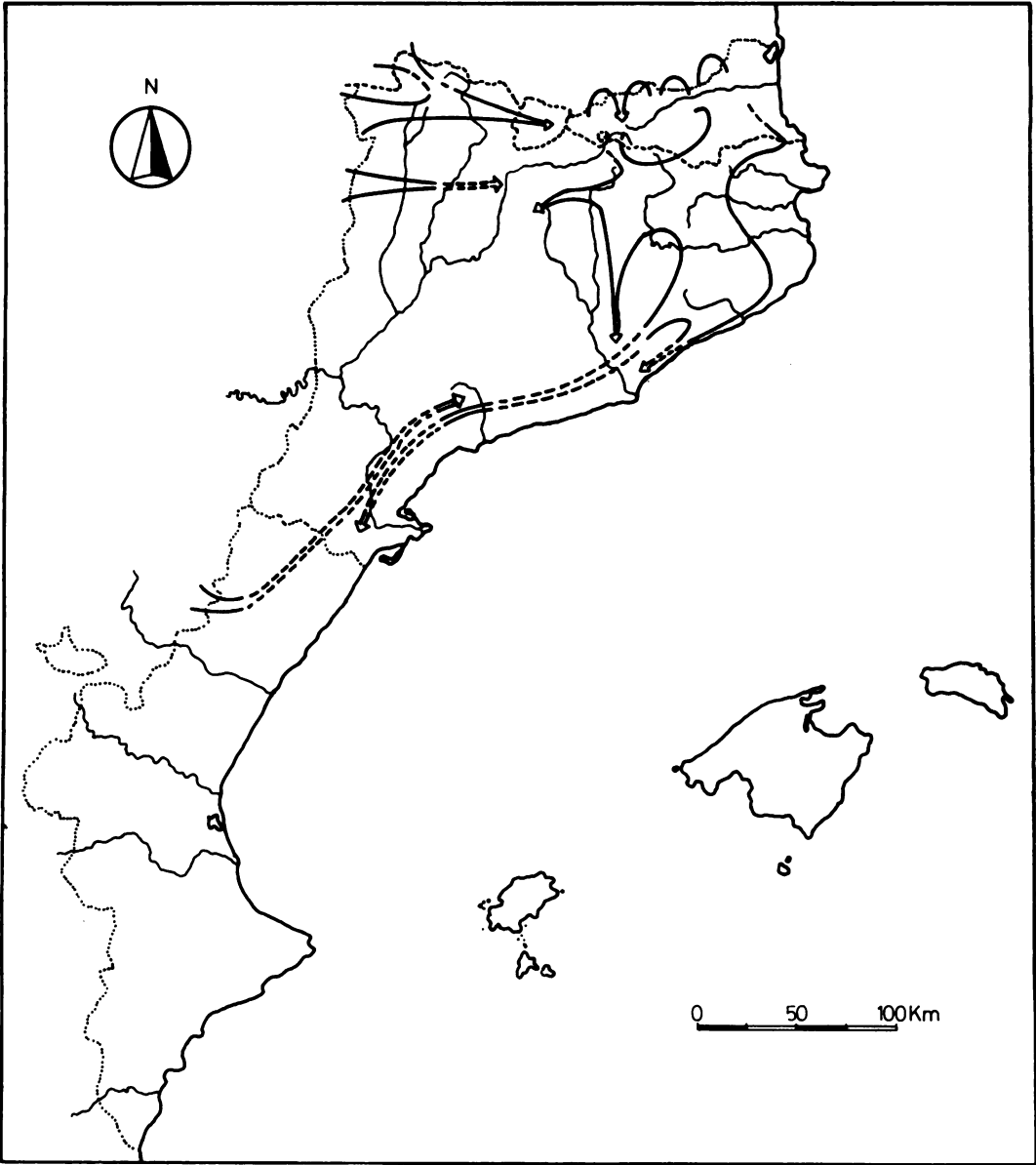


FIG. 14. Vies migratoires de les plantes atlantiques.  
Voies de migration des plantes atlantiques.

lució de continuïtat de l'àrea comprèn de manera clara un d'aquests sectors o territoris sencer. Es troben en aquest cas les espècies:

*Avena sulcata* J. Gay — D'alguns punts d'Andorra i de l'Alta Cerdanya salta fins a Penyalosa (on és corrent) (fig. 11).

□ *Carum verticillatum* (L.) Koch — Té algunes localitats a Andorra i al vessant nord dels Pirineus orientals i reapareix, no massa rara, a Penyalosa (fig. 13).

□ *Linaria repens* (L.) Miller — Freqüent als Pirineus fins a l'Alt Empordà, reapareix a la Segarra i es fa, així mateix, als Ports de Tortosa i al massís de Penyalosa. El seu caràcter atlàntic ens sembla molt insegur.

Entre les espècies no atlàntiques, però que presenten típicament una distribució aproximada, podríem citar en aquest apartat *Lathyrus montanus* (L.) Bernh. var. *tenuifolius* Roth (indicat només a la Selva i a Penyalosa).

El tractament que hem donat a aquesta classificació de les plantes atlàntiques catalanes i valencianes pot semblar que peca de massa complexa, però és que els tipus de distribucions d'aquestes estirps als Països Catalans són realment molt diversos. Cosa no gens sorprenent si tenim en compte que es tracta d'un subelement actualment molt marginal dins del territori considerat i, per tant, que, d'una banda, deu haver-hi arribat, no de forma general ni massiva, sinó aprofitant punts d'entrada dispersos i durant èpoques segurament breus; i d'altra, que les recessions recents que ha sofert el deuen haver afectat de manera força profunda i més aviat atzarosa.

De l'esquema que hem presentat es poden treure, de totes maneres, unes conclusions generals pel que fa als fenòmens migratoris d'aquestes estirps dins els Països Catalans. Part d'aquestes conclusions no són pas originals, sinó que han estat ja tractades o fins i tot desenvolupades anteriorment, entre d'altres autors per Gausson, Font Quer i O. de Bolòs.

Remarquem, com a constatació prèvia, que el subelement atlàntic ha de veure's des del territori considerat com un grup

foraster, integrat per *eixams migratoris* d'origen bàsicament occidental. I això sense prejudici que l'origen llunyà o les arrels genètiques d'algunes d'aquestes estirps es trobin fora dels països atlàntics. És possible que aquest plantejament pugui semblar simplista o, fins i tot, gratuït, però totes les interpretacions dels fets coneguts l'abonen i no hi ha cap indicatiu que s'hi oposi.

Els aspectes globals que considerarem breument en aquest comentari seran les *portes d'entrada*, les *vies migratòries* i les *barreres biogeogràfiques* connexes. A la figura 14 donem una interpretació de quines són, al nostre parer, les vies de migració utilitzades per les estirps atlàntiques.

Els diversos autors que han tractat, si més no, alguns dels aspectes relatius a les plantes atlàntiques als Països Catalans (o a les terres ibèriques en general) han apuntat ja quines són les tres zones bàsiques per on aquest subelement ha pogut atènyer la part oriental de la nostra Península.

D'una banda hi ha l'entrada per les *valls pirinenques de l'occident de Catalunya*. Moltes plantes atlàntiques, i més especialment les de caràcter muntanyenc, poden, en efecte, progressar pel vessant ibèric dels Pirineus procedents del País Basc i del sector pirenaico-occidental, encara plenament atlàntics. A part d'aquesta via d'entrada ibero-occidental pirinenca, no s'ha de descartar tampoc que hi hagi hagut, de vegades, una penetració nord-occidental a través de la zona relativament poc elevada que connecta la Vall d'Aran amb l'alta vall d'Estèrri. Ho testimonia, si més no, la presència a la vall de Montgarri —administrativament aranesa però orogràficament meridional— d'uns tipus de vegetació molt acostats als de la Vall d'Aran i dins els quals es localitzen algunes estirps atlàntiques, com són ara *Scilla lilio-hyacinthus* L. i *Vicia orobus* D.C.

Una altra zona d'entrada és la *nord-oriental*, a través de la terminació mediterrània dels Pirineus. El país atlàntic s'avança pel costat septentrional de la serralada fins a l'Arieja oriental i a la vall de l'Aude, i hi ha força estirps atlàntiques que atènyen el vessant nord de la serralada prepirenca de les Corberes. És per aquesta zona nord-oriental extrema per on ha entrat una bona pila de plantes atlàntiques (a més de moltes estirps d'àrea eurosibe-

riana). Els punts d'entrada són fàcils entre Madres i les Corberes, on l'altitud de la serralada s'abaixa molt (al mateix repen oriental de la Serra de Madres, el Coll de Jou ateny només 1.513 m). Però hi ha un altre pas, sembla que molt eficient, més cap a l'oest: la capçalera de l'Aude que mena sense obstacles al Capcir i a les contrades properes de la Catalunya Nord. Potser caldria considerar, així mateix, que el Coll de Pimorens, entre la Cerdanya i Andorra, hagi permès l'entrada d'alguna planta atlàntico-muntanyenca.

Fora d'aquestes zones d'entrada essencialment pirinenques, hi ha la porta d'entrada meridional, valenciana, per l'extrem sud dels territoris catalanídics. O. DE BOLÒS (1951) ja havia assenyalat fa temps la importància d'aquesta porta d'entrada, no solament per a les plantes atlàntiques sinó per a les eurosiberianes en general. L'entrada del subelement atlàntic a aquesta zona es fa, des de les terres septentrionals de la Península, a través del Sistema Ibèric, el qual se solda amb les serres catalanídiques per mitjà del sistema orogràfic centrat en la Penyalgosa.

A partir de les portes d'entrada que acabem de comentar (valls occidentals pirinenques i vall d'Aran, Capcir i Corberes i massís de Penyalgosa) les plantes atlàntiques han pogut endinsar-se pels Països Catalans seguint les direccions i aprofitant les vies de pas següents:

a) Les estirps entrades per la zona nord-occidental catalana han pogut migrar vers l'est seguint les comarques pirinenques. Convé remarcar, de totes maneres, que les valls dels Pirineus centrals catalans són de les més seques i continentals de la serralada i que, per consegüent, no ofereixen una via gaire fàcil per a un subelement adaptat en general a un clima de tendència oceànica. Les parts baixes d'aquestes valls, que representen precisament una via de penetració de l'element mediterrani vers el cor dels Pirineus, constitueixen més aviat un obstacle o barrera relatiu per la progressió del subelement atlàntic. Això fa que aquesta via oest-est pugui considerar-se formada per dos ramals; l'un que passaria acostat a la zona axial pirinenca, i l'altre que aprofitaria els vessants obacs de les serres pre-pirinenques. La importància de l'eix pre-pirinec com a via de penetració vers llevant és patent sobretot a les terres navarreses i aragoneses occidentals on la vegetació at-

lànica s'introdueix palesament. I així, en la subdivisió que proposa DUPONT (1962) per a la província atlàntica, el subsector que ell anomena *pirinenc* mostra una profunda penetració meridional pels Pre-pirineus occidentals, i deixa la part axial corresponent fora dels límits d'aquella província. Dins del territori català la utilització de la via pre-pirinenca per part de les plantes atlàntiques veritables ha perdut ja molta importància (d'altra banda, no se'n tenen gaires dades, car es tracta d'una regió poc explorada florísticament). Podrien posar-se exemples, però, de plantes no atlàntiques, bé que de procedència occidental, que segueixen aquesta via. La mateixa àrea centro-pirinenca de les fagedes, que al vessant català presenta grans llacunes, mostra colònies importants a les muntanyes pre-pirinenques (Sant Gervàs, Montsec d'Ares, Serra d'Aubenc). L'espècie circumboreal *Rubus saxatilis* L. només té, pel que sembla, algunes localitats aïllades al vessant meridional dels nostres Pirineus; d'aquestes localitats, les unes es troben a la zona axial (Boí, Andorra, Conflent, Cerdanya), però d'altres —inesperadament, i no pas les menys importants— als Pre-pirineus [Sant Gervàs (Perdigó), Aubenc (Molero i Vigo)]. Per citar un darrer cas, la subespècie *montserrati* (Vivant) O. de Bolòs et Vigo de *Gentiana lutea* L. avança des dels Pre-pirineus aragonesos fins al Cadí. Els estudis florístics de les nostres serres pre-pirinenques, alguns d'ells en curs, han de mostrar l'interès d'aquestes muntanyes com a línia de penetració dels elements occidentals.

L'àrea de continentalitat i de sequedat relativa que dibuixen les nostres contrades centro-pirinenques, i que es prolonga acusadament fins a la Cerdanya i al Conflent, explica que algunes estirps atlàntiques restin pràcticament arraconades a les valls pirinenques més occidentals. Són la majoria de les que hem esmentat a l'apartat A.2, les més representatives de les quals són *Erica tetralix* L. i *Digitalis purpurea* L. A part d'això, es pot constatar, així mateix, que són bastantes les plantes d'àmplia àrea pirinenca o pirenaico-catalanídica que esdevenen escasses, o fins i tot manquen, al territori centro-pirinec; entre elles *Euphorbia hyberna* L., *Scilla liliohyacinthus* L., *Chrysosplenium oppositifolium* L. *Helleborus viridis* L. subsp. *occidentalis* (Reuter) Schiffner, *Genista pilosa* L., *Teucrium scorodonia* L.



Un altre fet que ressalta en l'anàlisi del subelement atlàntic als Pirineus és la importància com a barrera relativa de la línia orogràfica Cadí-Canigó, importància que havia estat ja repetidament reconeguda en d'altres aspectes, sobretot per part dels geògrafs. A l'apartat A.1.2 esmentem quatre estirps atlàntiques que no salten, o ho fan a penes, aquesta línia vers el sud. Algunes d'elles (com és ara *Narthecium ossifragum* Hudson), que han atès la part oriental dels Pirineus per la zona central, no poden travessar la depressió de l'Alt Urgell-Conflent i no es fan tan sols ni al vessant septentrional del sistema Cadí-Canigó.

b) Les plantes atlàntiques que han entrat a Catalunya per la banda nord-oriental no sembla que hàgin pogut progressar, o en tot cas ho han fet molt poc, vers ponent, aturades pel clima continental de les valls centro-pirinenques. En aquest grup hem de ressaltar especialment dos casos.

Primerament hi ha el cas de les estirps que, havent penetrat a la Catalunya Nord a través de l'altiplà capcirenc, i de vegades també saltant el sistema Madres-Corberes, troben els obstacles de la depressió cerdana i de la barra Cadí-Canigó. Així, *Corydalis claviculata* (L.) DC. penetra poc a la Catalunya Nord. *Genista anglica* L. troba una important barrera en el Cadí-Canigó (malgrat que apareix escadusserament al Puigsacalm). El pas orogràfic relativament baix de la Collada de Toses (1.800 m), que semblaria facilitar la penetració vers el Ripollès d'aquesta espècie (i d'altres de procedència i exigències anàlogues), es mostra bastant ineficaç pel fet que aboca a una zona —l'extrem occidental de la Vall de Ribes— excepcionalment seca i continental dins del país relativament humit que s'estén al sud del Cadí-Canigó. En el cas concret de *Genista anglica* L., la planta es fa a la zona cerdana limitrofa (la Molina, Clot del Malniu, etc.) però no passa al costat ripollès. Això no vol dir —és clar— que en d'altres èpoques de clima més favorable aquest coll no hagués constituït un pas migratori actiu.

Altres plantes, no atlàntiques, que testimonien l'eficiència de la barrera Cadí-Canigó són, per exemple, *Saxifraga rotundifolia* L. i *Pyrola secunda* L. La primera resta limitada exclusivament al vessant septentrional d'aquesta línia de muntanyes (bé que es troba també a Andorra). En aquest cas sembla que som davant d'una

estirp d'origen oriental, alpídic. *Pyrola secunda* L., de caràcter boreo-subalpi, és molt estesa pels nostres Pirineus, però, curiosament, per la banda oriental no salta tampoc la línia Cadí-Canigó (al costat sud només hi ha indicada, amb dubte, una localitat a l'Alt Solsonès; VIVES, 1964).

Les plantes que han donat la volta a les Corberes i el Canigó per passar al vessant meridional dels Pirineus orientals (o hi han arribat ensem per la via occidental) troben camins més fàcils per endinsar-se Catalunya avall. El màxim pluviomètric que s'estén al sud del Puigmal-Canigó, centrat a la comarca d'Olot i el Ripollès oriental, els crea un ambient força favorable. Per això moltes de les espècies atlàntiques (i eurosiberianes en general) s'estenen des dels Pirineus orientals cap a les muntanyes d'Olot-Cabreres (territori olossitànic). En aquest cas es troben, per exemple, *Pulmonaria affinis* Jordan, *Crocus nudiflorus* Sm. (existent al Puigsacalm, segons O. de Bolòs), *Ranunculus hederaceus* L. i *Scilla lilio-hyacinthus* L. Des d'aquesta zona pirenaico-oriental i olossitànica diverses estirps atlàntiques han avançat més cap al sud, seguint principalment el camí que els ofereixen les serres catalanídiques. Assenyalarem, a més, que algunes poques espècies s'han pogut introduir també cap a l'interior fins al territori auso-segarric. En aquest darrer cas es troben només algunes plantes que poden ésser qualificades d'atlàntiques en sentit molt ampli, com són ara *Polygala calcarea* Schultz, *Prunella grandiflora* (L.) Scholler subsp. *pyrenaica* (Gren. et Godron) A. et O. de Bolòs, *Cirsium tuberosum* (L.) All., i potser alguna altra si fèiem cas del criteri excessivament lax de certs autors a l'hora d'interpretar la corologia dels vegetals.

La via migratòria a través de les terres catalanídiques fou ja comentada amb detall per O. DE BOLÒS (1951) en el seu estudi sobre l'element eurosiberià a les serres litorals catalanes. Les plantes atlàntiques l'han recorreguda sobretot en la seva part septentrional, on aquesta via sol resoldre's en dos braços, l'un que va per les Guilleries fins al Montseny, i l'altre que ressegueix les serres litorals i ateny les muntanyes del Maresme (particularment el Montnegre). Als apartats B.1.2 i B.2.3 fem esment de catorze espècies de caràcter més o menys clarament atlàntic que no ultrapassen vers el sud, o ho fan molt poc, el territori catalanídic septentrional;

a aquestes estirps podríem afegir encara *Cytisus scoparius* (L.) Link, que té només una altra localitat més meridional, i molt reduïda, a les muntanyes de Prades, així com les de l'apartat C.1, que presenten solament una petita àrea o algunes localitats aïllades dintre de la zona catalanídica septentrional. Remarquem, d'altra banda, que certes espècies acidòfiles que arriben al Montseny mostren un hiatus ben explorable a les terres, fonamentalment calcínals, del territori olossitànic.

Entre les espècies pirenaico-catalanídiques i pirenaico-ollositàniques, n'hi ha algunes, com són ara *Scilla lilio-hyacinthus* L. i *Cytisus scoparius* (L.) Link, que troben la seva expansió òptima al sud de la línia Canigó-Puigmal, fet que torna a posar en evidència (amb exemples inversos als abans comentats) el paper de barrera d'aquesta muralla orogràfica. Fora del grup de les plantes atlàntiques, podríem citar altres casos paral·lels, com el de *Lamium galeobdolon* (L.) L. que a Catalunya, a part la Vall d'Aran, es fa només a les comarques meridionals dels Pirineus orientals (Vallespir, Garrotxa i Ripollès). L'anàlisi global de la flora i del paisatge dels Pirineus orientals porten a subratllar, com ja ha estat dit a bastament, que a la zona axial d'aquest sector són les comarques meridionals les de caràcter més aviat oceànic, i les del vessant nord les més seques i continentals. Alguns autors, però, fan irreflexivament extensiu als Pirineus orientals allò que s'esdevé al sector central de la serralada (on la dissimetria, a part que és més palesa, té un signe completament oposat); i, influïts inconscientment pel traçat dels límits polític-administratius, no solament situen l'eix oriental de la serralada al llarg de l'Albera, en comptes de fer-lo passar cap al Canigó, sinó que volen contraposar els «paisatges més o menys alpins del vessant septentrional amb els oromediterranis del vessant sud», ço que resulta, si altra cosa no, totalment exagerada. Cal aclarir, però, que la línia Cadí-Canigó és una barrera relativa. Més al nord, el sistema Carlit-Corberes representa una frontera biogeogràfica molt més pronunciada, amb una dissimetria nord-sud gairebé tan contrastada com la que es dona a la zona axial dels Pirineus centrals. De fet, les comarques de l'Alt Urgell, Cerdanya i Conflent, situades entre els sistemes orogràfics d'Andorra-Madres i del Cadí-Canigó, representen una depres-

sió interna, força continental, que llinda a una i altra banda amb dos territoris més o menys oceànics: al nord les terres de l'Arieja i de l'Aude (almenys les primeres, clarament atlàntiques) i al sud les comarques humides del Ripollès, la Garrotxa i el Vallespir, on se centra el màxim pluviomètric català.

Retornant al comentari de les espècies pirenaico-catalanídiques, podem constatar que són molt poques les estirps atlàntiques que han ultrapassat vers el sud la ratlla del Llobregat per penetrar al territori catalanídic central. Una fóra l'esmentat *Cytisus scoparius* (L.) Link. Entre les muntanyes catalanídiques septentrionals més elevades (Montseny, Montnegre) i el massís de Prades s'estén un espai relativament hostil (no solament per la seva més baixa altitud, sinó també per la natura majoritàriament calcària del substrat), el qual representa una barrera relativa dins de la via migratòria catalanídica.

c) Les plantes d'origen migratori ibèric, vingudes a través del sistema Ibèric, han tingut la possibilitat de migrar cap al nord a través del territori catalanídic meridional i central, sense ultrapassar, però, el massís de Prades. Aquesta via ha resultat molt poc eficaç per a les plantes atlàntiques, bé que ho hagi estat molt més per a les d'àrea eurosiberiana àmplia. Dins del subelement atlàntic ha estat emprada especialment per les estirps que ocupen sobretot els territoris subatlàntics centropeninsulars que O. de Bolòs distingeix amb el nom de carpeto-atlàntics. Les espècies més representatives d'aquest grup són *Quercus pyrenaica* Willd., que salta de Penyagolosa a Prades, i *Doronicum plantagineum* L., coneguda només de l'espai comprès entre Prades i el Montsant.

En aquesta via migratòria centro-meridional tot l'espai entre Prades i Penyagolosa representa un obstacle relatiu considerable, en part pel seu caràcter de terreny calcinal. Ho demostra el fet que algunes espècies atlàntiques presents i, fins i tot, abundants a Penyagolosa —com són particularment *Carum verticillatum* (L.) Koch i *Avena sulcata* J. Gay— no hagin progressat gens cap al nord.

d) A part resten els casos d'aquelles plantes atlàntiques que tenen als Països Catalans (exceptuada la Vall d'Aran) localitats molt isolades i la zona d'entrada de les quals només és, com a màxim, conjecturable. Són principalment *Aira caryophy-*

*Ilea* L. subsp. *multiculmis* (Dum.) Hegi, *Hypericum elodes* L., *Potentilla montana* Brot., *Viola bubanii* Timb.-Lagr. i *Anthericum planifolium* (L.) Vand., localitzades al territori catalanídic septentrional (vegeu apartat C.1), *Sedum rupestre* L. subsp. *elegans* (Lej.) Hegi et E. Schmid, que es fa només a Prades, i *Erica erigena* R. Ross, que té una petita àrea isolada al País Valencià. Aquesta darrera podria haver entrat a València pel sud-oest, procedent de l'Andalusia oriental.

e) Cal comentar, finalment, que en certs casos —alguns d'ells ja citats— les plantes atlàntiques poden haver entrat als Països Catalans per vies diverses. Les que es fan a tots els Pirineus i les que s'estenen, a més, pel territori catalanídic septentrional deuen haver-s'hi difós a través ensem de les vies occidentals i nord-orientals. En el cas d'*Euphorbia hyberna* L., tantes vegades citada, queda clar que la planta ha entrat d'una banda pel cantó d'occident dels nostres Pirineus, i d'altra, per les portes orientals del Capcir-Corberes. Més problemàtic és el cas de *Galeopsis segetum* Necker, que penetra a penes per la via capcirenca i reapareix a la zona de les Guilleries-Montseny-Vallès.

Pel que fa a les estirps lateatlàntiques d'àrea àmplia, esteses pràcticament per tots els Pirineus i els territoris catalanídics, sembla evident que han penetrat ensem per totes les portes d'entrada (tant les pirinenques com la iberídica). En aquest cas es troben *Polygala calcarea* Schultz i *Prunella grandiflora* (L.) Scholler subsp. *pyrenaica* (Gren. et Godron) A. et O. de Bolòs, així com *Salix cinerea* L. subsp. *atrocinerea* (Brot.) Guinier i *Carex mairii* Coss. et Germ., el caràcter pròpiament atlàntic de les quals no resulta, però, prou convincent.

Especialment interessants són els casos d'aquelles espècies que, havent entrat separatament per les vies pirinenques i iberídica, manquen en tot el territori intermedi entre els Pirineus i Penyalgosa. Són les ja mencionades *Carum verticillatum* (L.) Koch i *Avena sulcata* J. Gay. Altres exemples de disjuncions nord-sud gairebé tan dilatades sembla que ens els ofereixen *Linaria repens* (L.) Miller i *Lathyrus montanus* (L.) Bernh. var. *tenuifolius* Roth (vegeu apartat E). Aquesta darrera, com ja hem dit suara, presenta, però, un caràcter atlàntic molt poc clar; i també s'ha de dir que ni la seva taxonomia ni la seva

àrea no són suficientment estudiades.

f) Respecte a l'època o les èpoques d'expansió del subelement atlàntic als Països Catalans, hom ha parlat dels períodes de clima oceànic post-glacials, suposició que sembla prou encertada. Sobre aquesta qüestió, però, manquem de dades concretes i de coneixements suficients per fer-ne un comentari detallat.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLORGE, P. 1924. Étude sur la flore et la végétation de l'Ouest de la France. 1. A propos des espèces atlantiques de la flore française. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 71: 1183-1194.
- BATALLA, E. & MASCLANS, F. 1950. Catálogo de las plantas observadas en la cuenca del Gaià (Tarragona). *Coll. Bot.*, 2,3: 343-429.
- BAUDIÈRE, A. & BONNET, A. L. M. 1964. Étude phytogéographique de la Haute-Vallée de Carença (Pyrénées-Orientales). Premier inventaire floristique. *Vie Milieu*, suppl. 17 (vol. jubilé J. Petit): 67-89.
- BAUDIÈRE, A. & BONNET, A. L. M. 1965. Étude phytogéographique de la Haute-Vallée de Carença (Pyrénées-Orientales). Deuxième inventaire floristique. *Vie Milieu*, 16, 1C: 599-630.
- BAUDIÈRE, A. & CAUWET, A.-M. 1964. Recherches critiques sur l'oeuvre de Companyó relative à la Flore des Pyrénées-Orientales. *Soc. Agr. Sc. Litt. Pyr-Or.*
- BAUDIÈRE, A. & CAUWET, A.-M. 1968. Sur quelques plantes inédites, rares ou critiques de la flore des Pyrénées-Orientales et des Corbières Audoises. *Nat. Monsp.*, sér. Bot. 19: 179-200.
- BOLDÚ, A. 1975. *Estudio florístico y fitogeográfico de la zona comprendida entre los montes de Prades y el río Segre*. Tesis doctoral. Facultat de Farmàcia. Barcelona.
- BOLÒS Y VAYREDA, A. DE. 1950. Vegetación de las comarcas barcelonesas. Barcelona.
- BOLÒS, A. DE. 1953. Datos botánicos sobre los montes de Falgars (Berga). *Coll. Bot.*, 3,3: 325-344.
- BOLÒS, A. DE & BOLÒS, O. DE. 1961. Observacions florístiques. *Misc. Fontserè*: 83-102.
- BOLÒS, O. DE. 1951. El elemento fitogeográfico euro-siberiano en las sierras litorales catalanas. *Coll. Bot.*, 3,1: 1-42.
- BOLÒS, O. DE. 1958. La vegetació. A: *Geografia de Catalunya*: 235-266. Aedos. Barcelona.
- BOLÒS, O. DE. 1963. Botànica y Geografía. *Mem. R. Acad. Cien. Art. Barc.*, 34,14.
- BOLÒS, O. DE. 1975. Assaig sobre terminologia geogràfica dels Països Catalans. *Misc. Pau Vila. I.E.C.*, Soc. Cat. Geogr. Granollers.
- BORJA CARBONELL, J. 1954. *La Erica mediterranea* en el Reino de Valencia. *Anal. Inst. Bot. Cav.*, 12: 523-531.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1923. L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de la France avec aperçu sur les migrations des flores dans l'Europe Sud-Occidentale. Paris-Zurich.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1945. Notes critiques sur la flore des Pyrénées orientales. *SIGMA*, 87.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1948. Les souches préglaciaires de la flore pyrénéenne. *Coll. Bot.*, 2,1: 1-23.

- CADEVALL I DIARS, J. (amb la col·laboració de P. Font Quer, W. Rothmaler i A. Sallent). 1913-1937. Flora de Catalunya. Barcelona.
- CAÑIGUERAL, J. 1957. *Pinguicula grandiflora* en los montes cercanos a Tortosa: *Pinguicula grandiflora* Lamk. var. *dertosensis* nova. *Coll. Bot.*, 52: 413-415.
- COSTE, H. 1922. Supplement de la florule du Val d'Aran. *Le Monde des Plantes* (3<sup>e</sup> série, 23), 21: 7; 22: 6; 23: 6.
- COÛTE et SOULIÉ, MM. les abbés. 1913. Florule du Val d'Aran. Le Mans.
- DUPONT, P. 1962. La flore atlantique européenne. Introduction à l'étude du secteur ibéro-atlantique. *Doc. Carte Prod. Vég.* Toulouse.
- DUVIGNEAUD, J. 1974. Catalogue provisoire de la flore des Baléares. Liège.
- FARRENY, J. E. 1978. Contribució al coneixement de la flora de la Vallferrera. *Acta Bot. Barc.*, 30.
- FOLCH i GUILLÈN, R. 1976. *El poblament vegetal de les comarques litorals compreses entre el Coll d'Alforja i l'Ebre*. Tesi doctoral. Facultat de Biologia. Barcelona.
- FONT QUER, P. 1914. Ensayo fitotopográfico de Bages. Maó.
- FONT QUER, P. 1924. A propòsit d'un estudi fitogeogràfic de Braun-Blanquet. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.* (2.<sup>a</sup> série, vol. 4), 24: 95-97.
- FONT QUER, P. 1947. Flórlula de los valles de Bohí. *Ilerda*, 9: 7-94.
- FONT QUER, P. 1949. Acerca de la presencia de algunas plantas atlánticas y subatlánticas en Cataluña. *Port. Acta Biol.*, ser. B (vol. J. Henriques): 87-96.
- FONT I QUER, P. 1950. Flórlula de Cardó. Barcelona.
- FONT QUER, P. 1954. Plantas de Greixa (Pirineo Catalán). *Coll. Bot.*, 4,1: 173-177.
- FOURNIER, P. 1961. Les quatre flores de la France. Paris.
- GAUSSEN, H. 1926. Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. *Doc. Carte Prod. Vég.* Paris.
- GAUTIER, J. 1898. Catalogue raisonné de la flore des Pyrénées Orientales. Perpinyà.
- GAUTIER, G. 1912. Catalogue de la flore des Corbières. Carcassona.
- GUINOCHE, M. & VILMORIN, R. DE (edit.). 1973-75. Flore de France, fasc. 1-2. Paris.
- JEANBERNAT, D. & TIMBAL-LAGRAVE, E. 1883-84. Le Capsir. *Bull. Soc. Sc. Phys. Nat. Toul.*, 6: 37-283.
- KNOCHE, H. 1921-23. Flora Balearica. Montpellier.
- LAPRAZ, G. 1952. Une lande à *Erica cinerea* dans la Serra de Bertí (Catalogne). *Coll. Bot.*, 3,2: 175-177.
- LAPRAZ, G. 1954. Contribution à l'étude de la flore de la Catalogne (suite). *Coll. Bot.*, 4,1: 41-52.
- LAPRAZ, G. 1955. Contribution à l'étude de la flore de la Catalogne (suite). *Coll. Bot.*, 4,3: 343-349.
- LLENAS Y FERNÁNDEZ, M. 1912. Contribución al estudio de la flora del Pirineo Central (Valle de Arán). Barcelona.
- LLENSA DE GELCEN, S. 1945. Inventario razonado de la flora de Hostalrich y su comarca. Barcelona.
- LOSA, M. & MONTSERRAT, P. 1950. Aportación al conocimiento de la flora de Andorra. *I Congr. Int. Est. Pir.* Zaragoza.
- MALAGARRIGA HERAS, R. DE P. 1976. Catálogo de las plantas superiores del Alt Empordà. *Acta Phytotax. Barc.*, 18.
- MALAGARRIGA, H. T. 1971. Flora de la provincia de Tarragona. Plantas vasculares. *Inst. Est. Tar. Ramon Berenguer IV*. Tarragona.
- MASCLANS, F. & BATALLA, E. 1964-72. Flora de los montes de Prades. *Coll. Bot.*, 6,3: 485-533; 6,4: 609-695; 8: 63-200.
- MOLERO, J. 1977. Notas corológicas I. *Acta Phytotax. Barc.*, 20.
- MOLERO, J. 1976. *Estudio florístico y fitogeográfico de la Sierra de Montsant y su área de influencia*. Tesi doctoral. Facultat de Farmàcia. Barcelona.
- MONTSERRAT, P. 1953. El Turbón y su flora. *Pirineos*, 28-30: 169-228.
- MONTSERRAT, P. 1955-64. Flora de la Cordillera litoral catalana. *Coll. Bot.*, 4,3: 351-398; 5,1: 1-86; 5,2: 297-351; 5,3: 613-657; 6, 1-2: 2-48; 6,3: 387-453.
- MONTSERRAT, P. 1962. La flora de Bohí (Lérida). *Actas III Congr. Int. Est. Pir.* Zaragoza.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1973. Avance sobre una síntesis corológica de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. *Anal. Inst. Bot. Cav.*, 30: 69-87.
- ROISIN, P. 1969. Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe. Gembloux.
- SANDWITTH, N. Y. & MONTSERRAT-RECODER, P. 1966. Aportación a la flora pirenaica. *Pirineos*, 79-80: 21-74.
- SENNEN, FR. 1917. Flore de Catalogne. Additions et commentaires. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 3: 55-266.
- TUTIN, T. G. et al. (edit.). 1972-76. Flora Europaea, vols. I-IV. Cambridge.
- VIGO I BONADA, J. 1968. La vegetació del massís de Penyalgosa. *I.E.C., Arx. Sec. Cièn.*, 37. Barcelona.
- VIGO, J. 1974. Notes sobre la flora dels Pirineus catalans. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 38 (sec. Bot. 1): 43-60.
- VIVES, J. 1964. Vegetación de la alta cuenca del Cardener. *Acta Geobot. Barc.*, 1.

## TRETS BIOGEOGRÀFICS DE LES GRAMÍNIES DE LA PENÍNSULA IBÈRICA I ILLES BALEARS

Àngel M. Hernández i Cardona \*

Rebut: juny 1978

### ABSTRACT

#### Biogeographical features of the grasses of Iberian Peninsula and Balearic Islands

This communication presents an outline of work undertaken by the author concerning the grasses of the Iberian Peninsula and Balearic Islands, in its biogeographical aspects. For each species an exhaustive study of distribution is in course, based upon herbaria, bibliographical and personal data. Although localities are put in co-ordinates UTM of two digits (squares of 10 km of side), in a first stage, distribution maps following the grid UTM used in the *Atlas Florae Europaeae* (squares of 50 km of side) are made. For some genera these dot maps are already published. The biogeographical character of species is also treated. For 409 species of gramineae inhabiting the Iberian Peninsula and Balearic Islands, 118 are Mediterranean, 40 Euro-Siberian, 148 many-regional, 62 Iberian, 40 Ibero-African and 1 Balearic. The great importance of the Mediterranean element and of the Iberian and Ibero-African endemism must be remarked.

Aquesta comunicació presenta extractats els aspectes biogeogràfics de la investigació que l'autor duu a terme sobre les gramínies de la Península Ibèrica i les illes Balears. Aquest àmbit territorial és pres en sentit ampli, amb la inclusió de l'istme dels Pirineus.

Sobre cada espècie és recopilat el màxim nombre de dades d'herbari, bibliogràfiques i pròpies, les quals són expressades en coordenades UTM de dues xifres suficients (corresponents a quadrats de 10 km de costat). A més d'emmagatzemar aquestes dades, que serviran per a estudis corològics detallats, en una primera etapa són elaborats mapes de distribució segons la pauta establerta a l'*Atlas Florae Euro-*

*paeae* (JALAS & SUOMINEN, 1972) que comporta la utilització de quadrats de 50 km de costat. Per a alguns gèneres, com és el cas de *Poa* i *Bellardiocloa*, aquests mapes són ja fets (HERNÁNDEZ, 1978).

A part de donar notícies d'aquest programa de recerca corològica d'abast peninsular, en la present comunicació és analitzat el caràcter biogeogràfic de la flora ibèrica de gramínies.

Segons l'esborrany de la flora de gramínies de la Península Ibèrica i illes Balears que l'autor ha confeccionat, aquesta comprèn 409 espècies (solament les que es fan espontàniament, és a dir, excloses les cultivades i les esporàdiques).

Cadascuna d'aquestes espècies ha estat

\* Apartat 35. Cazorla, Jaén.

adscriu a un element corològic. Els resultats obtinguts, malgrat que són força acurats, no cal considerar-los definitius. Les xifres atribuïdes als diferents elements són les següents:

mediterrànies	118	(28,85 %)
eurosiberians	40	(9,78 %)
pluri-regionals	148	(36,18 %)
ibèriques	62	(15,16 %)
ibero-africanes	40	(9,78 %)
baleàriques	1	(0,24 %)

Davant d'aquests resultats, cal destacar la predominança de l'element mediterrani. Aquesta predominança de les espècies típicament mediterrànies ja havia estat palesada per PAUNERO (1969). En aquest apartat no solament cal incloure les plantes qualificades de mediterrànies, sinó també les ibèriques, les baleàriques i gairebé totes les ibero-africanes. Això significa que un poc més de la meitat de les gramínies que es fan a la Península Ibèrica i illes Balears es troben exclusivament en una àrea més o menys extensa de la regió mediterrània. Cal afegir encara que la majoria de les catalogades com a pluri-regionals tenen una gran part de la seva àrea de distribució dins la regió mediterrània.

En contrast, l'element eurosiberià és bastant migrat. A més, de les 40 espècies essencialment eurosiberianes, 19 (és a dir, quasi la meitat), són oròfiles.

Quant a les gramínies endèmiques de la Península Ibèrica, hi representen un bon contingent. A part de les genuïnament ibèriques, han estat preses en consideració les que s'estenen una mica pel sud de França. Excepcionalment, ha estat considerat també, per raons de l'àmbit territorial objecte d'estudi, un endemisme del Rosselló. En la relació següent de les gramínies endèmiques de la Península Ibèrica s'indiquen els endemismes dels Pirineus i de Sierra Nevada, i també si l'àrea d'alguna planta ateny el sud de França:

*Agrostis delicatula* Pourret ex Lapeyr.  
*Anthoxanthum amarum* Brot.  
*Avena murphyi* Ladizinsky  
*Avenula delicatula* Franco  
*Avenula gervaisii* J. Holub  
*Avenula gonzaloi* (Sennen) J. Holub  
*Avenula hackelii* (Henriq.) J. Holub  
*Avenula levis* (Hackel) J. Holub (Sierra Nevada).

*Avenula murcica* J. Holub  
*Avenula occidentalis* (Gervais) J. Holub  
*Avenula pungens* (Sennen) J. Holub (Pirineus).  
*Avenula requienii* (Mutel) J. Holub (SW França).  
*Ctenopsis delicatula* (Lag.) Paunero  
*Ctenopsis gypsophila* (Wilk. ex Hackel) Paunero (potser a Sicília).  
*Elymus curvifolius* (Lange) Melderis  
*Festuca borderi* Hackel (Pirineus).  
*Festuca brigantina* (Markgr.-Dannenb.) Markgr.-Dannenb.  
*Festuca burnatii* St.-Yves  
*Festuca clementei* Boiss (Sierra Nevada).  
*Festuca durissima* (Hackel) Kerguélen (Pirineus i Cévennes).  
*Festuca eskia* Ramond ex DC. (Pirineus).  
*Festuca frigida* (Hackel) R. Richter (Sierra Nevada).  
*Festuca gautieri* (Hackel) K. Richter (SW França).  
*Festuca glacialis* (Miégevill ex Hackel) K. Richter (Pirineus).  
*Festuca glauca* Vill (endém. del Rosselló).  
*Festuca henriquesii* Hackel  
*Festuca iberica* (Hackel) K. Richter  
*Festuca liviensis* (Verg.) Markgr.-Dannenb. (Pirineus).  
*Festuca niphobia* (St.-Yves) Kerguélen (Pirineus).  
*Festuca ochroleuca* Timb.-Lagr. (Pirineus i Cévennes).  
*Festuca pseudeskia* Boiss.  
*Festuca pyrenaica* Reuter (Pirineus).  
*Festuca querana* Litard.  
*Festuca reverchonii* Hackel  
*Festuca rothmaleri* (Litard.) Markgr.-Dannenb.  
*Festuca rivularis* Boiss (S França).  
*Festuca valentina* (St.-Yves) Markgr.-Dannenb.  
*Festuca vasconensis* (Markgr.-Dannenb.) Auquier et Kerguélen (SW França).  
*Gaudinia hispanica* Stace et Tutin  
*Helictotrichon cantabricum* (Lag.) Gervais  
*Helictotrichon planifolium* (Willk.) J. Holub (Pirineus).  
*Helictotrichon sarracenorum* (Gand.) J. Holub  
*Holcus caespitosus* Boiss (Sierra Nevada).  
*Holcus gayanus* Boiss.  
*Holcus grandiflorus* Boiss. et Reuter.  
*Koeleria crassipes* Lange  
*Micropyrum patens* (Brot.) Rothm.  
*Oreochloa blanka* Deyl (Pirineus).  
*Oreochloa confusa* (Coincy) Rouy  
*Periballia involucrata* (Cav.) Janka

*Pseudarrhenatherum pallens* (Link) J. Holub  
*Stipa apertifolia* Martinovský  
*Stipa celakovsky* Martinovský  
*Stipa iberica* Martinovský (S França).  
*Trisetaria dufourei* (Boiss.) Paunero  
*Trisetum baregense* Laffitte et Miégevillè  
(Pirineus).  
*Trisetum glaciale* (Bory) Boiss. (Sierra Nevada).  
*Trisetum hispidum* Lange  
*Trisetum ovatum* (Cav.) Pers.  
*Trisetum scabriusculum* (Lag.) Cosson ex Willk.  
*Trisetum velutinum* Boiss.  
*Vulpia fontquerana* Melderis et Stace

Encara que en el còmput d'endemismes ibèrics només han estat considerades les espècies, té un cert interès indicar les subspècies endèmiques de la Península Ibèrica:

*Anthoxanthum aristatum* Boiss. subsp. *macranthum* Valdés  
*Avenula marginata* (Lowe) J. Holub subsp. *pyrenaica* J. Holub (Pirineus).  
*Elymus pungens* (Pers.) Melderis subsp. *pungens*  
*Festuca indigesta* Boiss. subsp. *alleizettei* (Litard.) Kerguélen (Pirineus).  
*Festuca indigesta* Boiss. subsp. *aragonensis* (Willk.) Kerguélen  
*Festuca indigesta* Boiss. subsp. *hackeliana* (St.-Yves) Markgr.-Dannenb.  
*Festuca indigesta* Boiss. subsp. *indigesta*.  
*Festuca paniculata* (L.) Schinz et Thell. subsp. *spadicea* (L.) Litard.  
*Holcus mollis* L. subsp. *reuteri* (Boiss.) Tutin.  
*Holcus setiglumis* Boiss. et Reuter subsp. *duriensis* P. Silva  
*Koeleria vallesiana* (Honck.) Gaudin subsp. *castellana* (Boiss. et Reuter) Domin.  
*Puccinellia fasciculata* (Torrey) Bicknell subsp. *pungens* (Pau) W. E. Hughes

Algunes de les espècies suara ressenyades tenen una àrea de distribució petita, com per exemple: *Avena murphyi* Ladizinsky, de Cadis, *Avenula occidentalis* (Gervais) J. Holub, de l'Estremadura portuguesa, *Avenula pungens* (Sennen) J. Holub, de la Cerdanya, *Festuca brigantina* (Markgr.-Dannenb.) Markgr.-Dannenb., de Tras-os-Montes e Alto Douro, *Festuca henriquesii* Hackel, de Serra da Estrela, *Stipa*

*celakovsky* Martinovský, de la Serrania de Cuenca, etc.

Les espècies que es fan a l'Àfrica, però que a Europa només es troben a la Península Ibèrica, són també nombroses. En la relació següent han estat considerades les espècies que s'endinsen a l'Àsia sud-occidental o al sud de França. No ha estat considerat, en canvi, *Enneapogon persicus* Boiss., perquè la seva àrea principal és asiàtica. També han estat incloses en la llista algunes poques plantes que atenyen les illes Açores i Balears. Tanmateix, la gran majoria són endèmiques ibero-mauritàniques, és a dir, que només es fan a la Península Ibèrica i a la llengua nord-occidental d'Àfrica. La relació d'espècies ibero-africanes és la següent:

*Agrostis nevadensis* Boiss.  
*Agrostis juressi* Link  
*Agrostis nebulosa* Boiss. et Reuter  
*Agrostis reuteri* Boiss. (Açores).  
*Aira uniaristata* Lag. et Rodr.  
*Ammochloa palaestina* Boiss. (SW Àsia).  
*Arrhenatherum album* (Vahl) W. D. Clayton  
*Avena hirtula* Lag.  
*Avena longiglumis* Durieu  
*Avenula albinervis* (Boiss.) Lainz  
*Avenula mirandana* (Sennen) J. Holub  
*Avenula pruinosa* (Batt. et Trabut) J. Holub  
*Corynephorus macrathrus* Boiss. et Reuter  
*Cutandia memphitica* (Sprengel) Benth. (SW Àsia).  
*Eragrostis papposa* (Dufour) Steudel (SW Àsia).  
*Festuca ampla* Hackel  
*Festuca capillifolia* Dufour  
*Festuca durandii* Clauson  
*Festuca elegans* Boiss.  
*Festuca hystrix* Boiss.  
*Festuca nevadensis* (Hackel) Markgr.-Dannenb.  
*Festuca plicata* Hackel  
*Festuca scariosa* (Lag.) Hackel  
*Festuca triflora* Desf.  
*Helictotrichon filifolium* (Lag.) Henrard  
*Koeleria caudata* (Link) Steudel  
*Lophochloa pumila* (Desf.) Bor. (SW Àsia).  
*Lophochloa salzmännii* (Boiss. et Reuter) H. Scholz  
*Molineriella laevis* (Brot.) Rouy  
*Narduroides salzmännii* (Boiss.) Rouy (SE França, Àsia Menor).  
*Poa flaccidula* Boiss. et Reuter (Balears).

*Poa ligulata* Boiss.  
*Schismus barbatus* (L.) Thell. (SE França,  
 SW Asia).  
*Stipa dasyvaginata* Martinovský  
*Stipa gigantea* Link  
*Stipa lagascae* Roemer et Schultes  
*Stipa parviflora* Desf.  
*Stipa tenacissima* L. (Balears).  
*Trisetum macrochaetum* Boiss. (SW Asia).  
*Wangenheimia lima* (L.) Trin.

De gramínies endèmiques de les illes Balears només n'hi ha una: *Avenula crassifolia* (Font Quer) J. Holub. Així mateix, de gramínies pròpies de la Península Ibèrica que atenyen les illes Balears (endèmiques ibero-baleàriques) sols n'hi ha un tàxon: *Elymus pungens* (Pers.) Melderis subsp. *fontqueri* Melderis. També són escasses les gramínies ibero-mauritàniques que penetren a les Balears. Només n'hi ha dues: *Stipa tenacissima* L. i *Poa flaccidula* Boiss. et Reuter, si bé cal dir de la primera que hi ha alguna citació (poc fiable, però) de Grècia, i de la segona que la seva presència baleàrica no ha estat demostrada fins fa poc (HERNÁNDEZ, 1976). Per altra banda, algunes de les gramínies pròpies de la regió mediterrània central tenen el seu límit occidental a les Balears, com és el cas de *Bromus fasciculatus* C. Presl. i de *Parapholis marginata* Runemark.

Finalment, cal parlar de les disjuncions que presenten certes espècies, les quals tenen una àrea principal i una o més àrees força allunyades. Com a exemples poden servir bastants de les espècies ibero-mauritàniques, amb l'àrea principal al nord d'Àfrica i una petita àrea a la Península Ibèrica (generalment a la zona sud-oriental). Altres exemples notables són *Enneapogon persicus* Boiss., que té l'àrea principal a l'Àsia sud-occidental i nord-est d'Àfrica, i una petita àrea disjunta prop de Cartagena; *Trisetum loeflingianum* (L.) C. Presl., amb l'àrea principal a l'Àsia central i sud-occidental, i a la Rússia meridional, i que reapareix al sud dels Alps i a la Península Ibèrica centro-meridional; i *Trisetum macrochaetum* Boiss., que tenint l'àrea principal a l'Àfrica nord-oriental i Palestina, es troba disjuntament a Extremadura.

#### BIBLIOGRAFIA

- HERNÁNDEZ, A. M. 1976. Sobre la presencia en Mallorca de *Poa angustifolia* y *P. flaccidula*. *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 21: 154-158.  
 HERNÁNDEZ, A. M. 1978. Estudio monográfico de los géneros *Poa* y *Bellardiachloa* en la Península Ibérica e islas Baleares. *Dissertationes Botanicae*, 46: 1-365.  
 JALAS, J. & SUOMINEN, J. (eds.). 1972. *Atlas Florae Europaeae*. I. Helsinki.  
 PAUNERO, E. 1969. Las gramíneas de España. *V Simp. Fl. Europ. Univ. Hisp.*: 309-315.



## GALIUM SCABRUM ALS PAÏSOS CATALANS \*

Eulàlia Velasco i Batlle \*\*

Rebut: octubre 1979

L'objecte de la comunicació presentada és donar a conèixer l'existència d'una nova localitat, a la Península Ibèrica, de *Galium scabrum* L. [*G. ellipticum* Wild. ex Hornem., *G. rotundifolium* subsp. *ovalifolium* (Schott fil.) Rouy], rubiàcia mai no citada fins ara als Països Catalans.

Hem trobat aquesta espècie a l'extrem occidental del massís de les Gavarres (quadre UTM: DG 94), a la part mitjana d'un vessant orientat a l'W, a una altitud de 350 m. L'indret, arran de la carretera local GE-664, de Caça de la Selva a la Bisbal, entre els km 4 i 5, és força calcigat i més o menys ruderalitzat i duu una vegetació de sureda degradada sobre esquistos metamòrfics del paleozoic.

Juntament amb *Galium scabrum* són presents en aquesta localitat, entre d'altres, les següents espècies: *Quercus suber*, *Pinus pinea*, *Ulex parviflorus*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Rubia peregrina*, *Centaurea pectinata*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus salvifolius*, *Lavandula stoechas*, *Rubus ulmifolius*, *Hypnum cupressiforme*, et cètera.

*Galium scabrum*, segons les dades bibliogràfiques i d'herbari que hem pogut recollir, té una distribució macaronèsico-medi-

terrània. Ha estat trobat a Madeira i als arxipèlags de Cap Verd i de Canàries. Són molt nombroses les dades d'herbari i les citacions bibliogràfiques de la planta corresponents a l'Àfrica septentrional. Sembla també freqüent a Itàlia meridional i a les illes tirrèniques.

Finalment, a la Península Ibèrica són nombroses les indicacions de l'espècie a la zona de Gibraltar i a la regió meridional d'Andalusia; a més, *G. scabrum* ha estat citat una única vegada, de tres localitats del centre d'Espanya.

Pel que fa a l'ecologia de l'espècie, podem dir que és una planta d'ambients forestals; sol fer-se dins els alzinars o les suredes i es troba típicament a les zones mediterrànies humides o subhumides, bé que en aquest darrer cas resta limitada als indrets més frescals.

Tenint en compte els tipus de distribució que presenten les espècies que podem qualificar de mediterràneo-macaronèsiques, la nova localitat de *Galium scabrum* resulta prou coherent. Les àrees fragmentades que presenten aquests tàxons sembla que han d'interpretar-se com els residus d'una distribució terciària molt més ampla i continua.

\* Resum del treball que, amb el mateix títol, ha estat publicat a *Fol. Bot. Misc.*, 1: 53-57. 1979.

\*\* Departament de Botànica. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.



## NOVES LOCALITATS DE LA GRIMMIA PITARDI CORB. EN ELS PAÏSOS DE LA MEDITERRÀNIA OCCIDENTAL

Josep Vives i Codina \*

Rebut: desembre 1978

Entre les recol·leccions que hem fet a les comarques valencianes de la Plana Baixa i de l'Alcalatéh, i precisament entre els municipis d'Onda i de l'Alcora, hi hem classificat la *Grimmia pitardi* Corb. Aquesta mol·sa viu en uns planells prop del riu Millars, on és freqüent i abundant.

Aquestes localitats representen un nexa, fins avui desconegut, entre les àrees, ja conegudes, de la Terra Alta (Gandesa) i altres comarques situades més cap al nord; i les de la Marina Baixa (Montgó) i altres localitats situades més cap al sud.

El mapa de distribució total d'aquesta espècie, d'acord amb el que ja indicàvem a VIVES (1976) i amb les últimes dades conegudes queda, doncs, com s'indica a la figura 1.

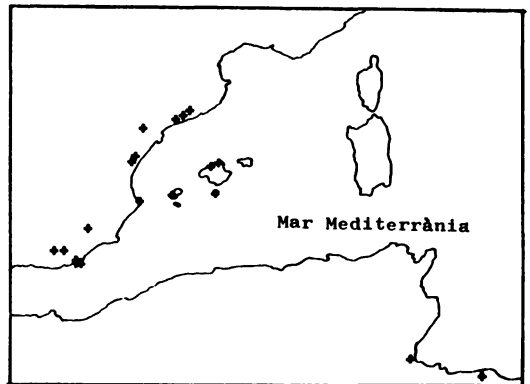


FIG. 1. Distribució de (Distribution of) *Grimmia pitardi* Corb.

### BIBLIOGRAFIA

VIVES, J. 1976. III. Vegetació briofítica. In: Impressions sobre la vegetació de l'illa de Cabrera. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 7: 119-121.

\* C. Viladomat, 141, 4t. Barcelona, 15.



## **ALGUNES OBSERVACIONS SOBRE ELS SÒLS ROIGS DE CATALUNYA (Resum)**

J. Bech \*

Rebut: novembre 1980

En la present comunicació l'autor sintetitza els seus coneixements sobre els factors i mecanismes de rubefacció que donen lloc a la gènesi de sòls roigs a Catalunya, tema de recerca al qual es dedica des de l'any 1968.

Es tracta de sòls que presenten una coloració vermella de valors 5YR, 2,5YR, 10R i 7,5R en la nomenclatura Munsell. A més de citar la ferrugenització, l'hidrotermalisme, el vulcanisme i l'herència dels sòls litocroms, exposa els caràcters fonamentals de la fertilització, tant pel que pertoca a la macromorfologia dels perfils, com a la micromorfologia i propietats físico-químiques i mineralògiques.

Es discuteix la importància dels factors clima, roca mare i temps en la fersialtització de les contrades catalanes.

Si bé es poden citar sòls roigs de cronologia varia (miocènics i més antics), són freqüents als temps post-pleiocènics. Dins el pleistocè sembla que vers el Mindel-Riss i Riss-Würm la rubefacció esdevé un procés pedogènic important.

S'exposen diversos exemples de perfils de sòls fersiallítics tant de la Catalunya seca com de la humida, en especial del Garraf, Baix Llobregat, Maresme, la Selva i Gironès. Al centre i sud predominen els fersiallítics saturats i carbonatats i els desaturats i lleixivats vers el nord. A la Selva són freqüents epifenòmens d'hidromorfia i a comarques menys humides processos de recarbonatació (exemples d'aquests últims els estudien Bech, J. i Solé, A., 1977, al Maresme).

\* Departament d'Edafologia. Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona.



## DIFERENCIACIÓ A NIVELL SUBSPECÍFIC I LA SEVA PROJECCIÓ BIOGEOGRÀFICA

Antoni Prevosti

### Nota de la Comissió de Publicacions de la ICHN

No havent rebut fins la data final d'admissió d'originals (desembre de 1980) l'article o el resum corresponent a aquesta comunicació, la Comissió de Publicacions ha cregut convenient intentar suplir-los amb una reduïda llista de referències bibliogràfiques relacionades parcialment o total, amb el tema que sota l'encapçalament indicat va desenvolupar l'autor. Aquesta llista és:

PREVOSTI, A. 1974. La distancia genética entre poblaciones. *Miscelánea Alcobé*. Publ. Universidad. Barcelona: 109-118.

PREVOSTI, A. 1978. Polimorfismo cromosómico y evolución. *Investigación y Ciencia*, 26: 90-103. (Reproduït a *Evolución*. Labor. Barcelona. 1979: 85-99.

PREVOSTI, A., ALONSO, G. & OCAÑA, J. 1978. Distàn-

cia genética i la seva aplicació a l'estudi del polimorfisme cromosòmic. *Coñ. Soc. Cat. Biol.*, X-XI: 39-50.

PREVOSTI, A., OCAÑA, J. & ALONSO, G. 1975. Distances between populations of *Drosophila subobscura*, based on chromosome arrangement frequencies. *Theoret. Appl. Genetics*, 45: 231-241.





## DISTRIBUCIÓ DELS DIAPTÒMIDS IBÈRICS EN RELACIÓ AMB ÀREES GEOGRÀFIQUES PRÒXIMES: FACTORS HISTÒRICS I ECOLÒGICS

M. Alonso \* i J. Armengol \*

Rebut: octubre 1979

### SUMMARY

**Contribution of the Iberian diaptomids in relation with neighboring geographic areas: historical and ecological factors**

The information obtained on the Diaptomid distribution in the reservoirs (ARMEN-GOL, 1978) and in the endorreic areas of Spain (ALONSO, unpublished material) allows a more accurate study of the distribution of the species of this crustacean group. The current distribution of the Diaptomids in Europa is recent and basically a result of the last glatiations. The Iberian Peninsula, like the Balkanian, has played an important role in the migration of many species. Some of the genera, the cold stenotherms, have progressed with the glatiations and now show a boreoalpine distribution (**Mixodiaptomus**, **Diaptomus**), but others, such **Lovenula** and **Hemidiaptomus**, which are tropical in origin, have had fast displacements during the warm interglacial periods and at present are found in the arid and semiarid regions of Spain.

The historical factors have played together with the ecological ones. Their role in the dispersion of the species is important, and the ecological factors have determined the presence of each species in a given environment. In spite of the difficulty in separating the effect of each set of these two factors (MARGALEF, 1974), some species of Diaptomids show in their distribution a close relation with certain environmental parameters. For this reason these species are considered as «biological indicators» (**Lovenula alluaudi** of sulphates, **Arctodiaptomus salinus** of chloride, **Diaptomus castaneti** of oligotrophic and acidic lakes).

Diaptomids, like many other freshwater organisms, show a high variability. The differences among populations of several lakes have an extraordinary interest in limnological studies, but it is necessary to know in each case whether the differences are due to the species evolution or to a temporal variability.

Until now the biometric study of populations has been the more used method for detecting variability, but recently and in other groups of crustaceans, the study of caryotypes (EINSLE, 1975) or of enzymatic groups (MURTHY & FRASER, 1971; HEBERT, 1973) has been used to discover variability. These methods would permit a more accurate study of the intraespecific differences in the Diaptomids.

\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

## I. INTRODUCCIÓ

Els diaptòmids constitueixen un grup de crustacis copèpodes de distribució mundial, si bé confinats a les aigües continentals.

A escala mundial, la seva distribució reflecteix bastant bé les relacions històriques que han sofert els continents. BREHM (1947), comparant diaptòmids localitzats a ambdós costats de l'oceà Atlàntic, observà similituds i diferències que reflectien a grans trets els moviments tectònics que varen donar lloc a la formació dels continents. Des d'un punt de vista més ampli, HUTCHINSON (1967) es fixa en l'admirable diferenciació de la composició de les faunes de diaptòmids de les diferents grans regions biogeogràfiques, a nivell mundial.

Centrant la qüestió a Europa, cal indicar que la distribució actual dels diaptòmids és molt més recent i centrada bàsicament en els canvis climàtics originats a rel de les últimes glaciacions. Com a conseqüència d'aquestes es va produir un moviment general de migració cap al sud que, posteriorment, va ésser substituït per un altre de recolonització cap al nord, a mida que el gel va anar retrocedint. Tanmateix ens cal dir que aquests desplaçaments de nord a sud i viceversa no justifiquen per ells sols la distribució actual dels diaptòmids, si bé han estat un factor important en la seva configuració. A continuació s'intenta passar revista a aquests factors, especialment en aquells que han influït més decisivament en la composició actual de la fauna de diaptòmids de la Península Ibèrica.

## II. FACTORS HISTÒRICS

Com dèiem, les glaciacions han afectat de manera molt directa la distribució d'algunes de les espècies de diaptòmids, sobretot les de tipus boreo-alpí. Com assenyala MARGALEF (1974), en el cas particular de la Península Ibèrica, el refredament del clima va facilitar l'avançada de les espècies estenotermes d'aigües fredes seguint el pas de les diferents serralades que la creuen en diferents sentits, i, en alguns casos, va fer possible la seva penetració al nord d'Àfrica i àdhuc al llac Xad.

La distribució d'algunes de les espècies que trobem a la Península ens pot il·lustrar

aquest fenomen. *Mixodiaptomus laciniatus* té una distribució boreo-alpina. Al nord d'Europa viu en tolls i llacunes, mentre que en fer-se les localitats més meridionals, va apareixent en llacs més grans i profunds, d'aigües fredes, alhora que puja més amunt de les muntanyes; en el seu límit sud arriba fins les serralades de l'Atlas. Com passa en moltes espècies animals i vegetals, la seva variabilitat és més gran a les zones limítrofes de l'àrea de distribució; així, en arribar al Pirineu, s'observa l'aparició d'algunes formes de *M. laciniatus* de valor taxonòmic i acceptació diversos segons els autors, però que, si més no, tenen les suficients diferències morfològiques respecte a la forma típica com per haver cridat l'atenció dels especialistes. Així, en el Pirineu francès apareix *M. laciniatus migoti* com una forma de distribució bastant local; a la resta de la Península es troba la forma típica, que continua conservant el seu caràcter estenoterm d'aigües fredes, i alhora, *M. laciniatus atlantis*, que viu tant a les aigües temporals com als llacs de muntanya, i la distribució de la qual (a nivell de subspècie) arriba fins a la serralada de l'Atlas.

Altres espècies del mateix gènere, tot i tenint una àrea de distribució molt més limitada, que no arriba a la Península, mostren, com en el cas anterior, un caràcter estenoterm. Aquest és el cas de *M. theeli*, d'Europa septentrional i oriental i, encara que en menor grau, de *M. taticus*, que viu a Europa central inclosos els Alps i la Península Balcànica.

Això no obstant, no tots els representants d'aquest gènere tenen el mateix comportament; *M. kupelwieseri* i *M. incrassatus* es mostren adaptats a climes molt més càlids i viuen a les llacunes temporals de zones estepàries i endorreiques. La primera espècie es distribueix pel sud d'Europa, i la segona pel nord d'Àfrica, ambdues amb la Península Ibèrica i l'illa de Sardenya com a úniques àrees de superposició (figs. 1 i 2).

La fragmentació latitudinal que presenta el gènere *Mixodiaptomus* no és l'únic exemple dins del grup dels diaptòmids: de fet, PIROCCHI (1947) proposa un fenomen similar per al gènere *Diaptomus*, proposta que va prenent cada vegada més solidesa a mesura que es va disposant de més informació referent a la Península Ibèrica (fig. 3). A la zona més septentrional d'Europa trobem *D. gracilis*, que arriba

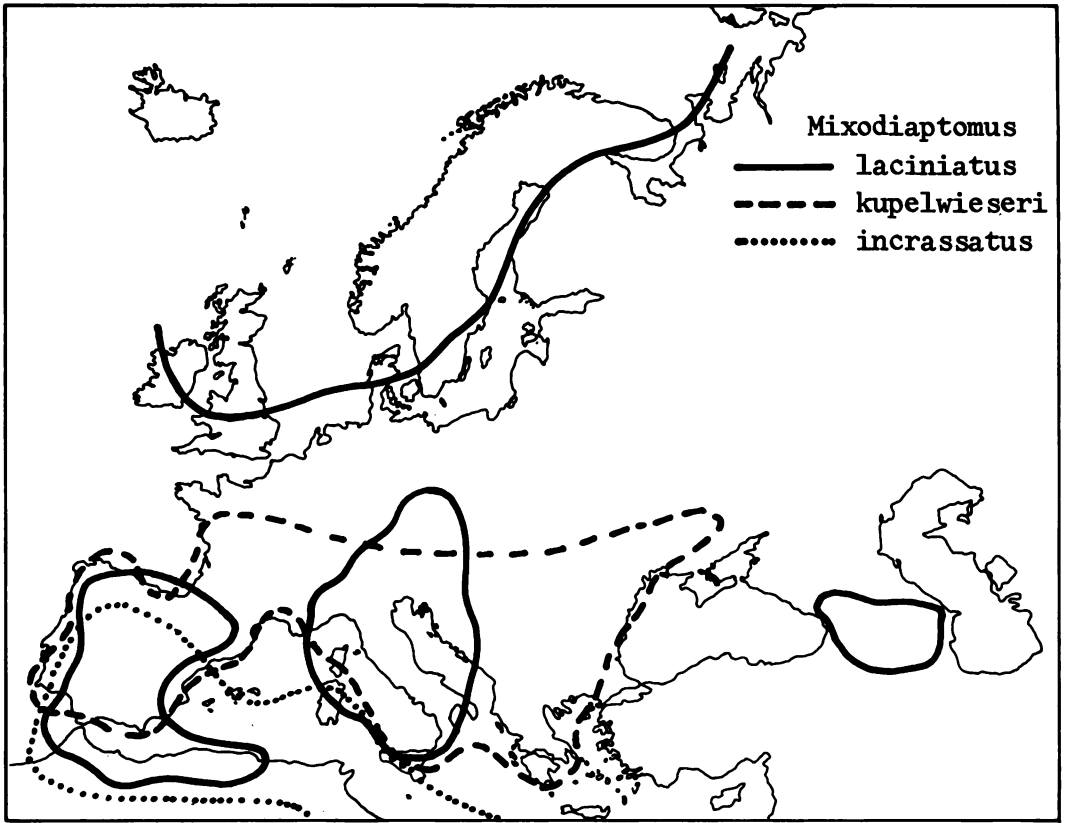
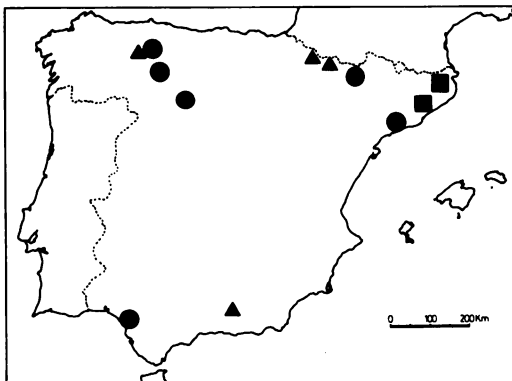
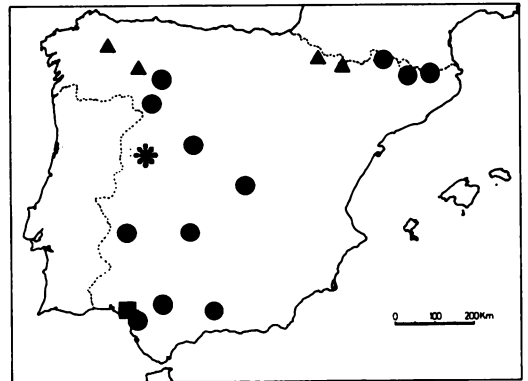


FIG. 1. Area de distribució a Europa i Africa del nord d'algunes espècies del gènere *Mixodiaptomus*.  
 European and Northern African distribution area of some species of the genus *Mixodiaptomus*.



*Mixodiaptomus incrassatus* ●  
*M. kupelwieseri* ■ *M. laciniatus* ▲

FIG. 2. Distribució ibèrica del gènere *Mixodiaptomus*.  
 Iberian distribution of the genus *Mixodiaptomus*.



*Diaptomus cyaneus* ● *D. castaneti* ▲  
*D. kenitraensis* ■ *D. castor* \*

FIG. 3. Distribució ibèrica del gènere *Diaptomus*.  
 Iberian distribution of the genus *Diaptomus*.

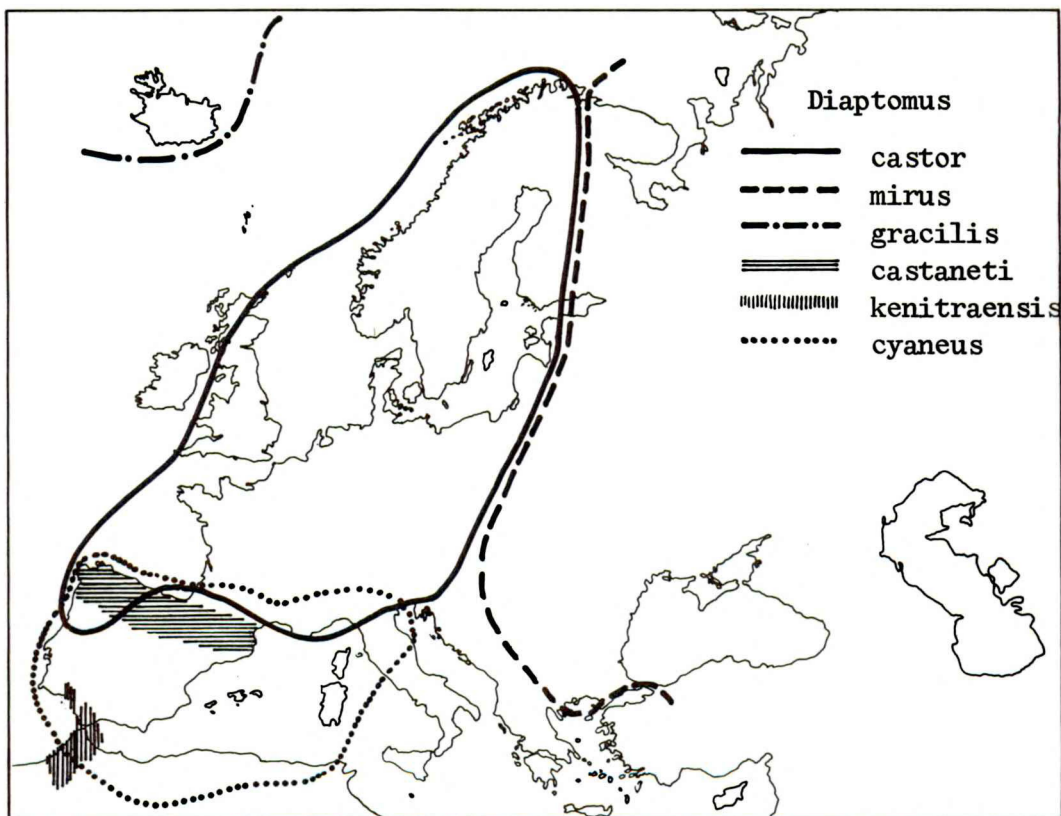


FIG. 4. Area de distribució a Europa i Africa del nord d'algunes espècies del gènere *Diaptomus*. European and Northern African distribution area of some species of the genus *Diaptomus*.

fins a Islàndia; a continuació, des d'Escandinàvia fins al nord d'Espanya, apareix *D. castor*; a tot el nord de la Península, des de Galícia fins als Pirineus, hi viu *D. castaneti*, que pot arribar, encara que de manera aïllada, fins al Massís Central francès; a continuació, *D. cyaneus* es distribueix per tota la Península Ibèrica, el nord d'Àfrica i els Alps, i en punts molt aïllats d'Europa central i Dalmàcia. Finalment, hi ha *D. kenitraensis*, de distribució centrada al nord d'Àfrica i sud de la Península Ibèrica (fig. 4).

Tant o més interessants que la distribució de les diferents espècies del gènere *Diaptomus* són les relacions que es presenten entre elles en els límits de les seves àrees de distribució o en aquells punts on es produeix una superposició de dues espècies. En general es pot dir que s'es-

devé un fenomen semblant a l'observat a nivell de grup.

Segons DUSSART (1967), les poblacions aïllades del Massís Central francès de *D. castaneti* presenten afinitats morfològiques significatives amb *D. castor*, i tant és així que donen origen a la creació d'una nova subespècie (*D. castaneti major*); per altra banda, MARGALEF (1952) indica que les poblacions de la vessant sud del Pirineu (Andorra) presenten un cert parentiu amb *D. kenitraensis*.

*D. cyaneus* mostra un comportament similar, però amb una fragmentació encara més gran. Les formes que viuen al nord d'Àfrica i a la Península Balcànica es consideren com una subespècie (*D. cyaneus admotus*). Als Alps italians i en certs punts del Pirineu oriental es troba *D. cyaneus peyraficaensis*. Les poblacions de

la Camarga, segons DUSSART, estan perfectament diferenciades de la resta de les poblacions de l'espècie, i per això aquest defineix per a elles la subespècie *D. cyaneus intermedius*. Finalment, *D. cyaneus rostripes* forma poblacions aïllades a l'Europa central (Alemanya).

Tal i com ens trobàvem al tractar el gènere *Mixodiptomus*, tampoc en aquest cas existeix una uniformitat de criteris pel que fa a la categoria sistemàtica del que hem considerat com a subespècies de *D. cyaneus*; tot i amb això, creiem que les relacions morfològiques que presenten són prou evidents i il·lustratives de la fragmentació que es produeix a dins d'una espècie, o d'un grup d'espècies, segons que es vulgui considerar.

El desplaçament d'espècies cap a zones meridionals va originar una fragmentació d'aquelles poblacions que es varen acumu-

lar als punts més extrems d'Europa. A escala reduïda, el cas més clar seria la distribució disjunta que presenten moltes de les espècies, tant animals com vegetals, que viuen actualment a les penínsules Ibèrica i Balcànica. A una escala més gran, s'observa un fenomen similar en espècies que es distribueixen per Europa meridional i l'Àsia central.

A dins del grup dels diptòmits, certament el cas més representatiu d'una distribució d'aquest tipus és el de *Mixodiptomus incrassatus*, la distribució del qual inclou dos nuclis, un situat a l'àrea mediterrània, i l'altre a l'Àsia central (fig. 1).

Potser posats a un nivell més especulatiu, es podria pensar que les diferències que s'observen en comparar la fauna de diptòmits d'Europa oriental amb la d'Europa occidental, tenen el seu origen en el període d'aïllament de les poblacions de

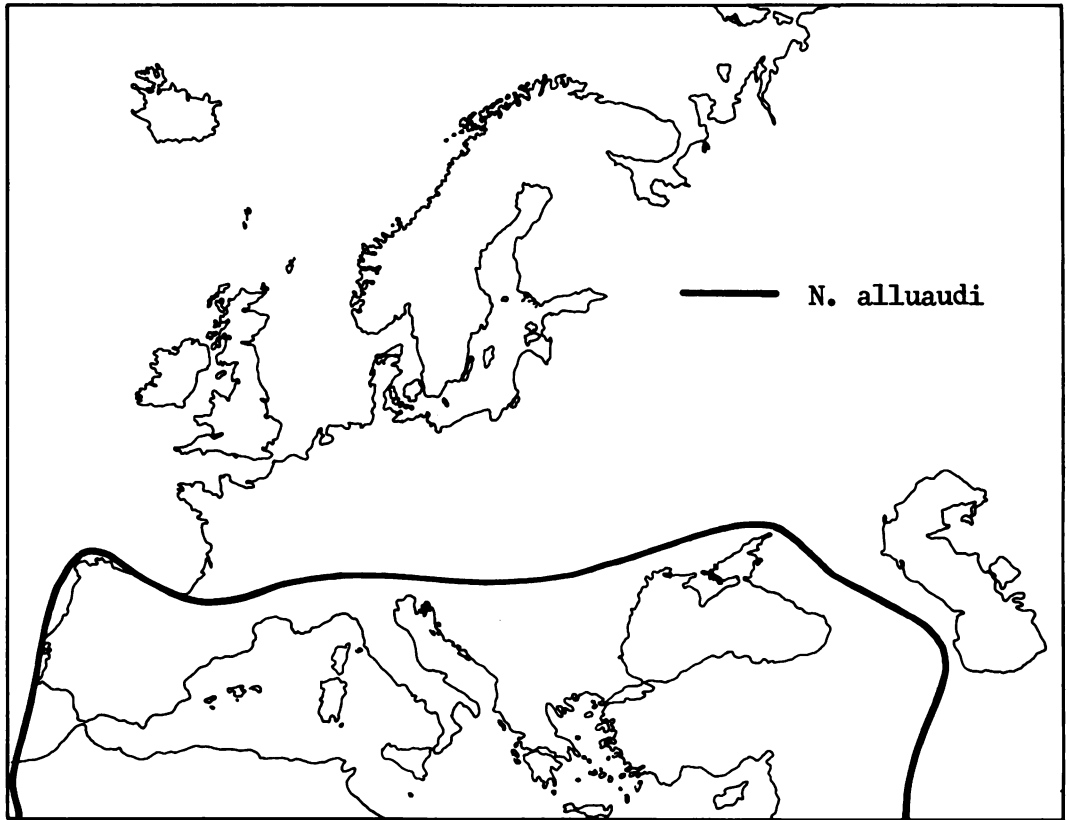


FIG. 5. Area de distribució a Europa i Àfrica del nord de *Lovenula (Neolovenula) alluaudi*. European and Northern African distribution area of *Lovenula (Neolovenula) alluaudi*.

les dues penínsules esmentades, durant el qual es varen poder diferenciar prou com perquè en tornar a migrar cap al nord, ho fessin ja com a espècies diferents. Aquest podria ésser el cas de *D. castor* i de *D. mirus*.

De la mateixa manera com les glaciacions varen donar lloc a migracions nord-sud de les espècies de la fauna europea, els períodes interglacials, més càlids, varen fer possible la invasió d'espècies d'origen típicament tropicals. A dins de l'àmbit de les aigües continentals, són nombrosos els exemples d'aquest tipus. Les diferents espècies del gènere *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) dels cladòcers, o els gèneres *Thermocyclops* i *Mesocyclops* dels ciclòpids que es troben actualment a Europa, són casos representatius d'aquest tipus de distribució. També en els diaptòmids hi ha exemples similars, però a la Península Ibèrica corresponen únicament a representants dels gèneres *Lovenula* i *Hemidiaptomus*.

El gènere *Lovenula* està extraordinàriament diversificat a les zones tropical i etiòpica, però té un representant, *L. alluaudi*, que s'estén fins a la zona nord del Mediterrani i mar Negra (figs. 5 i 6). Aquesta espècie, si bé mostra característiques morfològiques clarament diferents de les de la resta del grup, manté unes preferències ambientals que són un bon reflex de les condicions que caracteritzen la seva zona d'origen, donat que viu en aigües

temporals, llacs i embassaments de zones endorreiques, de clima àrid o semiàrid.

Com en el cas anterior, el gènere *Hemidiaptomus*, tot i que es troba molt més estès i també més diversificat a Europa, és d'origen tropical. Tant en la seva àrea d'origen com a Europa es distingeixen dos grups ben diferenciats, que es consideren corresponents a dos subgèneres (*Hemidiaptomus* s. str. i *Gigantodiaptomus*). D'ambdós, únicament trobem representat a la península el grup *Gigantodiaptomus*, l'únic que tractarem ací (figs. 7 i 8).

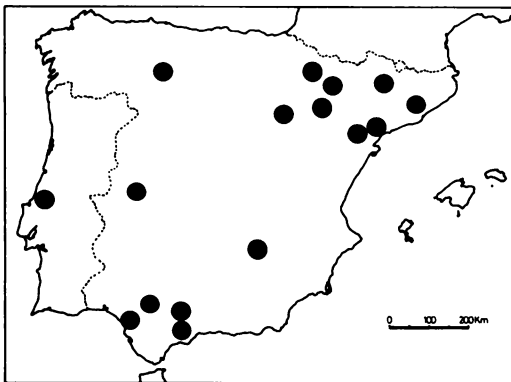
Seguint la seva àrea de distribució en la direcció nord-sud, ens trobem amb les següents espècies: *H. (G.) maroccanus*, espècie típicament nord-africana, que estén la seva àrea a punts aïllats del sud d'Espanya; a continuació *H. (G.) roubau*, de distribució molt més àmplia i centrada a la Península Ibèrica i el nord d'Àfrica, encara que arriba fins al sud de França i les illes del Mediterrani occidental (Còrsega i Sardenya); finalment, més cap al nord i amb una àrea de distribució que inclou gairebé tota la resta d'Europa, tret de la zona mediterrània i els països nòrdics, apareixen tres espècies més, repartides desigualment: *H. (G.) hungaricus*, *H. (G.) amblyodon* i *H. (G.) superbus*.

### III. FACTORS ECOLÒGICS

Fins ara hem tractat els factors històrics que han configurat el marc en el qual s'han distribuït els diaptòmids. No obstant, la distribució actual d'aquests no és una conseqüència exclusiva d'aquells factors, sinó que, paral·lelament hi han intervingut factors ecològics (diferent comportament davant d'espècies competidores, microclimes, característiques físico-químiques de l'aigua, etc.) que han acabat de configurar detalladament el panorama actual de la distribució dels diaptòmids.

Segons MARGALEF (1974), és difícil des- triar aquests efectes, donat que ambdós influeixen en les característiques dels ecosistemes actuals. Els factors històrics expliquen els esdeveniments que han facilitat l'arribada d'espècies a un lloc determinat, i els ecològics influeixen en la distribució local de cada espècie, en funció dels ambients a l'abast. L'acció simultània d'ambdós factors és allò que determina en definitiva l'evolució de l'espècie.

Tot i que a la Península Ibèrica se su-



*Neolovenula alluaudi* ●

FIG. 6. Distribució ibèrica de *Lovenula* (*Neolovenula*) *alluaudi*.  
Iberian distribution of *Lovenula* (*Neolovenula*) *alluaudi*.

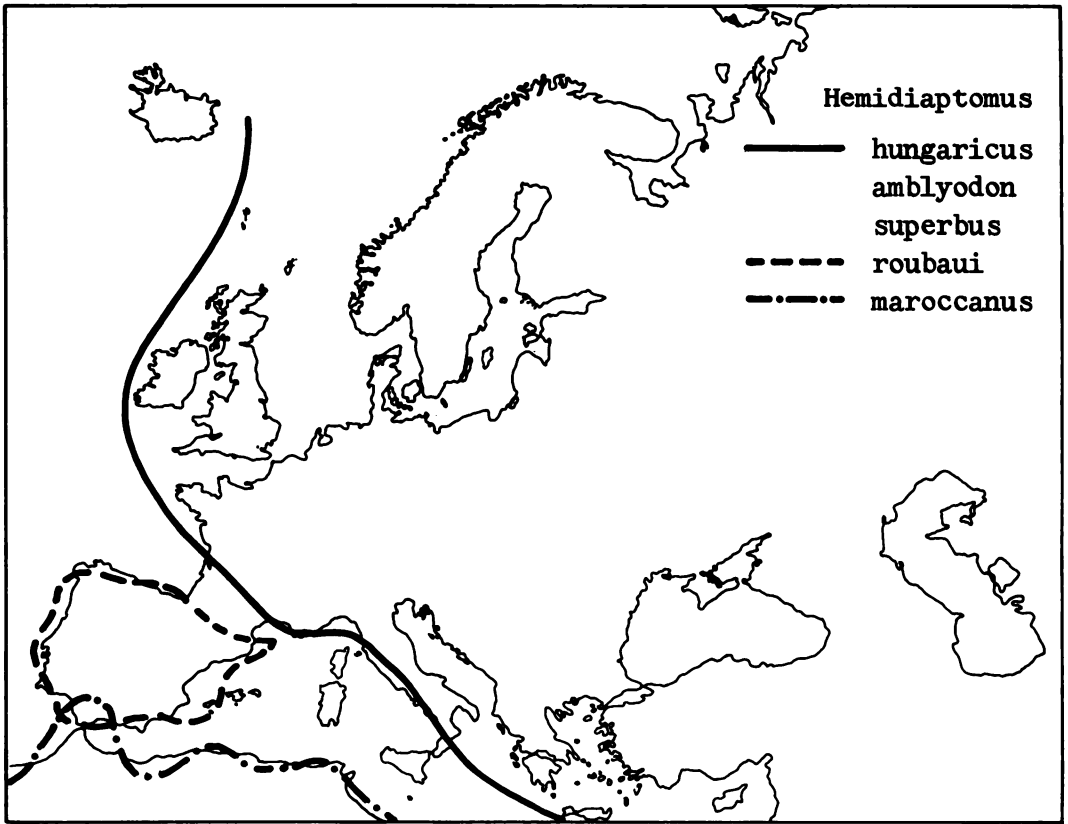
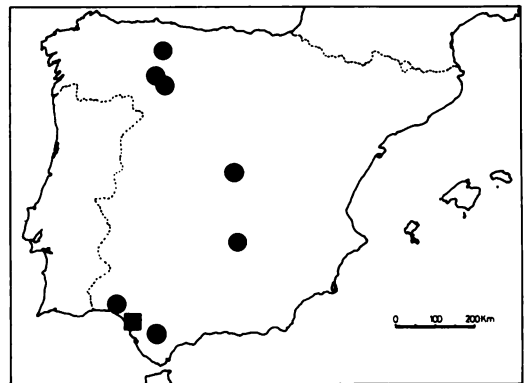


FIG. 7. Area de distribució a Europa i Àfrica del nord d'algunes espècies del gènere *Hemidiaptomus*. European and Northern African distribution area of some species of the genus *Hemidiaptomus*.

perposen les àrees de distribució de moltes espècies, en molts casos cada una d'aquestes presenta unes adaptacions ecològiques exclusives que fan possible la seva coincidència. D'ací l'interès que tenen aquestes espècies en l'ecologia, com a indicadors de determinades característiques ambientals (*Lovenula*, de  $SO_4$ ; *A. salinus*, de  $ClNa$  o  $CO_3Ca$ ; *D. castaneti*, de llacs oligotròfics, etc.).

Algunes de les espècies que viuen a la Península Ibèrica mostren una distribució característica que es fa difícil d'explicar en termes històrics, i per altra banda presenten adaptacions ecològiques ben definides. *Arctodiaptomus salinus* és una espècie circummediterrània que s'estén per l'est fins a l'Àsia central (figs. 9 i 10). A la península sempre apareix associat a aigües amb un elevat grau de mineralització, tant si aquest és degut a clorurs com a carbo-



*Hemidiaptomus roubaii* ● *H. maroccanus* ■

FIG. 8. Distribució ibèrica del gènere *Hemidiaptomus*. Iberian distribution of the genus *Hemidiaptomus*.

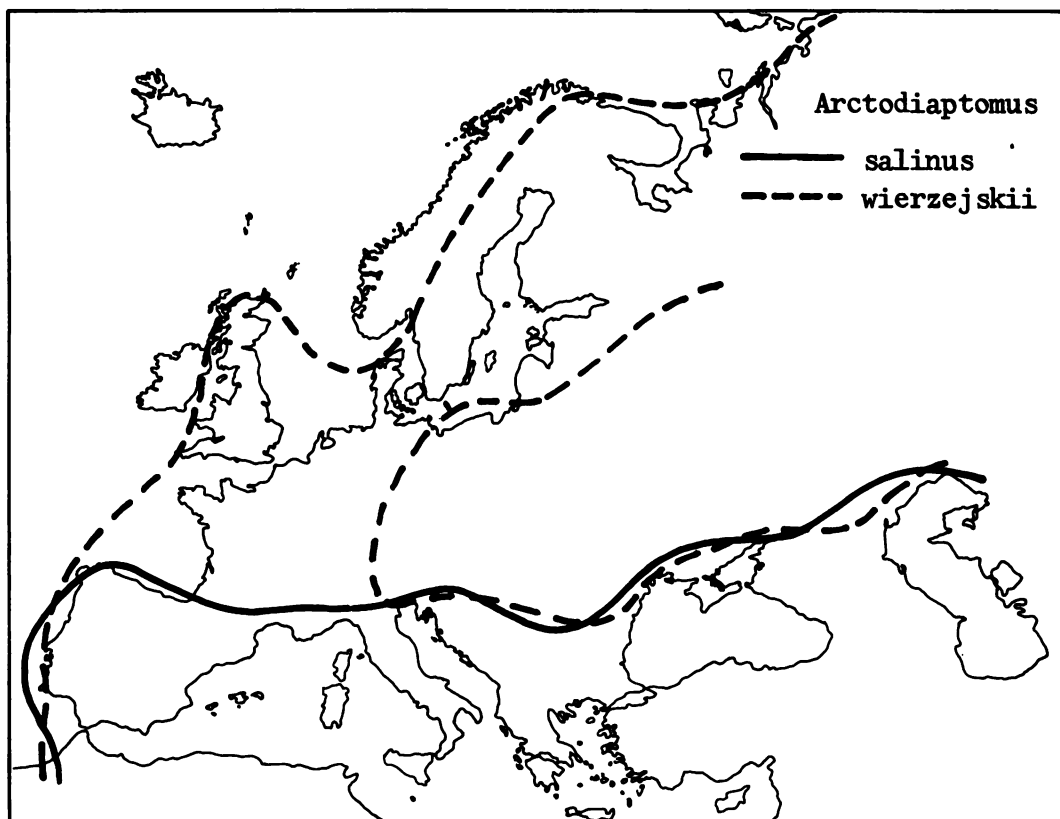
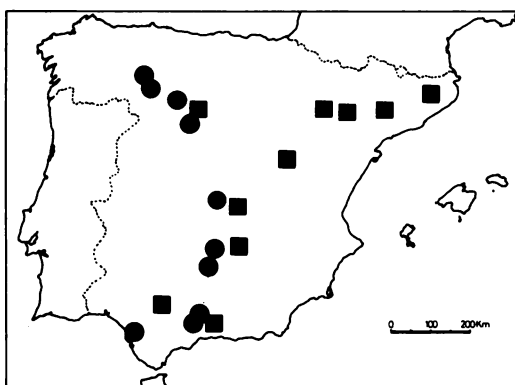


FIG. 9. Area de distribució a Europa i Africa del nord d'algunes espècies del gènere *Arctodiaptomus*. European and Northern African distribution area of some species of the genus *Arctodiaptomus*.



*Arctodiaptomus wierzejskii* ●

*A. salinus* ■

FIG. 10. Distribució ibèrica del gènere *Arctodiaptomus*.

Iberian distribution of the genus *Arctodiaptomus*.

nats; és interessant fixar-se en aquest comportament facultatiu ja que contrasta amb el que mostra aquesta espècie a la resta de la seva àrea de distribució. A fora de la península es troba també *A. spinosus*, que com l'espècie anterior, viu en aigües mineralitzades; doncs bé, existeix un clar fenomen de segregació entre ambdues espècies, de manera que *A. salinus* es troba a les aigües riques en clorurs, mentre que *A. spinosus* únicament apareix quan predominen els carbonats i els bicarbonats (HUTCHINSON, 1967).

L'altra espècie d'*Arctodiaptomus* que es troba a la península és *A. wierzejskii*, l'àrea de distribució de la qual inclou la major part d'Europa (figs. 9 i 10). Es tracta d'una espècie de les que HUTCHINSON (1967) anomena fugitiva, donant a entendre que és molt poc especialitzada i extraordinàriament resistent a ambients ex-



trens. Aquest comportament la fa capaç de colonitzar aigües a les quals no hi poden viure altres espècies, però com a contrapartida, es veu expulsada així que es presenten aquestes espècies més especialitzades i més ben adaptades a ambients determinats. Segons HUTCHINSON, «el caràcter fugitiu d'aquestes espècies fa que els límits de les seves distribucions siguin bastant imprecisos donada la variabilitat amb què apareixen i desapareixen; no obstant, i parlant en termes generals, l'acumulació reiterada de citacions permet d'esbossar a grans trets les zones on la seva presència pot considerar-se com a segura».

Podem trobar encara dues espècies més de diaptòmids a la nostra península, encara que en cap d'elles hi ha evidència dels factors que han motivat la seva presència. *Copidodiaptomus numidicus* es troba al

nord d'Àfrica i al sud i l'oest de la Península Ibèrica, tant a les aigües temporals com als embassaments, on es comporta com una espècie típicament planctònica. Morfològicament, *C. numidicus* és molt semblant a *C. steueri*, i això va fer pensar en un principi que l'espècie que es trobava als embassaments era la segona, i que ambdues superposaven les seves àrees de distribució (ARMENGOL, 1978). Això no obstant, actualment creiem que el que ocupa la zona esmentada és *C. numidicus*, mentre que *C. steueri* es distribueix pel nord d'Itàlia i la Península Balcànica (figs. 11 i 12).

Per acabar, recentment s'ha descrit, al sud d'Espanya, *Dussartius baeticus*, del qual les úniques localitats conegudes fins ara són uns petits tolls temporals de les maresmes del Guadalquivir (figs. 11 i 12), per això és difícil d'establir la seva possible àrea de distribució.

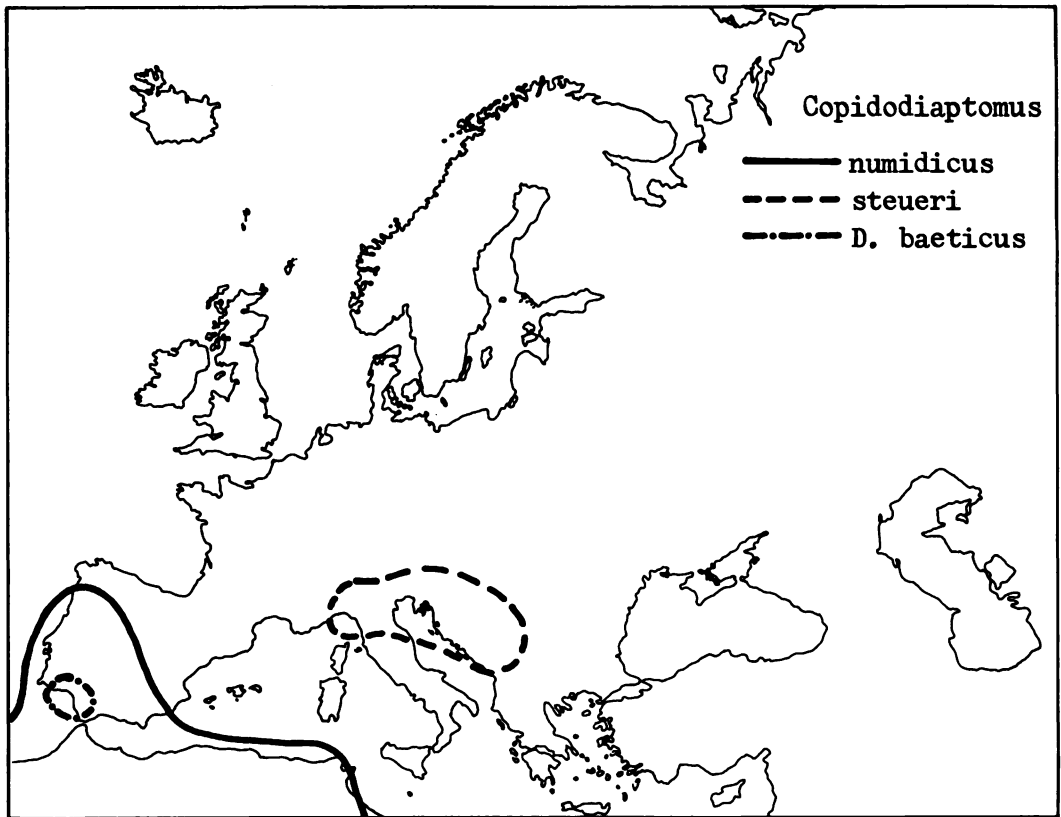
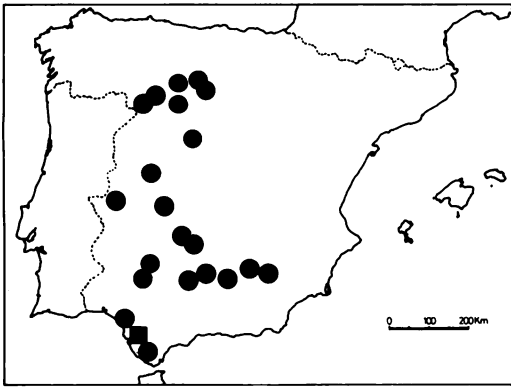


FIG. 11. Distribució a Europa i Àfrica del nord dels gèneres *Copidodiaptomus* i *Dussartius*. European and Northern African distribution area of the genus *Copidodiaptomus* and *Dussartius*.



*Copidodiaptomus numidicus* ●  
*Dussartius baeticus* ■

FIG. 12. Distribució ibèrica dels gèneres *Copidodiaptomus* i *Dussartius*.  
 Iberian distribution of the genus *Copidodiaptomus* and *Dussartius*.

#### IV. VARIABILITAT

A escala reduïda, les diferències morfològiques que s'observen dins de l'àrea de distribució d'una espècie i que de vegades són motiu de conflicte entre els sistemàtics, poden ésser il·lustratives dels processos que han donat lloc a la configuració definitiva del panorama actual.

Moltes vegades, les aigües continentals es comporten com a nuclis aïllats entre els quals no és gaire freqüent l'intercanvi d'espècies. En aquest sentit, les poblacions que les habiten evolucionen individualment i s'adapten cada vegada més a les seves condicions ambientals. La realització d'estudis comparatius entre llacs i tolls d'una regió permet de comparar-ne les poblacions.

El problema que sorgeix en estudiar a petita escala les diferències entre poblacions radica en la dificultat de destriar entre allò que forma part de la variabilitat pròpia de l'espècie i allò que representa un canvi evolutiu per a ella.

Moltes de les observacions realitzades sobre diferències entre poblacions d'una mateixa espècie es basen en mostres puntuals, que ben poques vegades estan relacionades en el temps. D'una manera general, els organismes de les aigües con-

tinents presenten una gran variabilitat (*Daphnia*, *Cyclops*), i això fa que la descripció de formes, si bé útil en ecologia, tingui poc interès des del punt de vista sistemàtic.

Alguns exemples de diferenciació de poblacions de diaptòmids il·lustren el que ara comentàvem, tot i que ens cal insistir en la dificultat de distingir el que són fenòmens de variabilitat pròpia de l'espècie, d'aquells que pertanyen a la seva diferenciació genètica. Certament, la solució definitiva al problema de la variabilitat s'ha d'escometre a partir de l'estudi de cada grup d'espècies. Des de fa temps s'ha emprat l'estudi de cariotips per als ciclòpids, i recentment (EINSLE, 1975), s'ha recorregut a aquesta tècnica per a diferenciar les espècies de *Cyclops*. La seva aplicació als diaptòmids podria ésser una bona ajuda en aquest sentit. En un nivell més avançat, també l'ús de tècniques d'electroforesi podria donar bons resultats, i àdhuc més detallats, sobre la diferenciació de les espècies a escala molt més reduïda. Aquestes tècniques van essent cada vegada més emprades en l'estudi dels organismes de les aigües dolces, tot i que es troben encara en les seves primeres fases (HEBERT, 1973; MURTHY & FRASER, 1971).

A la vessant sud dels Pirineus orientals i centrals, MIRACLE (1978) ha portat a terme un estudi dels crustacis de 153 llacs. En alguns d'ells apareix *D. cyaneus* i es poden diferenciar tres nuclis ben clars. En els llacs més orientals es troben poblacions que tenen certes afinitats amb *D. c. admotus*. En canvi, en els de la part central de la zona estudiada es troben poblacions més pròximes a *D. c. peyraficaensis*. Finalment, en els llacs més occidentals la semblança és més gran amb *D. c. rostripes*, que està morfològicament molt més diferenciat de les altres dues subespècies.

El nivell en el qual es poden manifestar les diferències morfològiques entre diferents individus pot ésser molt petit; TONOLLI (1949) arribà a trobar diferències morfològiques entre els *M. laciniatus* d'un sol llac (el Maggiore), i distingí els que vivien a les zones pròximes a la superfície dels que es distribuïen per les zones més profundes.

Sense intenció d'iniciar cap polèmica sobre la vàlida sistemàtica de cap de les varietats, subespècies o fins i tot espècies que ací s'han considerat, creiem que el seu

reconeixement en aquest treball pot ajudar, si més no, a ressaltar la gran plasticitat que presenten els diaptòmids.

No hem intentat establir uns límits definits en la distribució de les espècies (ja que les seves àrees conegudes canvien a mida que van sorgint nous estudis), sinó únicament comparar la informació de què actualment disposem al voltant de la seva distribució amb les hipòtesis més plausibles que la poden haver originat. El resultat, encara que incert a causa de la impossibilitat real de reconstruir els fets, intenta establir relacions entre moltes de les espècies, alhora que estimular l'estudi comparatiu i detallat de poblacions independents d'una mateixa espècie.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARMENGOL, J. 1978. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. *Oecologia aquatica*, 3: 3-96.
- BREHM, V. 1947. Reflexiones sobre relaciones zoológicas de la fauna de agua dulce de la Península Ibérica. *P. Inst. Biol. Apli.*, 4: 53-74.
- DUSSART, B. 1967. *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe Occidentale. I: Calanoides et Harpacticoides*. Boubée. Paris.
- EINSLER, U. 1975. Revision der Gattung *Cyclops* s. str. speziell der *abyssorum* —Gruppe—. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 32: 57-219.
- HEBERT, P. D. 1973. Phenotypic variability of Lactate Dehydrogenase in *Daphnia magna*. *Journ. Exp. Zool.*, 186: 33-38.
- HUTCHINSON, E. 1967. *A treatise on Limnology. Vol. II. Introduction to the lake biology and the Limnoplankton*. John Wiley. New York-London.
- MARGALEF, R. 1952. La vida en las aguas dulces de Andorra. *Actas 1r. Congreso Int. del Pirineo. Inst. Est. Pirenaicos*: 1-107.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega. Barcelona.
- MIRACLE, R. 1978. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos de los Pirineos y su interés biogeográfico. *Oecologia aquatica*, 3: 167-191.
- MURTHY, R. & FRASER, A. 1971. Lactate dehydrogenase (LDH) differences between sexual phases in *Daphnia magna*. *Genetics*, 68: 46.
- PIROCCHI, L. 1947. Diaptomidi d'alta montagna. III. Il diaptomide di Pierafica (Alpi maritime). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 3: 469-476.
- TONOLLI, V. 1949. Distribuzione in quota e tempo di entità fenotipiche biometricamente differenziabili entro la popolazione di *Mixodiaptomus laciniatus* Lill. del lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 5: 317-325.



## BIOGEOGRAFIA DEL ZOOPLÀNCTON DELS LLACS DELS PIRINEUS

Maria-Rosa Miracle \*

Rebut: febrer 1980

### SUMMARY

#### Biogeography of the zooplankton from the lakes of the Pyrenees

Detailed surveys of zooplankton from more than 150 lakes of the Pyrenees yield the following biogeographical results. Widely dispersed groups such as Rotifers and Cladocera are represented in the Pyrenees by cosmopolitan species and also by species of a nordic or a boreoalpine distribution, and not by any which could be typical from more southern areas. Almost all boreoalpine species of Rotifers are represented but not all boreoalpine Cladocera have been found in the Pyrenees. Alpine lakes from the other mountain systems of the Peninsula have only cosmopolitan species of these groups.

Calanoid Copepods clearly differentiate the Pyrenees from the other European mountains, with only one boreoalpine species (**Mixodiaptomus laciniatus**), being the others European (**Eudiaptomus vulgaris**) or Western Mediterranean (**Diaptomus cyaneus** and **D. castaneti**).

The distribution of Calanoids would appear impossible unless historical and competitive factors are considered. Strong competition exists between **E. vulgaris** and **M. laciniatus** according to their distribution in the Pyrenees, the first one inhabiting the Eastern part of this mountains and the later one being restricted to the Western part. The calanoid species more frequent in the Pyrenees is **Diaptomus cyaneus**, species with a relict occurrence in Dalmatia, endorreic and litoral lagoons of the western Mediterranean countries and frequent in the Pyrenees and in the North African Atlas. In the Pyrenees the two forms: **D. c. cyaneus** and **D. c. admotus** have been found, the later exclusively in the East (Cerdanya). The other calanoid species, among the four present in the Pyrenees, is **Diaptomus castaneti**; it shows an even more restricted occurrence, with a few localities in the French Central System, in the mountains of Northwestern Spain and in the Eastern part of the Pyrenees. The presence of these **Diaptomus** species and the absence of the most frequent species of the Alpes and other European mountains give the Pyrenees a Western Mediterranean biogeographical character. Probably the isolation and extreme conditions of the lakes of the Pyrenees, all of them very small and at high altitudes (due to a less important glacial action than other European mountains) made their colonization difficult, competition and the first founder effect being very important. The lakes of the Pyrenees are then inhabited by few species of few dominant genera of planktonic crustaceans (mainly **Daphnia**, **Cyclops** and **Diaptomus**) showing a notable subspecific variability, and they are characterized by a rather relict calanoid fauna.

\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

Els organismes del zooplàncton s'han considerat generalment cosmopolites, i tan sols en el grup dels diaptòmids i en unes poques espècies d'altres grups es troba una distribució que pugui considerar-se determinada per la història de la seva dispersió. No obstant això, l'estudi de la fauna planctònica de 153 llacs del Pirineu, majoritàriament de la vessant sud (MIRACLE, 1978), ha donat com a resultat una caracterització geogràfica d'aquesta serralada, ben separada de les altres muntanyes europees.

Els llacs estudiats volien cobrir la màxima extensió dels Pirineus, i van ésser mostrejats amb l'ajut d'excursionistes i estudiants de biologia, des de la vall de Núria a la de Panticosa, ja que les aigües estancades més enllà d'aquestes valls són molt escasses. Per donar idea de les zones cobertes, s'exposa a continuació una llista amb el nombre de llacs estudiats corresponents a les valls altes dels rius principals que baixen dels Pirineus:

Tet: 2  
 Ter: 1  
 Segre: 15  
 Noguera Pallaresa: 43  
 Flamisell: 4  
 Garona: 31 (part espanyola)  
 Noguera Ribagorçana: 19  
 Cinca: 23  
 Gàllego: 12  
 Aragón: 1

Dins del mateix programa s'han examinat mostres recollides a altres zones d'alta muntanya de la Península Ibèrica, principalment del Sistema Central, Sistema Ibèric, Serralada Cantàbrica i Serra Segundera.

## RESULTATS D'INTERÈS BIOGEOGRÀFIC

Tractarem per separat cada un dels grups principals del zooplàncton perquè les característiques de dispersió de cada un d'ells són diferents. Exclourem els protozous, majoritàriament cosmopolites, i no mostrejats adequadament en el nostre treball, i ens centrarem en els següents grups: 1) rotífers, 2) cladòcers (ambdós partenogenètics i de vida curta, dies, poc importants des del punt de vista biogeogràfic, i 3) copèpodes (ciclòpids i diaptò-

mids, bisexuals i de vida més llarga, mesos). Els diaptòmids són el grup de més interès històrico-geogràfic entre tots els organismes planctònics d'aigua dolça i als que dedicarem més atenció.

### Rotífers

Els rotífers més freqüents resultaren ser *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris*, *Kellicottia longispina* i *Ascomorpha ovalis*, els dos primers trobats en el 50 % de les mostres i els altres dos en un 25 % aproximadament. Les dues primeres espècies són cosmopolites, però les dues últimes tenen caràcter boreo-alpí, no havent-se trobat anteriorment a Espanya fora dels Pirineus, en cap mena d'aigües, excepte molt recentment a alguns embassaments propers a aquesta cadena de muntanyes. És interessant assenyalar que *Kellicottia longispina*, típicament boreo-alpina i lligada a aigües fredes i desmineralitzades, s'ha expandit a l'embassament d'Oliana i, recentment, al llac de Banyoles, d'aigües característicament dures. (Banyoles va ésser estudiat ja l'any 1946, i mostrejat per l'autora des de l'any 1970. Hi trobà per primera vegada a l'estiu del 1976 aquesta espècie.) *Kellicottia longispina* no s'ha trobat en cap de les altres zones lacustres de muntanya de la Península Ibèrica.

Deixant a part les altres espècies freqüents que són cosmopolites, habiten als Pirineus diferents espècies d'algun interès biogeogràfic, totes elles de distribució nòrdica i que no estan en altres llacs espanyols al sud dels Pirineus. Entre les que, fins ara, no s'han trobat a la península més que als Pirineus (MIRACLE, 1978), destaquen *Trichocerca longiseta*, *Lecane ligna* i *Filinia cornuta*, de caràcter boreo-alpí o, si més no, lligades a condicions d'aigües fredes i desmineralitzades.

A la part de la Cerdanya, i tan sols en aquesta banda oriental dels Pirineus, abunden dues espècies que podríem qualificar d'atlàntiques, com són *Ploesoma hudsoni* i *Conochilus unicornis*. Aquestes espècies semblen faltar als Pirineus Centrals, essent, en canvi, molt freqüents a les muntanyes del NW de la península. És a dir, a Espanya s'han trobat tan sols a la part est dels Pirineus i a la part oest de la cadena Cantàbrica i a la Serra Segundera.

## Cladòcers

El cladòcer més freqüent, *Daphnia longispina*, es troba en un 70 % dels llacs estudiats, i és molt característic d'aquestes aigües alpines, però actualment s'ha estès per tots els embassaments de la península i és freqüent per tot Europa. A Espanya, fins fa poc sembla ser que es trobava principalment als Pirineus (MARGALEF, 1953, 1955), essent *D. pulex* i *D. obtusa* les espècies d'aquest gènere que colonitzaven les altres muntanyes del país. *D. longispina* té el caràcter d'una espècie d'expansió recent i presenta poblacions morfològicament bastant variables.

D'entre els cladòcers típicament planctònics, el que segueix en freqüència, trobat en un 5 % dels llacs, és *Holopedium gibberum*, indicador d'aigües pobres en calci i de marcat caràcter boreo-alpí. Aquesta espècie no havia estat trobada a Espanya abans, i probablement la seva ocurrencia sigui limitada, en la península, al Pirineu de Lleida.

És interessant assenyalar que, com en el cas d'alguns rotífers, hi ha un grup d'espècies trobades només a les mostres de la Cerdanya; aquestes són *Daphnia obtusa*, *D. publicaria* i *Polyphemus pediculus*. Les dues últimes només han estat trobades a Espanya en aquesta regió i són de distribució boreo-alpina.

Les altres espècies de cladòcers que es troben als Pirineus són o bé cosmopolites o bé de distribució boreo-alpina. Entre aquestes últimes podem mencionar *Streblocerus serricaudatus* i *Eurycercus lamellatus*.

## Copèpodes

El ciclòpid més abundant és *Cyclops abyssorum*, que es troba en un 70 % dels llacs. Igual que *D. longispina*, és una espècie amb expansió recent que està colonitzant gran part dels embassaments. *C. abyssorum* presenta un elevat nombre de formes de biometria clarament diferenciada, en són les més freqüents als Pirineus *C. a. tatricus* i *C. a. prealpinus*, característiques també de l'alta muntanya europea. *C. abyssorum* no era tant corrent a les altres muntanyes espanyoles, on és *Acanthocyclops vernalis* el dominant. *A. vernalis* és una espècie cosmopolita i euròica; s'ha trobat als Pirineus en un 13 %

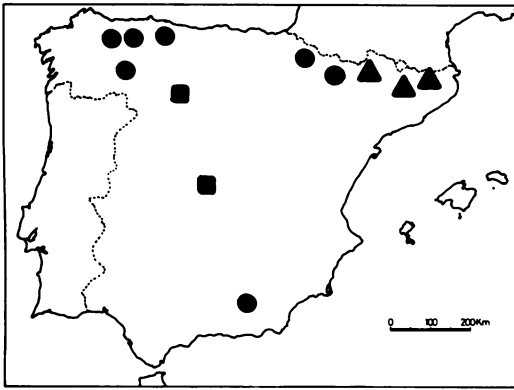
dels llacs estudiats, principalment els més alts i de condicions més desfavorables. En realitat, tant sols *C. abyssorum*, entre tots els ciclòpids trobats al Pirineu, té un caràcter eurosiberià.

Els diaptòmids són, d'entre tots els organismes del zooplàncton, els de més interès biogeogràfic. Als Pirineus s'han trobat quatre espècies que diferencien aquest sistema muntanyós de tots els altres. Per una banda, falten les dues espècies més freqüents als Alps i altres sistemes muntanyencs d'Europa (com són *Arctodiaptomus baccifer* i *Acanthodiaptomus denticornis*), i per l'altra són freqüents espècies del gènere *Diaptomus* de distribució limitada al Mediterrani occidental.

De les quatre espècies de diaptòmids que hem trobat al Pirineu dos són diaptòmids petits, *Mixodiaptomus laciniatus* i *Eudiaptomus vulgaris* i dos són grans, *Diaptomus cyaneus* i *D. castaneti*. Dins de cada un d'aquests grups les espècies s'exclouen, i es poden trobar, en els llacs grans, dues espècies de diaptòmids però de mides diferents.

Cap altra espècie de diaptòmid ha estat assenyalada al Pirineu, ni en els estudis fets a la banda francesa, a excepció tan sols d'una cita d'*Eudiaptomus gracilis* (DUS-SART, 1957) a una sola localitat. *D. gracilis* no consta com a citada als Pirineus en les distribucions de les diferents espècies compendiades recentment a la *Limnofauna europaea* (ILLIES, 1978). És més, en aquest recull figuren com citades al Pirineu tan sols tres espècies de diaptòmids: *E. vulgaris*, *M. laciniatus* i *D. castaneti*. De totes maneres, no seria d'estranyar que *D. gracilis* es trobés en alguns dels llacs, ja que és una espècie prou corrent al nord d'Europa i una de les poques espècies de diaptòmids europeus que s'estén fins a Amèrica del Nord (principalment Alaska).

Al Pre-pirineu, a l'estany d'Isona, he trobat *Eudiaptomus padanus*. Aquesta espècie té una distribució molt reduïda, limitada als llacs italians just al sud dels Alps. Una espècie molt pròxima a aquesta és *E. intermedius*, que es troba en àrees contigües als Apenins, a Iugoslàvia i al N de Bulgària. Aquestes espècies abans es consideraven com *E. vulgaris*, fins que en la revisió del gènere *Eudiaptomus*, KIEFER (1966) les va separar com a espècies diferents amb caràcters ben distintes. Totes les poblacions d'*Eudiaptomus* dels Pirineus corresponen a l'*E. vulgaris* típic. Quant a



- *M. l. laciniatus*
- *M. l. atlantis*
- ▲ *E. vulgaris*

FIG. 1. Distribució a la Península Ibèrica de les diferents subespècies de *Mixodiptomus laciniatus* i d'*Eudiaptomus vulgaris*. El nombre de símbols junts en una àrea vol ésser una indicació de la freqüència i extensió de l'espècie o subespècie. Distribution of the different subspecies of *Mixodiptomus laciniatus* and *Eudiaptomus vulgaris* in the Iberian Peninsula. The amount of symbols in each area is an indication of the frequency and extension of the subspecies.

*E. padanus*, a Espanya tan sols es coneix a la localitat d'Isona.

#### *Eudiaptomus vulgaris* i *Mixodiptomus laciniatus*

Aquestes dues espècies de diaptòmids presenten distribucions geogràfiques molt diferents i semblen excloure's fortament en els Pirineus (fig. 1). En conseqüència, *M. laciniatus* s'estén només pel Pirineu occidental (la localitat més oriental en la part espanyola és el llac de Toro, situat just a la divisòria entre les províncies d'Osca i Lleida) i *E. vulgaris* és freqüent en totes les regions de llacs a l'est d'aquesta divisòria. En la distribució mundial d'aquestes espècies també s'observen alterances d'aquest tipus; per exemple, a Anglaterra, on al nord és freqüent *M. laciniatus* i al sud es troba *E. vulgaris* (HUTCHINSON, 1967).

De fet, *M. laciniatus* és una espècie boreo-alpina amb caràcter atlàntic o lusitànic i *E. vulgaris* és una espècie europea,

molt corrent a Europa central i que no s'estén cap al nord ni cap a la Mediterrània. *E. vulgaris* a Espanya no es troba més que als Pirineus i recentment ha envaït un embassament proper, el pantà d'Oliana. *M. laciniatus* és molt abundant al NW d'Espanya, muntanyes Cantàbriques i es troba també al Sistema Central, Serra Nevada i Atlas. Les formes del Sistema Central (ORTIZ, 1957) i Atlas (KIEFER, 1979) són subespècies diferents, il·lustracions d'una diferenciació en els subambients que es troben en els extrems de la seva àrea d'expansió.

Ambdues espècies poden viure en un marge bastant ampli de condicions i sembla que la seva distribució estigui lligada a la història de la seva dispersió i a una forta competència entre elles, probablement avantatjosa per a l'espècie fundadora, és a dir, aquella que hagi pogut assolir primer una dominança en la més gran part dels llacs d'una zona determinada. Aquestes espècies conflueixen en les zones frontereres entre les seves àrees de distribució. Si aquestes zones estan caracteritzades per conjunts de llacs de petites dimensions, tal com és el cas dels Pirineus, no es dona la superposició de les poblacions d'aquestes dues espècies. En el cas dels Alps, l'existència de llacs marginals de mida considerable permet que en alguns dels més grans puguin coexistir aquestes espècies o espècies afins a elles. Per exemple, al llac Maggiore es troba *M. laciniatus* coexistent amb *E. padanus* (RAVERA, 1954, que és anomenat encara *E. vulgaris* en aquest treball). En canvi, en altres llacs tan sols una mica més petits, si bé alguns cops s'han trobat les dues espècies, després n'ha quedat només una. Tal és el cas dels llacs de Lugano i Como, on, a finals del segle passat o a principis d'aquest, s'hi trobaven juntes *M. laciniatus* i una espècie d'*Eudiaptomus*. Estudis posteriors (PIROCCHI, 1948), molt complets i a totes les èpoques de l'any, demostraren que a Lugano ja només vivia una d'aquestes espècies, *M. laciniatus*, i a Como es trobava únicament *E. padanus* (anomenat *E. vulgaris* en el treball de Pirocchi).

A la banda francesa dels Pirineus es troben també *M. laciniatus* (REY, 1975; DUSSART, 1957) i *E. vulgaris* (ROY, 1932). Han estat citats en llacs dispersos, mai coexistent en un mateix llac, estenent-se *M. laciniatus* més cap a l'est que a la banda espanyola.



*Diaptomus cyaneus* i *Diaptomus castaneti*.

*Diaptomus cyaneus*, mai no citat anteriorment en els Pirineus, en cap de les dues vessants, ha resultat ésser l'espècie de diaptomíid més freqüent a la part espanyola d'aquesta serralada.

Als Pirineus s'observen dues formes de *D. cyaneus*: *D. c. cyaneus* i *D. c. admotus*. Ambdues tenen una distribució molt reduïda (fig. 2), havent-se trobat la segona tan sols en dues localitats a Dalmàcia i en unes poques de l'Atlas marroquí (KIEFER, 1979). La forma típica és corrent a l'Atlas algerià i solament es coneixen les següents localitats europees: dues als Alps orientals, una a Còrsega una a Sardenya, una a la Camarga (sumaritzades en la revisió de KIEFER, 1978) i una altra registrada per l'autora a la baixa Provença (Petit Loucien) en unes mostres recollides per Guerrero i Abellà.

A Espanya, les formes de *D. cyaneus* han resultat ésser prou corrents; la forma típica es troba també a Sierra Nevada (CRUZ, comunicació personal) i a una llacuna endorreica de la província de Càdis (ALONSO,

comunicació personal). *D. c. admotus* és citada al Guadarrama (ORTIZ, 1957, fa uns dibuixos que es poden interpretar com a corresponents a aquesta subspècie) i recentment s'ha trobat en una llacuna endorreica de la província de Zamora (ALONSO, comunicació personal).

Al Pirineu, la forma típica de *D. cyaneus* és molt corrent per tota la serralada, i *D. c. admotus* està localitzat només a la part més oriental dels Pirineus, s'ha observat en les mostres de la Cerdanya (francesa i espanyola) i d'Andorra.

*D. castaneti* és una forma diferenciada de *D. castor* i molt pròxima al *D. kenitraensis* de l'Atlas, almenys ho són les poblacions dels Pirineus que hem estudiat. *D. castaneti* (fig. 3) és freqüent a la part oest de la cadena Càntabra i a la Serra Segundera (MARGALEF, 1955). Fora dels Cantàbrics i Pirineus, s'ha trobat només a l'Alvèrnia (DUSSART, 1967). Als Pirineus hi ha moltes poblacions que s'assemblen més a la forma major descrita per aquest autor (DUSSART, 1967) a l'Alvèrnia que a l'espècie típica descrita del llac de Sanabria, al NW

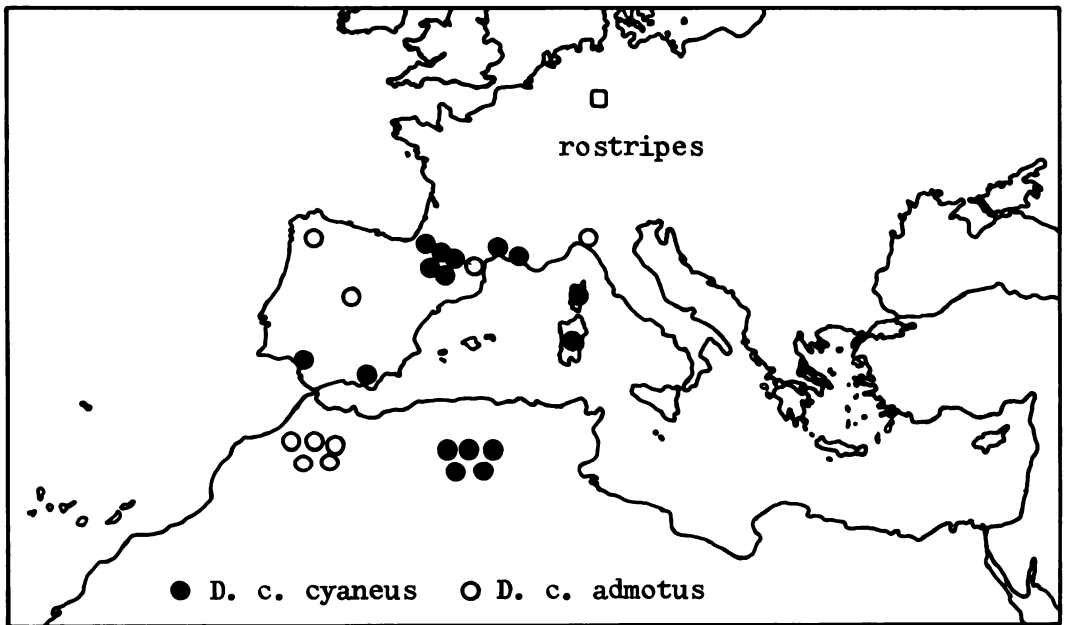


FIG. 2. Distribució mundial de les formes de *Diaptomus cyaneus*. S'indica també, l'única localitat coneguda de *D. rostriipes*, espècie extraordinàriament pròxima a *D. cyaneus*. World distribution of the *Diaptomus cyaneus* forms. The only recorded locality of the close related species, *D. rostriipes*, is also indicated.

d'Espanya. L'espècie s'estén pels Pirineus des de la part més oriental fins als llacs de la província de Lleida, i no l'hem trobada en els llacs de la d'Osca.

D'un estudi biomètric, tot just iniciat, sobre les poblacions de *D. cyaneus* i *D. castaneti*, ha resultat una clara variació de la longitud de l'endopodit de la cinquena pota, que interpreto com una variació clinal respecte del contingut salí de les aigües; sobretot és molt notable la reducció de mida en les aigües temporals. Això fa que aquesta característica tingui poc valor taxonòmic. Per exemple, les poblacions de *D. castaneti* d'una sèrie de llacs de caire temporal dels Pirineus s'assemblen molt a *D. kenitraensis*, principalment pel caràcter utilitzat en les claus taxonòmiques: la longitud de l'endopodit de la cinquena pota dreta del mascle.

## DISCUSSIÓ

Dels resultats exposats es desprèn que, deixant a part les cosmopolites, totes aque-

lles espècies del zooplàncton dels Pirineus d'algun interès biogeogràfic són de caràcter boreo-alpí en aquells grups d'ampla dispersió; però que en el cas dels diaptòmids tenen un caràcter mediterrani que separa aquesta serralada (o almenys la vessant espanyola) de totes les altres muntanyes europees.

Del grup dels rotífers es pot dir que es troben, en els Pirineus, quasi totes les espècies de distribució boreo-alpina, però del grup dels cladòcers i ciclòpids en manquen algunes, i són banals les més freqüents. La similitud de les freqüències de les espècies del zooplàncton d'aquests grups entre els Pirineus i els Alps s'ha fet palesa anteriorment (MIRACLE, 1978). Als altres sistemes muntanyencs de la península (taula 1) falten la majoria d'aquelles espècies boreo-alpines dels grups de més àmplia dispersió, i són poblades per espècies cosmopolites d'aquests grups. Respecte dels diaptòmids, *E. vulgaris* no es troba a les altres muntanyes de la península, però *D. castaneti* és freqüent al Cantàbric, *D. cyaneus* es troba a les munta-

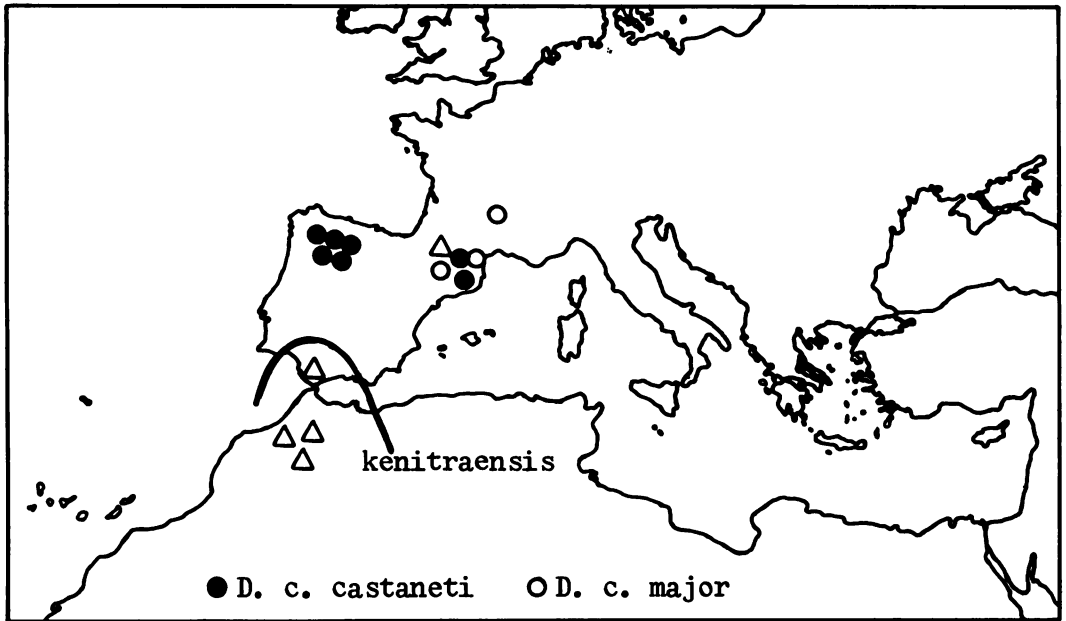


FIG. 3. Distribució mundial de les formes de *Diaptomus castaneti*. S'indica també l'àrea de *D. kenitraensis*, espècie molt pròxima a *D. castaneti*.  
World distribution of the *Diaptomus castaneti* forms. The area of the close related species, *D. kenitraensis*, is also indicated.

TAULA 1. Espècies del zooplàncton dels Pirineus d'interès biogeogràfic: quadre de presències en les diverses zones lacustres d'alta muntanya i en altres tipus d'aigües estancades dolces del país. +, presència freqüent; (+), presència molt rara, registrada com a màxim en una o dues localitats. Presence of the Pyrenean zooplanktonic species of biogeographic interest in the various high mountain lake areas and other types of freshwater masses of Spain (+, frequent, (+) rare, — absent).

	Cerdanya, Andorra, Valls Ferrera i de Cardós	Resta del Pirineu de Lleida	Pirineu d'Osca	Cantàbric S. Segun- dera	S. Central	S. Nevada	Llacunes endor- reiques	Embas- saments (MARGALEF et al., 1976)
<i>D. c. admotus</i>	+	—	—	—	+	—	+	—
<i>D. c. cyaneus</i>	+	+	+	—	—	+	+	—
<i>D. castaneti</i>	+	+	—	+	—	—	—	(+)
<i>M. laciniatus</i>	—	—	+	+	+	+	—	(+)
<i>E. vulgaris</i>	+	+	(+)	—	—	—	—	(+)
<i>C. abyssorum tatri- cus/prealpinus</i>	+	+	+	(+)	—	—	+	—
<i>D. longispina</i>	+	+	+	(+)	(+)	—	—	+
<i>H. gibberum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>D. obtusa</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>D. pulicaria</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. pediculus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. serricaudatus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>K. longispina</i>	+	+	+	—	—	—	—	(+)
<i>A. ovalis</i>	+	+	—	—	—	—	—	+
<i>T. longiseta</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. cornuta</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. hudsoni</i>	+	+	—	+	—	—	—	+

nyes del centre i sud i *M. laciniatus* a totes elles. Les muntanyes del centre, però, tenen un caire més antic i són poblades per subespècies poc freqüents de *M. laciniatus* i *D. cyaneus* (figs. 1 i 2).

Als Pirineus falten totes les espècies boreo-alpines del grup dels diptòmids, exceptuant l'espècie de distribució atlàntica *M. laciniatus*; les dominants són espècies europees o de caràcter mediterrani occidental. Els llacs dels Pirineus de la vessant espanyola són de petites dimensions i estan situats a més altura que els de la vessant francesa o els dels Alps, a causa d'una acció glaciària més moderada. Això, sumat a les condicions extremes, dona lloc a un isolament marcat i forta competència, on les taxes d'immigració deuen ésser petites per a les espècies de dispersió reduïda i és important l'efecte de primer fundador.

Probablement, després dels diferents períodes glaciars, les espècies, més o menys diferenciades, tornaven a colonitzar els llacs recent formats. Així veiem una diferenciació important a nivell subespecífic en els *Cyclops* del grup *abyssorum* i en les *Daphnia* del grup *longispina*. Una diferenciació més important la tenim en els diptòmids,

que en el nostre país la podem il·lustrar amb les espècies i subespècies dels gèneres *Diatomus* i *Mixodiatomus*, que en la seva expansió cap al sud es van anar diferenciant.

Probablement, la disjunció de *D. castaneti* i *D. c. admotus* sigui deguda a un acantonament d'aquestes formes cap a l'est (Cerdanya, Andorra o llacs temporals de Lleida) i cap a l'oest (el NW d'Espanya), essent substituïdes entre mig per formes més recents, algunes possiblement derivades d'aquelles, com *D. c. cyaneus*. *D. c. admotus* és molt similar a *D. glacialis*, del qual es creu han derivat la sèrie d'espècies a l'Europa oriental del grup *D. mirus* i el *D. cyaneus* a l'occident; la forma *D. c. cyaneus* és una de les més diferenciades de tot el grup *D. glacialis*.

L'existència de *D. cyaneus* en llacunes costaneres i endorreiques fa suposar que és una forma que es va estendre cap al SW en els primers temps glaciars i va ésser eliminada després de la part més nòrdica de la seva àrea per espècies més recents que anaven baixant en altres períodes, però sobrevivint darrera d'alguna barrera. Per això queden algunes localitats isolades en llacunes temporals a Europa

central (Magdeburg) i a zones costaneres o illes (Còrsega i Sardenya); és corrent darrera dels Pirineus i Nord d'Àfrica. A aquests llocs probablement no van poder arribar altres espècies més recents o si ho van fer ja van trobar els pocs ambients de condicions adequades colonitzats per *D. cyaneus* i no van poder establir-s'hi; d'aquesta manera, *D. cyaneus* va ésser el que es va estendre posteriorment cap a dalt de les muntanyes quan es retirà el glaç.

La fauna zooplanctònica d'alta muntanya espanyola és bastant pobre; als Pirineus es troben espècies típicament boreo-alpines, però la major part d'aquestes no passen al sud d'aquesta serralada. Quant a les espècies d'organismes de dispersió reduïda, com és el cas dels diaptòmids, àdhuc els Pirineus tenen un caire típicament mediterrani occidental i presenta una fauna de diaptòmids molt propera a la de l'Atlas i bastant diferenciada de la de l'alta muntanya europea.

#### BIBLIOGRAFIA

- DUSSART, B. 1957. Récoltes des Copépods dans les Pyrénées. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 117-121.
- DUSSART, B. 1967. *Les copépods des eaux continentales d'Europe Occidentale Vol. I.* Boubée. Paris.
- HUTCHINSON, E. 1967. *A treatise on limnology.* John Wiley. New York.
- ILLIES, J. (Ed.) 1978. *Limnofauna europaea.* Fischer. Stuttgart.
- KIEFER, F. 1968. Versuch einer revision der gattung *Eudiaptomus.* *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 24: 9-160.
- KIEFER, F. 1979. Freilebende Copepoda. *Die Binnengewässer*, 26: 1-128.
- MARGALEF, R. 1953. Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. *Inst. Forestal de Invest. i Exp.* Madrid.
- MARGALEF, R. 1955. Comunidades bióticas de las aguas dulces del Noroeste de España. *P. Inst. Biol. Apl.*, 21: 5-85.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J. & ESTRADA, M. 1976. *Limnología de los embalses españoles.* Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- MIRACLE, M. R. 1978. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de los Pirineos y su interés biogeográfico. *Oecologia aquatica*, 3: 167-191.
- ORTÍZ, E. 1957. Diaptómidos de las aguas continentales españolas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 55: 391-398.
- PIROCCHI, L. 1948. Signification biogéographique de la distribution de quelques espèces de Diaptomides. *Verch. Inter. Verein. Limnol.*, 10: 364-370.
- RAVERA, O. 1954. La struttura demografica dei Copepodi del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 8: 109-150.
- REY, J. & J. CAPBLANCH. 1975. Dynamique des populations et production du zooplancton du lac de Port Bielh. *Ann. Limnol.*, 11: 1-15.
- ROY, J. 1932. Copépodes de la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Zool. France*, 57: 158-159.

## LA SUBFAMÍLIA ANEMADINAE JEANNEL (COL. CATOPIDAE) I LLUR DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA ACTUAL

Marina Blas \*

Rebut: juny 1979

### RÉSUMÉ

**La sous-famille Anemadinae Jeannel (Col. Catopidae) et sa distribution géographique actuelle**

Dans cette note on fait des brèves considerations sur la repartition géographique actuelle de la sous-famille **Anemadinae** Jeannel.

On a constaté que cette sous-famille est confinée d'une part à la Nouvelle-Zélande et à l'Australie (tribu **Paracatopini** Jeannel) et d'autre part à la région méditerranéenne, au Japon et à l'Inde (tribu **Anemadini** Jeannel).

Une telle distribution, discontinue, ainsi comme certaines caractères morphologiques très primitives de leurs représentants, nous donnent idée du caractère arcaïque des **Anemadinae**.

Els representants de la subfamília *Anemadinae* foren agrupats per JEANNEL (1936), el qual els separà dels *Nemadinae*, grup amb el qual presenten moltes afinitats però també notables diferències.

Són molt antics i arcaics, tal com ho demostra la seva distribució discontinua, de tipus centrifug, confinats d'una banda a Nova Zelanda i Austràlia (tribu *Paracatopini*) i de l'altra al Japó, Índia i regió mediterrània (tribu *Anemadini*), així com una sèrie de caràcters morfològics primitius, com són les estrioles transverses espaiades sobre els èlitres, l'estructura del copulador masculí, etc.

A més, ambdues tribus posseeixen representants cavernícoles, cosa que també pot donar idea de la seva antiguitat.

Possiblement els seus ancestres s'origi-

naren a l'Àsia oriental, d'on varen emigrar en les dues direccions assenyalades durant la transició del Secundari al Terciari.

El grup dels *Paracatopini* evolucionà a Nova Zelanda i Austràlia, on va adquirir característiques molt particulars; tot i així, s'hi troben nombrosos caràcters de parentiu amb els *Anemadini*, tal com és l'estriolació del tegument, l'armadura tibial, els caràcters sexuals secundaris palesos en els mascles sobre les tíbies i tarsos, etc. D'altra banda, el gènere *Anemadiola* Szymczkowski (1963) reuneix caràcters típics dels *Paracatopini* i dels *Anemadini*, la qual cosa ens indica que l'ancestre comú deuria tenir l'epistoma com els primers i l'òrgan copulador del mascle (d'un tipus molt més primitiu) com els segons.

D'altra banda, l'estudi morfològic de

\* Departament de Zoologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

l'estirp mediterrània ens indica que existeixen grups d'espècies paral·lels que varren evolucionar independentment, l'un a l'Egeida i l'altre a la Tirrènida.

Els *Anemadini* engloben sis gèneres, dels quals: *Anemadiola* Szymczakowski i *Cholevodes* Portevin són localitzats al Japó el primer i al Japó i a l'Himalàia el segon. Els restants ho són a la regió mediterrània, dels quals *Anemadus* Reiter i *Namadeus* Jeannel són egeidians i *Hormosacus* Jeannel i *Speonemadus* Jeannel tirrenians. La superposició de les dues estirps a la Península Itàlica és resultat de migracions posteriors produïdes un cop hagué emergit, és a dir, durant el neogen.

Dels gèneres mediterranis, tan sols *Hormosacus* Jeannel i *Speonemadus* Jeannel viuen a la Península Ibèrica; aquest últim constitueix un endemisme. És possible que ambdós gèneres es diferenciessin en el massís bètico-rifeny i que responguin a dos estadis evolutius d'una mateixa estirp.

*Hormosacus* Jeannel té una distribució més àmplia, s'estén pel nord d'Àfrica, Península Ibèrica fins la vessant francesa dels Pirineus, Mallorca, Península Itàlica i Sicília. D'hàbits lucífugs, generalment viu entre fullaraca i sota les escorces dels arbres, però a vegades penetra a les cavitats.

*Speonemadus* Jeannel, localitzat en el carst andalús i estribacions del llevanti amb l'andalús, pot considerar-se com a troglòbi, encara que una de les espècies, que arriba a la Serra de Guadarrama i fins i tot penetra a Portugal, fora de la regió bètica es comporta com endogea. Manifesten alguns caràcters evolutius deguts a la seva forma de vida, com són allargament del cos i apèndixs, despigmentació, etc., encara que continuen conservant ulls i ales.

Aquest gènere és tant antic com els *Bathysciinae*, i juntament amb ells ens serveix per a dividir i caracteritzar el carst espanyol en districtes faunístics. D'aquests, l'andalús es caracteritza per la presència dels *Speonemadus* Jeannel i l'absència dels *Bathysciinae*; no obstant, a la zona de confluència de la regió llevantina amb l'andalusa els *Speonemadus* Jeannel conviuen amb representants de la sèrie *Anillochlamys* (*Bathysciinae*). Aquest fet no és d'estranyar, ja que entre dues regions diferents sempre existeix una zona de transició en la qual conviuen representants de l'una i de l'altra.

## BIBLIOGRAFIA

- BLAS, M. 1976. Coleópteros cavernícolas del distrito andaluz. *Actas IV Congreso Nacional de Espeleología*, Marbella. (En prensa.)
- BLAS, M. 1977. Contribución al conocimiento de los *Anemadinae* de la Península Ibérica. (Col. *Catopidae*). *Com. 6è. Simp. d'Espel.: Biosp.*, Terrassa, 125-130.
- ESPAÑOL, F. 1958. La evolución de la fauna coleopterológica en las cavidades subterráneas españolas. *Publ. Inst. Biol. Aplic.*, 27: 81-88.
- JEANNEL, R. 1922. Biospeológica XLVII. *Silphidae-Catopinae* (Coléoptères), avec une étude phylogénique et paléogéographique de la sous-famille. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 61: 1-98.
- JEANNEL, R. 1936. Monographie des *Catopidae*. *Mém. Mus. Nat. d'Hist. Nat.*, nouv. sér., 1: 1-433.
- JEANNEL, R. 1941. Premières explorations des grottes du Portugal par M. A. Machado, Coléoptères. *Publ. Inst. Zool. «Augusto Nobre» da Fac. Cien. Pôrto*, 4: 5-15.
- JEANNEL, R. 1942. *La genèse des faunes terrestres. Eléments de biogéographie*. Presses Univ. de France, Paris.
- SZYMCZAKOWSKI, W. 1963. Contribution à la connaissance des *Anemadinae* (Col. *Catopidae*). *Polskie Pismo Ent.*, 33: 107-117.
- SZYMCZAKOWSKI, W. 1965. Zur Systematik und Verbreitung einiger *Catopidae* (Coleoptera) der paläarktischen und orientalischen Region. *Polskie Pismo Ent.*, 35: 521-533.

## **SOBRE ELS GÈNERES LESSERTIA I SCOTONETA (ARACHNIDA, ARANEA) A LES CAVITATS DE LA PENÍNSULA IBÈRICA**

Carles Ribera-Almerje \*

Rebut: juny 1979

### **RÉSUMÉ**

#### **À propos des genres *Lessertia* et *Scotoneta* (Arachnida, Araneae) dans les cavités de la Péninsule Ibérique**

Dans cette note on expose la distribution des genres *Lessertia* et *Scotoneta*, les deux monospécifiques, dans la Péninsule Ibérique.

*Lessertia denticelis* habite les pays de l'ouest de l'Europe et dans la Péninsule Ibérique on peut la trouver dans toutes les cavités en faisant exception de la zone Bétique; per contre, *Scotoneta barbara* colonise les pays du nord-ouest de l'Afrique et la zone Bétique de la Péninsule Ibérique. En partant de cette distribution on date la colonisation des pays de la Méditerranée Occidentale par ces deux espèces, avant ou pendant la Messinien, époque où le massif Bétique c'est séparé du nord de l'Afrique par l'ouverture de l'actuel étroit de Gibraltar.

Finalment on fait quelques considerations sur l'afinité des deux espèces et on donne les dessins de la vulve de celles-ci.

Actualment s'està realitzant un catàleg de la fauna dels aranèids cavernícoles ibèrics. Aquest grup d'artròpodes, freqüent a les cavitats de l'Estat espanyol, ha estat molt poc estudiat i tant sols es tenen relacions de captures realitzades principalment per aracnòlegs estrangers. Malgrat el poc esforç esmerçat en aquest aspecte, la fauna dels aranèids cavernícoles de la Península Ibèrica, igual que altres grups d'artròpodes, se'ns presenta altament interessant, a causa, sens dubte, de la privilegiada situació geogràfica de la península i al fet que gran part del terri-

tori és ric en fenòmens càrstics, i per tant presenta grans possibilitats d'albergar formes antigues que actualment han desaparegut de la superfície.

El motiu d'aquesta nota és donar a conèixer l'àrea de distribució dels gèneres *Lessertia* i *Scotoneta* a la Península Ibèrica (fig. 1). Aquests gèneres, tots dos monoespecífics, es troben regularment a l'interior de les cavitats i, encara que no són estrictament cavernícoles, se'ls pot considerar, a la península, com a troglòfils regulars.

Ambdós gèneres són molt pròxims entre

\* Departament de Zoologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.

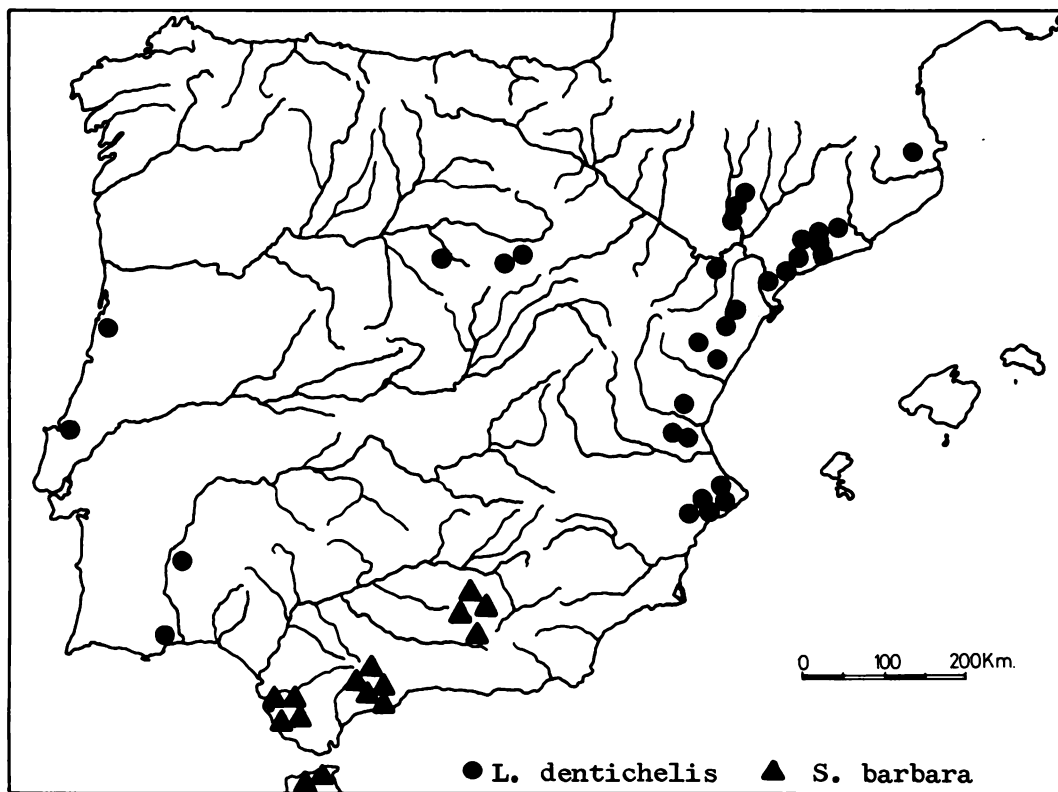


FIG. 1. Mapa de distribució dels gèneres *Lessertia* i *Scotoneta* a la Península Ibèrica.  
Carte de distribution des genres *Lessertia* et *Scotoneta* dans la Péninsule Ibérique.

si i, tenint en compte l'estructura de l'òrgan copulador masculí i també la morfologia general del cos, es podrien considerar com dues espècies pertanyents a un mateix gènere; no obstant, l'estructura interna dels òrgans genitals femenins presenta suficients diferències com per mantenir la seva separació genèrica (figs. 2, 3 i 4). Els òrgans copuladors masculins d'ambdues espècies estan ben representats a LOCKET & MILLIDGE (1953; *Lessertia dentichelis*) i FAGE (1931; *Scotoneta barbara*). En general, diversos autors abonen ambdues tendències i s'haurà d'esperar una nova revisió sobre la valoració d'aquests caràcters a nivell d'aquesta família per poder precisar definitivament el nivell d'afinitat entre ambdues espècies.

**GÈNERE LESSERTIA SMITH, 1908.**  
(*Jour. Quekett. Micr. Club*, p. 328)

*Lessertia dentichelis* SIMON, 1884. (*Les Arach. de France*, T 5 (2), p. 328.)

*Tmeticus dentichelis* SIMON, 1884. *T. simplex* CAMBRIDGE, 1892. *Macragus dentichelis* BERLAND, 1911. *Lessertia dentichelis* SIMON, 1911. *L. dentichelis* SIMON, 1926. *L. dentichelis* FAGE, 1931. *L. dentichelis* BONNET, 1933. *L. dentichelis* A. de B. MACHADO, 1940. *L. dentichelis* F. P. de SAN ROMAN, 1947. *L. dentichelis* LOCKET & MILLIDGE, 1953. *L. dentichelis* HERMANN WIEHEKE, 1960. *L. dentichelis* BRIGNOLI, 1971.

*Lessertia dentichelis* fou descrita per SIMON l'any 1884 sota el nom de *Tmeticus*



*denticheles* amb exemplars procedents dels departaments francesos de Var (Porqueroles) i dels Alps Marítims (Menton). Fou citada per primera vegada a la Península Ibèrica en el «Solencio de Bastaras» (Osca) el 1913 pel mateix autor i posteriorment FAGE i A. de B. MACHADO assenyalaren algunes cavitats tant d'Espanya com de Portugal.

Aquesta espècie ha estat citada d'Anglaterra, Alemanya, Bèlgica, França i Itàlia tant peninsular com a la illa de Sardenya. La localitat més occidental és de l'illa de Madeira. Al nord d'Europa es troba abundantment en l'exterior (molsa, detritus vegetals, etc.) però també habita a les cavitats tant naturals com artificials. Al sud és marcadament més cavernícola. A Itàlia solament ha estat citada de cavitats naturals i a la Península Ibèrica les cites epigees són rares. Sembla ésser una forma de clima temperat-càlid i humit i a les cavitats dels països mediterranis troba la humitat necessària per al seu desenvolupament (BRIGNOLI, 1971).

Quant a la seva distribució a la Península

la Ibèrica, podem assenyalar que es pot trobar a la majoria de les cavitats, si fem excepció de la zona bètica, on és reemplaçada per *Scotoneta barbara* (SIMON, 1910).

#### Relació de cavitats on ha estat recollida

ESPANYA. *Província d'Alacant*: Cv. Juliana, Alcoi. Cv. de Canelobres, Bussot. Cv. de la Sarsa, Bocairent. Cv. de les Monedes, Onil. *Província de Barcelona*: Av. Buga, El Figueró. Av. del Pou de l'Escalat, Begues. Av. de Sant Jaume, Sant Llorenç del Munt; Terrassa. Av. de la Falconera, id., id., Cv. del Patracó, Olesa de Montserrat. *Província de Castelló*: Av. de Santa Bàrbara, Tirig. La Covatilla, Ahin. Av. d'en Sòria, Cabanes. Cv. Negra, Montanejos. *Província de Girona*: Av. de Telaixar, Terrades. *Província de Guadalajara*: Cv. de Santiago, Almiruriete, Cogolludo. Cv. de la Hoz, Guadalajara. *Província d'Osca*: Solencio de Morrano, Morrano. Solencio de Bastaras, Bastaras. *Província de Lleida*: Cv. del Foric, Os de Balaguer. *Província*

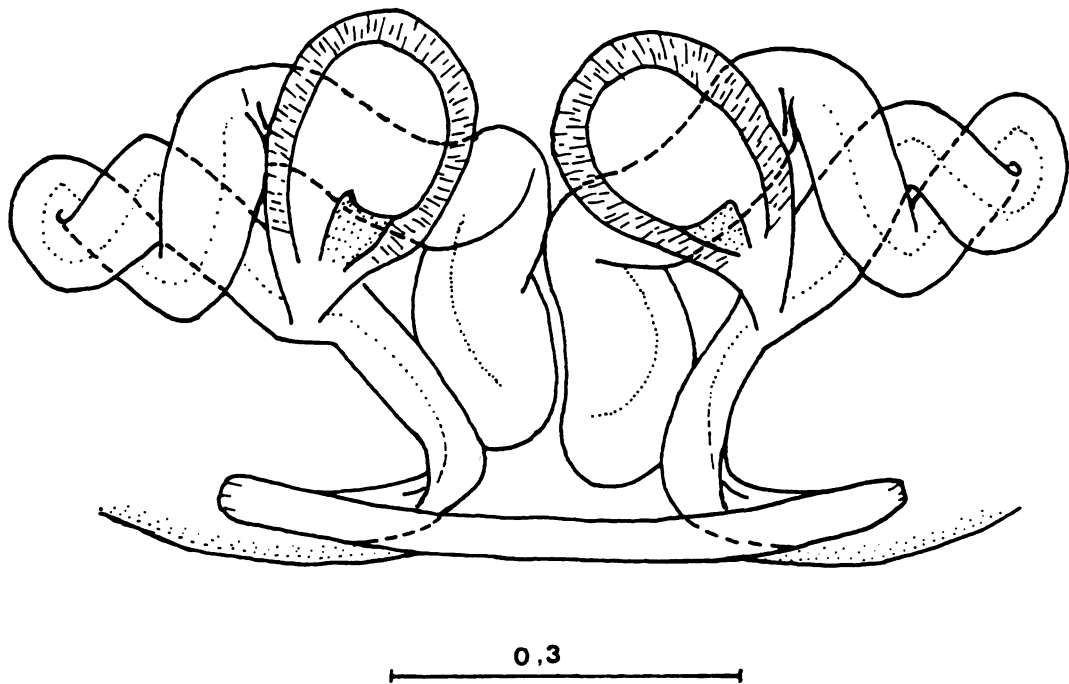


FIG. 2. *Lessertia denticheles*. Vulva, vista interna.  
*Lessertia denticheles*. Vulve, vue interne.

de Segòvia: Cv. de Arcones, Arcones. *Província de Tarragona*: Cv. d'en Merla, Roda de Berà. Cv. de la Font Major, l'Espluga de Francolí. *Província de Terol*: Cv. Morena, Calanda. *Província de València*: Gruta de Sant Josep, Vall d'Uxó. Cv. del Buscaron, Llombai. Cv. de les Meravelles, id. Av. Vinalopó, Banyeres.

PORTUGAL. Cv. da Olho, Portunhos. Gruta de Mata da Alva de Pataias, Pataias. Cv. da Adiça, Sobral da Adiça. Algueirão dos Mouros, Pechão. Algar do Vale da Boia, Albiol.

#### GÈNERE SCOTONETA SIMON, 1910 (Arch. Zool. Exp. Gén., T V (2), p. 54)

*Scotoneta barbara* SIMON, 1910. (Arch. Zool. Exp. Gén., T V (2), pp. 54-55.)

*Scotoneta barbara* SIMON, 1910. *S. barbara* FAGE, 1913. *S. barbara* A. de B. MACHADO, 1940. *S. barbara* STRINATI, 1952. *S. barbara* DENIS, 1956. *S. barbara* DENIS & DRESCO, 1957. *S. barbara* BRIGNOLI, 1971.

El gènere *Scotoneta* fou creat per SIMON l'any 1910 sobre exemplars procedents de la «Grotte du Lac Souterrain» de Hamman Meskoutine, departament de Constantina, Algèria, recollectats l'any 1906, material amb el qual va descriure *Scotoneta barbara* SIMON, única espècie coneguda d'aquest gènere.

El 1931 FAGE donà a conèixer sis noves localitats d'aquesta espècie, totes elles situades a Andalusia i recollectades entre els anys 1912 i 1919. Posteriorment A. de B. MACHADO (1941) dona una nova locali-

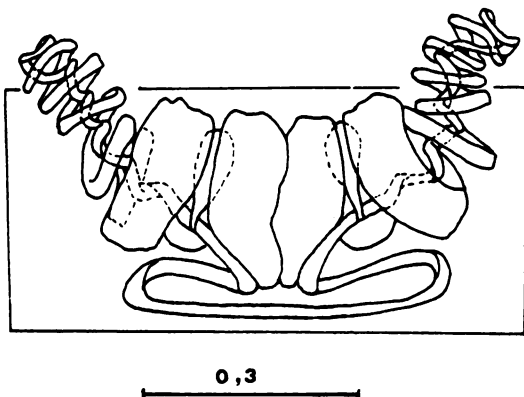


FIG. 3. *Scotoneta barbara*. Vulva, vista interna. *Scotoneta barbara*. Vulve, vue interne.

tat del Marroc i finalment STRINATI (1952), DENIS (1956) i DENIS & DRESCO (1957) l'assenyalen de dues noves localitats d'Andalusia i d'algunes més del Marroc.

Amb material recollectat recentment, juntament amb l'existent a les col·leccions del Museu de Zoologia de Barcelona i al Departament de Zoologia de la Universitat de Barcelona, han aparegut diverses noves localitats, tant al Marroc com a Andalusia, la qual cosa ens permet delimitar l'àrea del poblament d'aquesta espècie a la Península Ibèrica.

#### Relació de cavitats on ha estat recollectada

ESPANYA. *Província de Jaén*: C. Secreta del Sagreo, Cazorla. Cv. Navilla de Fuente Acero, Id. *Província de Granada*: Sima Rica de Alhama, Viznar. Cv. del Agua, Id. *Província de Màlaga*: Cv. del Cerro de la Pileta, Benaojan. Cv. del Rajete, Sierra de las Nieves. Sumidero de las Navas. Cv. Nàgüeles, Marbella. Benajoan (exterior). *Província de Càdis*: Cv. de los Bermejales, Arcos de la Frontera. Cv. de las Motillas, Jerez de la Frontera. Cv. del Susto, Zahara. Cv. de San Miguel, Gibraltar.

MARROC. Caf Muley Abdelkader, Xerafats, El Ajmas. Grotte de Ras-el-Oued. Regió del M'Goun, Vall de Bou Goumez, Gran Atlas Central (exterior). Ifri Bouaïlamane, Ait M'Hamet. Ifri Propre du Caid, Id. Ifri n'Touaïa, Id. Ifri du Caid, Id. Ifri Subils-Godoy, Id. Cv. Wit Tandoum, Tazentout, Agadir.

ALGÈRIA. Grotte du Lac Souterrain, Hamman Meskoutine, Constantina (localitat típica).

Aquesta espècie ha estat recollectada al nord d'Àfrica (Algèria i Marroc) i al sud de la Península Ibèrica, on es troba localitzada en els relleus bètics.

#### Consideracions sobre la distribució actual d'ambdós gèneres

Tenint en compte la distribució de les dues espècies a la Mediterrània occidental (*Lessertia dentichelis* als països de l'oest d'Europa, excepte el massís bètic i *Scotoneta barbara* al nord-oest d'Àfrica i al massís bètic), podríem assenyalar que amb-

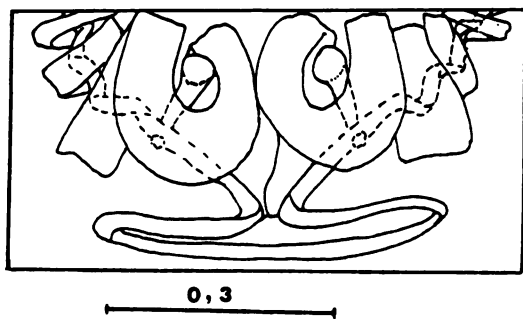


FIG. 4. *Scotoneta barbara*. Vulva, vista externa. *Scotoneta barbara*. Vulve, vue externe.

dues formes varen colonitzar la Mediterrània occidental durant o abans del Messinià, època en la qual el massís bètic estava unit al nord d'Àfrica formant l'antic massís bètico-rifeny i estava separat de la Península Ibèrica.

Aproximadament a la mateixa època (fins del Miocè, principis del Pliocè), hi van haver grans canvis en aquest sector (tancament de l'antic estret que comunicava el Mediterrani amb l'oceà Atlàntic i posteriorment l'obertura de l'actual estret de Gibraltar) i una ona d'aridesa afectà els massissos de la Mediterrània occidental, la qual cosa empenyí notablement la penetració d'aquestes espècies dins del món subterrani. Actualment les podem considerar com a troglòfiles en els massissos càrstics de la Mediterrània occidental.

L'obertura de l'actual estret de Gibraltar deixà part de les terres colonitzades per *Scotoneta barbara* incomunicades del continent africà i unides a la Península Ibè-

rica (l'actual massís bètic) que estava colonitzada per *Lessertia dentichelis*. L'actual distribució d'aquestes dues espècies queda ben delimitada i correspon als límits d'aquest massís.

Tenint en compte el grau de similitud que presenten els seus caràcters morfològics (fent excepció de l'estructura interna dels òrgans genitals femenins) així com per la seva distribució geogràfica i per tractar-se de dos gèneres monoespecífics, podem assenyalar que el grau de parentiu entre les dues espècies és molt proper.

#### BIBLIOGRAFIA

- BRIGNOLI, P. M. Note su ragni cavernicoli italiani (Araneae). *Frag. Entom.*, VII (3): 121-229.
- DENIS, J. 1955. Notes d'Araneologie marocaine. VI; Bibliographie des Araignées du Maroc et additions d'espèces nouvelles. *Bull. Soc. Sci. Phi. Maroc.*, 35 (2): 179-207.
- DENIS, J. & DRESCO, E. 1957. Araignées cavernicoles du Maroc. *Notes Biospéologiques*, XII: 49-52.
- FAGE, L. 1931. Araneae 5è. série, précédé d'un essai sur l'évolution souterraine et son déterminisme. *Biospéologica*, LV.; *Arch. Zool. exp. gén.*, LXXI: 91-291.
- LOCKET, A. & MILLIDGE, B. 1953. *British Spiders*. Ray Society, London.
- MACHADO, A. de B. 1940. A coleção de Aranhas cavernícolas do Museu nacional de Ciências Naturais de Madrid. *Las Ciencias*, VII, 4: 1-15.
- SIMON, E. 1884. *Les Arachnides de France*, V (3): 390.
- SIMON, E. 1910. Araneae et Opiliones (2è. série). *Biospéologica.*, *Arch. Zool. exp. et gén.*, 5è. série. V (2): 49-66.
- STRINATI, 1952. Campagne d'explorations spéologiques au Maroc (été 1950). *Ann Spéol.*, VII: 99-107.
- WIEHLE, H. 1956. *Linyphiidae*. Die Tierwelt Deutschlands. Jena. 47: XII+1-620.



## EXPRESSIÓ GEOGRÀFICA DE LA VARIABILITAT D'UN COPÈPODE COSMOPOLITA D'AIGUA DOLÇA

Tecla Riera \*

Rebut: maig 1979

### SUMMARY

Geographic expression of the variability of a cosmopolitan freshwater copepod

*Tropocyclops prasinus* is a cosmopolitan freshwater copepod of which many subspecies have been described; some of them can be regarded as local variants or geographical races. The criteria used to distinguish between them are in the majority of cases very subjective, or are based in metric indexes, and often a new subspecies is created out of very few individuals.

A principal component analysis has been made to see if the abovementioned differentiation is possible, using 7 variables and 35 populations. The results of the analysis indicate the adequacy of the method used, the more dissimilar populations remaining well separated, but it is desirable to repeat it with more and more diverse data.

### INTRODUCCIÓ

*Tropocyclops prasinus* és una espècie de copèpode cosmopolita que es troba en tots els continents, principalment en les latituds mitjanes i tropicals, però falta en les latituds altes del nord (Escandinàvia, nord de Rússia, nord d'Amèrica), encara que s'ha trobat a la Terra del Foc (LINDBERG, 1954).

En el mapa de la figura 1 es pot veure la distribució tant de l'espècie típica com de les diferents varietats o subespècies.

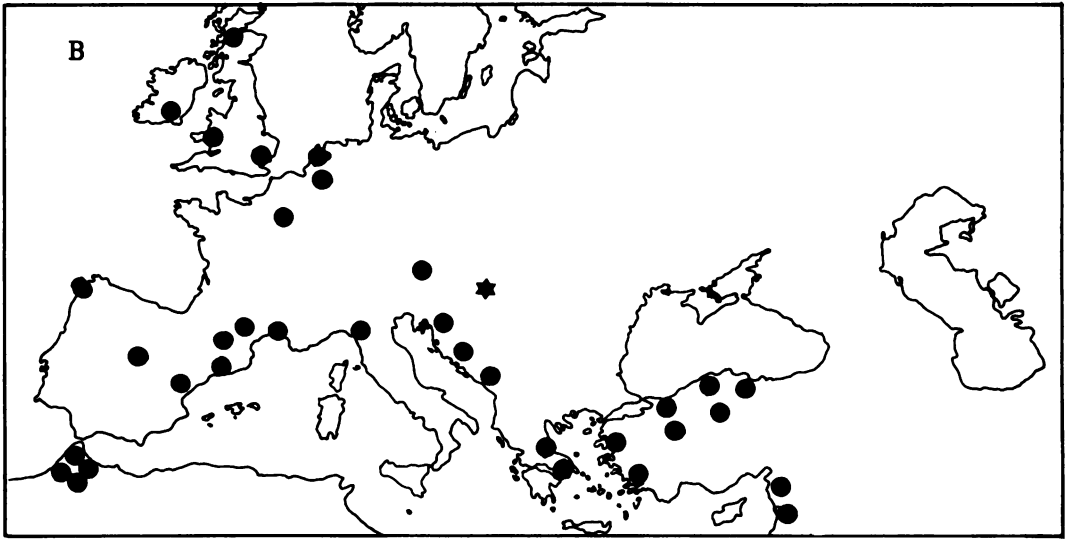
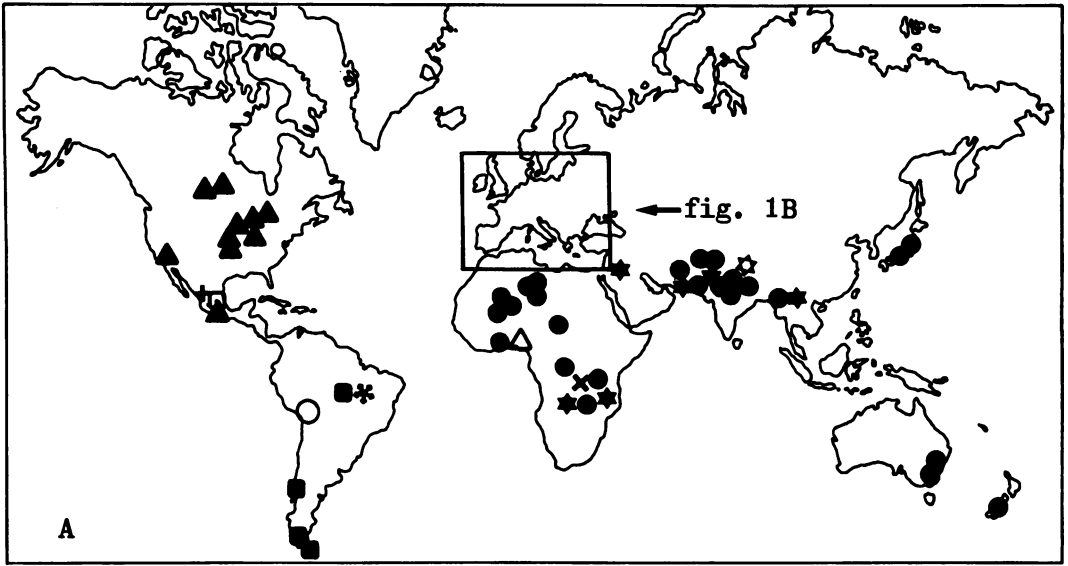
És un organisme que viu en tot tipus d'ambient —podríem dir que es troba en tots aquells llocs on hi ha aigua— ja siguin petites basses, pous, llacunes temporals, fins i tot en aigües subterrànies i coves. Es troba des del nivell del mar fins als

3.000 m al Nepal (LINDBERG, 1946), si bé en les nostres latituds l'altitud màxima a la qual s'ha trobat és a 1.650 m, a l'estany de la Llebre (MIRACLE, 1978).

Del gènere *Tropocyclops* s'han descrit més de 20 espècies i subespècies diferents, totes elles molt pròximes. Segons els diferents autors, a vegades han estat considerades com una sola espècie o com a diverses, fins i tot alguns autors, consideren que totes són una sola espècie, per tornar-les a separar un parell d'anys més tard (KIEFER, 1929). Segurament moltes d'elles es poden considerar com variacions locals o races geogràfiques ja que generalment tenen una distribució coneguda bastant reduïda (fig. 1).

Entre els criteris utilitzats per a diferenciar-les hi ha la fórmula de les espines

\* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona.



● 1; ■ 2; ▲ 3; + 4; ☆ 5; ○ 6; □ 7; ★ 8; △ 9; ✱ 10; × 11.

FIG. 1. Distribució mundial (A) i europea i nord-africana (B) de les espècies del gènere *Tropocyclops*. 1) *T. p. prasinus*; 2) *T. p. meridionalis*; 3) *T. p. mexicanus*; 4) *T. p. aztequi*; 5) *T. p. multicolor*; 6) *T. p. f. peruviana*; 7) *T. extensus f. longispina*; 8) *T. confinis*; 9) *T. onabamiroi*; 10) *T. schubarti*; 11) *T. tenellus*.

de l'últim artell dels exopodis, que en *T. prasinus*, *T. schubarti*, *T. onabamiroi* i *T. extensus*, és de 3, 4, 4, 3, i en *T. confinis*, *T. tenellus* i *T. parvus*, és de 3, 4, 3, 3; també la presència o absència en el basipodi 2 de la pota 1 d'una seda. Aquests criteris es pot pensar que diferencien o no les espècies, però almenys són objectius: ho té o no ho té. Però quan passem a altres caràcters sovint utilitzats, com «branques de la furca més curtes o bé una mica més llargues», «espina ben desenvolupada o poc desenvolupada», etc., això ja és més subjectiu i per tant el problema es complica. Altres dificultats són les que presenten els quocients entre mesures, expressats en forma d'índex o valors relatius, sobretot amb espècies com aquesta en les quals les dimensions de l'organisme varien durant l'any (MARGALEF, 1950; MIRACLE, 1976). Aquests criteris es podrien usar de manera senzilla amb certa lògica en les quals les dimensions de l'organisme creixessin amb la mateixa intensitat; aleshores el cos conservaria les seves proporcions, però normalment durant el creixement el cos es deforma, les seves proporcions varien i per tant la utilització d'aquests índexs lineals com a caràcters taxonòmics no té gaire sentit (MARGALEF, 1950, 1953, 1974; RIERA, 1981), encara que el conserva després de senzilles transformacions matemàtiques.

El fet és que seguint aquest mètode es podrien considerar com a races diferents individus d'una mateixa localitat, però agafats en èpoques de l'any bastant separades (MARGALEF, 1950).

Tot repassant la bibliografia veiem que per la descripció de noves espècies s'ha utilitzat sovint un sol individu, altres vegades 5 o 6, però sovint el mateix treball diu: «descripció bastant incompleta», «aquesta nova subespècie segurament no és més que una raça geogràfica de l'espècie típica», etc.

Tot això, junt amb el fet d'estudiar els *Tropocyclops prasinus* trobats en els embassaments d'Espanya i veure que les mides variaven d'un lloc a l'altre segons l'època de l'any, i que en alguns llocs tenien una seda més llarga que en els altres, etc., ens ha fet pensar que valdria la pena de fer una revisió d'aquestes subespècies i veure si es podien seguir mantenint com a tals o no.

## MATERIAL I MÈTODES

Per poder treure l'entrellat del problema abans esmentat, s'ha fet una anàlisi de nombroses variables mètriques, per extreure'n els components principals, preveient que les diferències relatives entre les preteses espècies o subespècies quedarien simplificades i exposades de manera més descarnada, permetent copsar així una jerarquia de distàncies, si és que la diferenciació era possible. Per fer això hem utilitzat dades de la bibliografia i dades nostres. El primer problema que es presenta en recopilar aquest material està en la diferent manera com es poden haver fet aquestes mesures; un segon problema procedeix del fet de no conèixer el nombre d'individus que han estat la base d'aquestes mesures (si corresponen a 5 individus o bé a 50; una última dificultat ha sorgit en voler triar les mesures, ja que si bé hi ha força dades, cada autor mesura unes parts diferents de l'organisme, i si volem utilitzar moltes poblacions, com era el nostre cas, cada vegada hi ha menys mesures en comú. Finalment, ens hem decidit a utilitzar set mesures (que potser no són les que diferencien més) i 35 poblacions.

En la taula 1 s'indiquen les mesures i les localitats d'on provenen aquestes dades; en la taula 2 hi ha la referència dels autors que han fet les mesures.

Tot i sabent les limitacions d'aquesta anàlisi, l'hem feta per veure si més endavant, i eliminant en el possible els problemes, el camí seria adequat. Val a dir que per a l'anàlisi les dades s'han transformat logàritmicament.

## RESULTATS

Els resultats obtinguts potser semblen massa satisfactoris, en presentar una imatge força simplificada de la variació. Les tres primeres components expliquen el 99,8 % de la variança; en fer la representació de les dues primeres components es veu com totes les poblacions, menys la 35 i potser la 17, estan pràcticament juntes (fig. 2); de totes maneres, dintre del núvol de punts hem fet dos grups que més o menys corresponen a uns criteris geogràfics: zona temperada, hemisferi sud i zona tropical. La població 35 correspon a *Tropocyclops schubarti*, que segurament

TAULA 1. Llista de les diferents espècies i subespècies utilitzades per a l'anàlisi de components, amb el número que identifica l'autor (taula 2), la localitat de la qual provenen i la mitjana de les mesures de cada població (aquesta mitjana, en la majoria de les poblacions, no sabem a quants organismes correspon); les dades abans d'utilitzar-se s'han transformat logarítmicament. Les mesures corresponen a: A, Longitud total sense sedes; B, Longitud de la furca; C, Amplada de la furca; D, Seda terminal externa de la furca; E, Seda terminal mitjana externa de la furca; F, Seda terminal mitjana interna de la furca; G, Seda terminal interna de la furca.

		A	B	C	D	E	F	G	
1.	<i>T. prasinus</i>	Suffolk (Anglaterra)	780	74	27	51	225	350	60
2.	<i>T. prasinus</i>	Bradford (Anglaterra)	700	68	28	56	194	305	56
3.	<i>T. prasinus</i>	Devonshire (Anglaterra)	750	67	29	55	215	325	67
4.	<i>T. prasinus</i>	Oxford (Anglaterra)	780	64	26	58	210	340	57
5.	<i>T. prasinus</i>	Norfolk (Anglaterra)	780	64	27	55	195	305	63
6.	<i>T. prasinus</i>	Algèria	850	64	25	50	222	330	60
7.	<i>T. prasinus</i>	França	720	60	24	55	230	365	68
8.	<i>T. prasinus meridionalis</i>	Cabecera (Terra del Foc)	663	38	18	28	135	192	44
9.	<i>T. prasinus meridionalis</i>	Coterras (Terra del Foc)	715	42	22	32	153	204	52
10.	<i>T. prasinus meridionalis</i>	Oochouaia (Terra del Foc)	679	37	18	31	150	200	50
11.	<i>T. prasinus</i>	Birmània	714	37	18	34	148	203	50
12.	<i>T. prasinus</i>	Itàlia	720	60	24	55	230	365	60
13.	<i>T. prasinus aztequi</i>	Mèxic	845	49	17	38	231	288	34
14.	<i>T. prasinus mexicanus</i>	Mèxic	522	29	12	25	103	154	27
15.	<i>T. extensus f. longispina</i>	Mèxic	707	48	14	25	153	179	37
16.	<i>T. prasinus f. peruviana</i>	Perú	723	39	20	41	153	185	42
17.	<i>T. prasinus</i>	Llac Upemba (Congo)	683	33	18	36	227	302	50
18.	<i>T. prasinus</i>	Ibars (Espanya) IV	644	50	18	36	150	232	44
19.	<i>T. prasinus</i>	Ibars (Espanya) VIII	554	42	17	31	127	185	35
20.	<i>T. prasinus</i>	Ibars (Espanya) II	630	49	17	37	155	233	44
21.	<i>T. prasinus</i>	Ibars (Espanya) VI	572	42	17	30	127	185	37
22.	<i>T. prasinus</i>	Arbón (Espanya) X-72	785	55	22	41	161	251	42
23.	<i>T. prasinus</i>	Arbón (Espanya) VII-73	801	57	22	42	162	260	45
24.	<i>T. prasinus</i>	Porto de Mouros (Espanya) X-72	783	53	24	39	164	233	52
25.	<i>T. prasinus</i>	Porto de Mouros (Espanya) VII-73	740	50	22	35	155	218	50
26.	<i>T. prasinus</i>	Conde de Guadalhorce (Espanya) II-73	799	55	23	39	165	263	43
27.	<i>T. prasinus</i>	Conde de Guadalhorce (Espanya) V-73	787	56	24	40	159	264	46
28.	<i>T. prasinus</i>	Retortillo (Espanya) I-73	755	53	21	38	157	257	41
29.	<i>T. prasinus</i>	Retortillo (Espanya) V-73	778	55	23	38	156	244	42
30.	<i>T. prasinus</i>	Alloz (Espanya) X-72	712	49	20	33	144	220	36
31.	<i>T. prasinus</i>	Alloz (Espanya) VII-73	736	54	22	36	152	241	41
32.	<i>T. prasinus</i>	Boadella (Espanya) II-73	772	56	21	42	167	269	47
33.	<i>T. prasinus</i>	Boadella (Espanya) VIII-73	686	46	21	31	134	211	38
34.	<i>T. prasinus meridionalis</i>	Brasil	620	30	15	25	123	139	29
35.	<i>T. schubarti</i>	Brasil	600	30	17	47	190	268	81

és una espècie diferent, si bé, com es pot veure en la taula 1, la població 15 també correspon a una altra espècie, *Tropocyclops extensus* forma *longispina*; aquesta queda dintre el núvol de punts. Si anem a les taules de classificació, els criteris per diferenciar l'una i l'altra espècie són diferents; en el primer cas són més objec-

tius que en el segon. La població 17, tot i que l'hem agrupat amb les poblacions 9, 10, 11, etc., per qüestió geogràfica i perquè s'ha considerat com dins del grup de l'espècie típica, podria ser que en considerar més mesures s'unís més al grup, o bé que encara es diferenciés més.

Un altre fet curiós i sorprenent és que



la població 14, que correspon a *Tropocyclops prasinus mexicanus*, considerada arreu com una subespècie americana i potser la de distribució més àmplia i que sembla que fins i tot el seu comportament seria diferent del de l'espècie d'Europa (HUTCHINSON, 1967), en aquesta anàlisi se situa al costat de les poblacions d'Espanya.

Si ens mirem aquesta representació gràfica fent abstracció de tota la problemàtica de la metodologia que abans hem exposat, i si prescindíssim d'un trasfons geogràfic, els grups que fariem serien segurament uns altres: el 35 seguiria anant sol, el 17 també, els 9, 10, 11 podrien fer un grup, el 7 i el 12 un altre o bé aquests dos últims els podríem agrupar. Evidentment, després hauríem de veure què és el

TAULA 2. Referència dels autors que han fet les mesures de les poblacions estudiades.

Poblacions	Autors
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	GURNEY, 1933
8, 9, 10	LINDBERG, 1954
11	LINDBERG, 1949
12	MORONI, 1967
13, 14, 15	LINDBERG, 1955 a
16	LINDBERG, 1955 b
18, 19, 20, 21	MARGALEF, 1950
22...33	RIERA, 1981
34, 35	HERBST, 1959

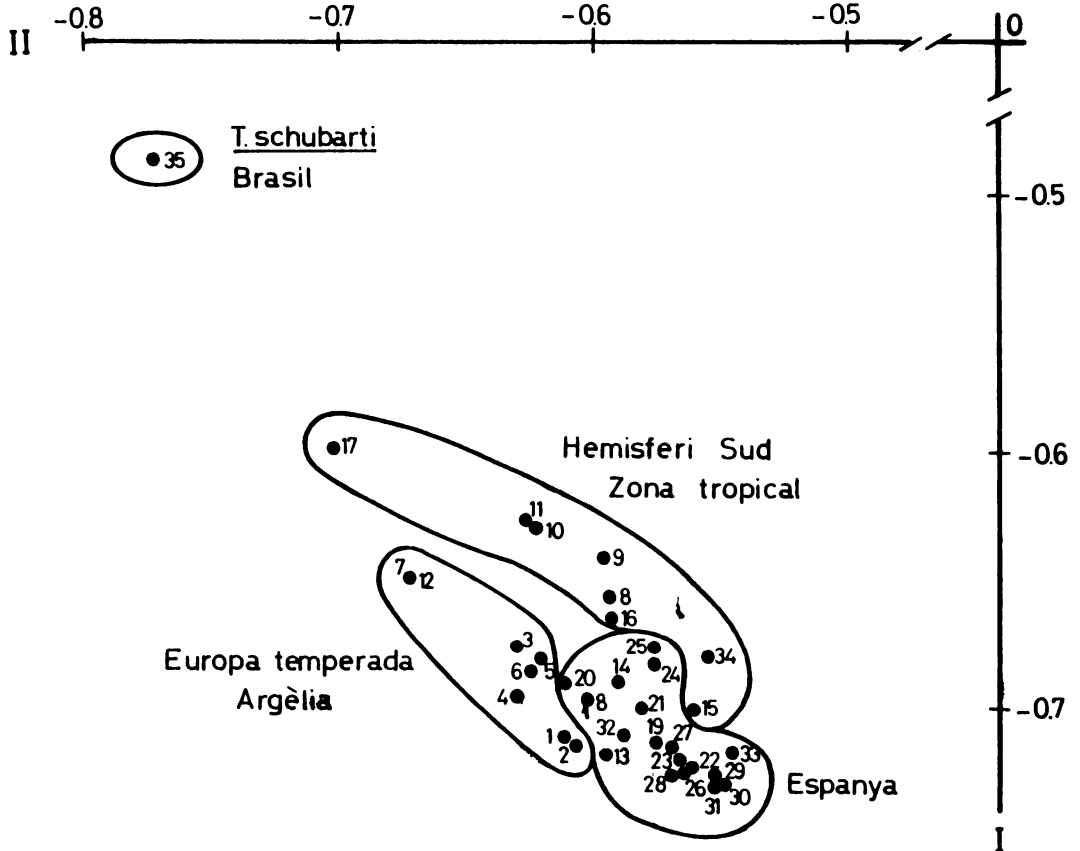


FIG. 2. Representació sobre l'espai definit pels dos primers eixos de les poblacions de *Tropocyclops* que s'indiquen a la taula 1. Components principals; vegeu explicació al text.

que això representa i si té alguna lògica o no; però com que aquest no és el cas, potser cal deixar aquí el camí de l'especulació.

Podríem concloure de tot això que el mètode emprat és adequat per separar les subespècies, però de moment no gosaríem esperar una solució definitiva.

#### BIBLIOGRAFIA

- GURNEY, R. 1933. *British Freshwater Copepoda, III*. Ray Society. London.
- HERBST, H. V. 1962. Crustacea aus dem Amazonasgebiet, gessammelt von professor Dr. H. Sioli und Dr. R. Braun. 1. Litorale und sunstragebundene Cyclopoida Gnathostoma (Copepoda). *Crustaceana*, 3 (4): 259-278.
- HUTCHINSON, G. E. 1967. *A Treatise on Limnology*, John Wiley. New York.
- KIEFER, F. 1929. Cyclopoida Gnathostoma. *Das Tierreich*, 53: 1-102.
- LINDBERG, K. 1946. Cyclopoides (Crustacées Copépodes) nouveaux et peu connus de l'Inde. *Bull. Soc. Zool. France*, 71: 84-95.
- LINDBERG, K. 1949. Cyclopoides (Crustacées Copépodes) de la Birmanie. *Bull. Soc. Zool. France*, 74: 38-46.
- LINDBERG, K. 1951. Cyclopoides (Crustacées Copépodes). Exploration du Parc National de l'Upemba, 2. *Institut des Parcs Nationaux de Congo Belge*, Bruxelles.
- LINDBERG, 1954. Cyclopoides (Crustacées Copépodes) de l'Amérique du Sud. *Arkiv. Zool.*, 2 (7): 11.
- LINDBERG, K. 1955 a. Cyclopoides (Crustacées Copépodes) du Mexique. *Ark. Zool.*, 2 (7): 23.
- LINDBERG, K. 1955 b. Cyclopoides (Crustacées Copépodes) récoltés au Pérou par le Dr. Hernando Macedo. *Fol. Biol. Andina* (II, Zool.), 1: 1-18.
- MARGALEF, R. 1950. Segunda nota sobre la biología de las aguas estancadas del bajo Urgel. *Iberda*, 5: 1-65.
- MARGALEF, R. 1953. Caracteres ligados a las magnitudes de los organismos y su significado sistemático y evolutivo. *Publ. Inst. Biol. Aplicada*, 12: 111-121.
- MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona.
- MIRACLE, M. R. 1976. Distribución en el espacio y en el tiempo de las especies del zooplancton del lago de Banyoles. *Monogr. ICONA*, 5: 1-270.
- MIRACLE, M. R. 1978. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos de los Pirineos y su interés biogeográfico. *Oecologia aquatica*, 3: 167-192.
- MORONI, A. 1967. *Ecologia delle comunità eleoplanctoniche di risaia*. Istituto di Zoologia e Anatomia Comparata de la Università di Parma. Studium Parmense, Parma.
- RIERA, T. 1981. Estudi biomètric comparat de dues espècies de copépodes, una marina (*Temora stylifera*) i una d'aigua dolça (*Tropocyclops prasinus*). Implicacions taxonòmiques, ecològiques i evolutives. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.

## CONTRIBUCIÓ AL CONEIXEMENT DE L'ÀREA GEOGRÀFICA D'ALGUNS BRIÒFITS

Rebut: Juny 1979

C. Casas,\* M. Brugués \* i R. M. Cros \*

### SUMMARY

Contribution to the knowledge of the geographical area of some Bryophyta

The geographical area know so far of three liverworts and nine mosses which have been recently added to the bryological flora of the Iberian Peninsula is studied here. The maps of the world distribution of each species are shown. These are divided into 3 groups: austral Iberian, oriental Iberian and Mediterranean.

La major part dels briòfits que viuen a la Península Ibèrica tenen una distribució molt àmplia per tot l'hemisferi boreal, localitzats en els diferents hàbitats segons les exigències ecològiques de cada espècie.

Paral·lelament al que succeeix en la flora superior, la brioflora peninsular compta amb espècies que tenen una distribució geogràfica molt particular. Ja P. ALLORGE (1931) es va adonar d'aquest fet notable i publicà unes consideracions sobre àrees disjunctes d'alguns briòfits que es troben a la Península Ibèrica. De llavors ençà es coneix millor l'àrea d'algunes de les espècies esmentades per aquest autor i se n'han descobert d'altres, la presència de les quals era ignorada a Espanya i en algun dels casos ha estat novetat per a Europa.

En aquesta nota ens proposem donar a conèixer l'àrea d'algunes d'aquestes espècies trobades per nosaltres a Espanya i que presenten disjuncions específiques o

fins i tot genèriques. Basant-nos en l'estudi de P. ALLORGE (1931) i en el de JÄGER (1971), reunim les dotze espècies que esmentem a continuació en tres tipus de distribució:

1. Ibero-austral  
*Gigaspermum mouretii* Corb.  
*Goniomitrium seroi* Casas  
*Oedipodiella australis* (Wag. et Dix.)  
Dix. var. *catalaunica* P. de la V.  
*Trichostomopsis umbrosa* (C. Müll.)  
Robins.  
*Trichostomopsis trivialis* (C. Müll.)  
Robins.
2. Mediterrània  
*Grimmia pitardi* Corb.  
*Riella reuteri* Mont.  
*Pyramidula algeriensis* Chudeau et  
Douin.  
*Riella helicophylla* Mont.  
*Riccia crustata* Trab.

\* Departament de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra.

### 3. Ibero-oriental

*Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. ssp. *caninervis*  
*Funaria hungarica* Boros

## 1. DISTRIBUCIÓ IBERO-AUSTRAL

D'aquest tipus de distribució en parla Allorge posant com exemple la distribució del gènere *Trichetrella*, el qual té una espècie, *T. arapilensis*, endèmica de l'occident ibèric. Aquest autor compara la distribució d'aquest gènere (Xile-Sud-àfrica-Austràlia) amb la de *Gigaspermum* (fig. 1) i dóna com a possible l'existència de *G. mouretii* al sud de la Península Ibèrica. Efectivament, aquesta espècie coneguda del Marroc fou trobada al cap de Gata (Almeria). Molt rara, va ser recollida al Far i prop dels Escullos, sempre estèril.

El gènere *Goniomitrium* (funariàcies) presenta una distribució semblant a *Gigaspermum* i és representat a Espanya per *G. seroi*, endemisme trobat al cap de Gata en la zona del Monsul. El gènere, amb altres cinc espècies, era totalment austral abans de conèixer *G. seroi* (fig. 2). Fèrtil, va ser recollida amb abundants esporangis.

*Oedipodiella australis*, de la mateixa família que *Gigaspermum* (gigaspermàcies), s'ha trobat a la costa nord-catalana (Portbou, el Port de la Selva, Cervera) a les esclatxes de les pissarres siluriques i entre les pedres dels murs de contenció i les tanques dels antics conreus de vinyes i oliveres, i també a les esclatxes de les pissarres i cavitats de les roques de la Vall Ferrera, al Pirineu lleidatà, a 900 m d'altitud. Sempre estèril però amb propàguls discoidals. La seva àrea disjunta es a l'Àfrica del Sud (fig. 3). Fou determinada per POTIER DE LA VARDE (1958), el qual li donà categoria de varietat (var. *catalaunica*) tan sols per la diferència de grandària de les cèl·lules.

Dins d'aquest grup ibero-austral incloem dues espècies del gènere *Trichostomopsis* (pottiàcies), del qual fins ara fa poc no es coneixia cap localitat europea. *T. trivialis* va ser trobada a la província de Toledo a la base d'unes penyes prop del riu Algodor. Fins ara només era coneguda al sud d'Àfrica en l'antic estat lliure d'Orange. Una altra espècie d'aquest gènere, *T. umbrosa*, fou trobada per primera vegada a Europa a la ciutat de Barcelona. Avui dia

se'n coneixen a altres localitats a Catalunya, a la resta de l'Estat espanyol, Portugal i Anglaterra. Té una àrea molt més extensa que l'anterior: Argentina, Uruguai, Mèxic i Califòrnia. *Trichostomopsis* consta actualment de vuit espècies, tres amb distribució austral i disjunció boreal (*T. australiasiae*, *T. trivialis*, *T. umbrosa*), una d'austral (*T. curvipes*) i quatre de boreals (*T. brevifolia*, *T. fayae*, *T. aaronis* i *T. hanksnenchtii*) (fig. 4).

## 2. DISTRIBUCIÓ MEDITERRÀNIA

En aquest grup incloem cinc espècies de distribució eminentment mediterrània, però que presenten algunes diferències en la seva àrea de distribució. Per això creiem millor separar-les en tres subgrups:

- A) Distribució mediterràneo-occidental:  
*Grimmia pitardi* Corb.  
*Riella reuteri* Mont.  
*Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin
- B) Distribució mediterràneo-atlànica:  
*Riella helicophylla* Mont.
- C) Distribució mediterràneo-continental:  
*Riccia crustata* Trab.

A) DISTRIBUCIÓ MEDITERRÀNEO-OCCIDENTAL  
Els briòfits d'aquest grup, una hepàtica i dues molses, tenen una distribució mediterràneo-occidental. Les localitats més orientals són Trípoli (Líbia) per *Grimmia pitardi* i per *Riella reuteri* Suïssa. Per tant, tenen una àrea geogràfica comparable, però requereixen condicions ecològiques molt diferents. *Riella reuteri* Mont., de la família de les riel·làcies, és una hepàtica hidròfila, halòfila i es troba submergida a les vores de les llacunes salades. S'ha trobat a Sardenya, Algèria, Marroc, sud de França i Suïssa; a Espanya CASAS (1970b) l'ha trobat als Monegros (fig. 5). La disjunció és produïda per la seva exigència ecològica. Sempre es troba fèrtil amb abundant producció d'esporangis; la disseminació és produïda probablement per les aus aquàtiques. *Grimmia pitardi* Corb. de la família de les pottiàcies, és una molsa de sòls calcaris descoberta per primera vegada en territori espanyol a l'illa d'Eivissa per O. de Bolòs el 11 d'abril de 1960; actualment se'n coneixen moltes localitats.



FIG. 1. Distribució del gènere *Gigaspermum*. *G. mouretii* Corb. ■: Marroc (JELENC, 1955). Almeria ACUÑA et al., 1975). *G. repens* (Hook.) Lindb. ●: Austràlia, Tasmània, Nova Zelanda, Sud-àfrica (BROTHERUS, 1924). *G. subrepens* C. Müll. ●: Austràlia (BROTHERUS, 1924). *G. tumidum* (Mitt.) Par. ●: Tasmània (BROTHERUS, 1924).  
Distribution of the genus *Gigaspermum*. *G. mouretii* Corb. ■: *G. repens* (Hook.) Lindb. ●: *G. subrepens* C. Müll. ●: *G. tumidum* (Mitt.) Par. ●.



FIG. 2. Distribució del gènere *Goniomitrium*. *G. seroi* Casas. ■: Almeria (CASAS, 1972). *G. acuminatum* Hook. et Wils. ●: Austràlia (BROTHERUS, 1924). *G. africanum* (C. Müll.) Broth. ●: Sud-àfrica (SIM, 1926). *G. enerve* Hook. et Wils. ●: Austràlia (BROTHERUS, 1924). *G. speluncae* P. de la V. ●: Bocaranga (POTIER DE LA VARDE, 1946).  
Distribution of the genus *Goniomitrium*. *G. seroi* Casas ■: *G. acuminatum* Hook. et Wils. ●: *G. africanum* (C. Müll.) Broth. ●: *G. enerve* Hook. et Wils. ●: *G. speluncae* P. de la V. ●.

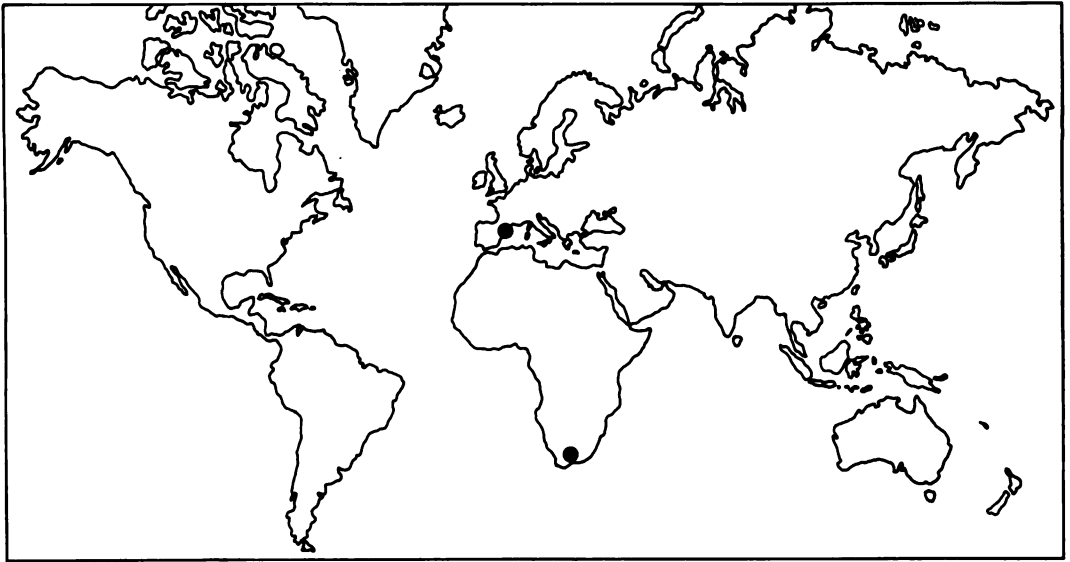


FIG. 3. Distribució d'*Oedipodiella australis* (Wag. et Dix.) Dix.: Sud-àfrica (SIM, 1926), var. *catalaunica* P. de la V.: Girona (P. DE LA V., 1958), Lleida (CASAS, 1970a).  
Distribution of *Oedipodiella australis* (Wag. et Dix.) Dix.

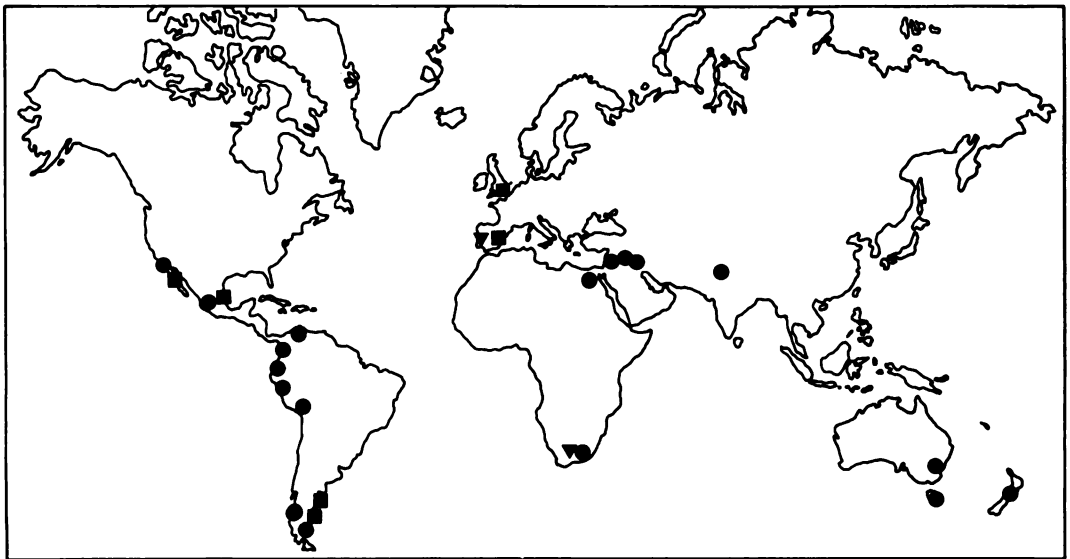


FIG. 4. Distribució del gènere *Trichostomopsis*. *T. trivialis* (C. Müll.) H. Robins. ▼: Toledo (Casas); Sud-àfrica (ROBINSON, 1970). *T. umbrosa* (C. Müll.) H. Robins. ■: Barcelona (CASAS, 1970c), Tarragona (BRUGUÉS, 1976), Granada (Zafra), Califòrnia, Mèxic, Uruguai, Argentina (ROBINSON, 1970). *T. aaronis* (Lor.) Agnew & Townsend ●: Egipte, Síria (AGNEW & TOWNSEND, 1970), Iraq, Jordània i Sinai (AGNEW & VONDRACEK, 1975). *T. australasiae* (Hook. et Grev.) H. Robinson ●: USA, Mèxic, Guatemala, Veneçuela, Colòmbia, Equador, Perú, Bolívia, Xile, Austràlia, Tasmània, Sud-àfrica, Nova Zelanda (ROBINSON, 1970). *T. curvipes* (C. Müll.) H. Robinson ●: Argentina (ROBINSON, 1970). *T. jayae* Grout.: Califòrnia (ROBINSON, 1970). *T. haussknechtii* (Jur. et Milde) Agnew et Townsend ●: Afganistà (AGNEW & TOWNSEND, 1970), Iraq, Pèrsia (AGNEW & VONDRACEK, 1975), Anglaterra (CRUNDWELL & WHITEHOUSE, 1978).  
Distribution of the genus *Trichostomopsis*. *T. trivialis* (C. Müll.) H. Robins. ▼: *T. umbrosa* (C. Müll.) H. Robins. ■: *T. aaronis* (Lor.) Agnew and Townsend ●: *T. curvipes* (C. Müll.) H. Robins. ●: *T. australasiae* (Hook. et Grev.) H. Robins. ●: *T. jayae* Grout. ●: *T. haussknechtii* (Jur. et Milde) Agnew et Townsend. ●.

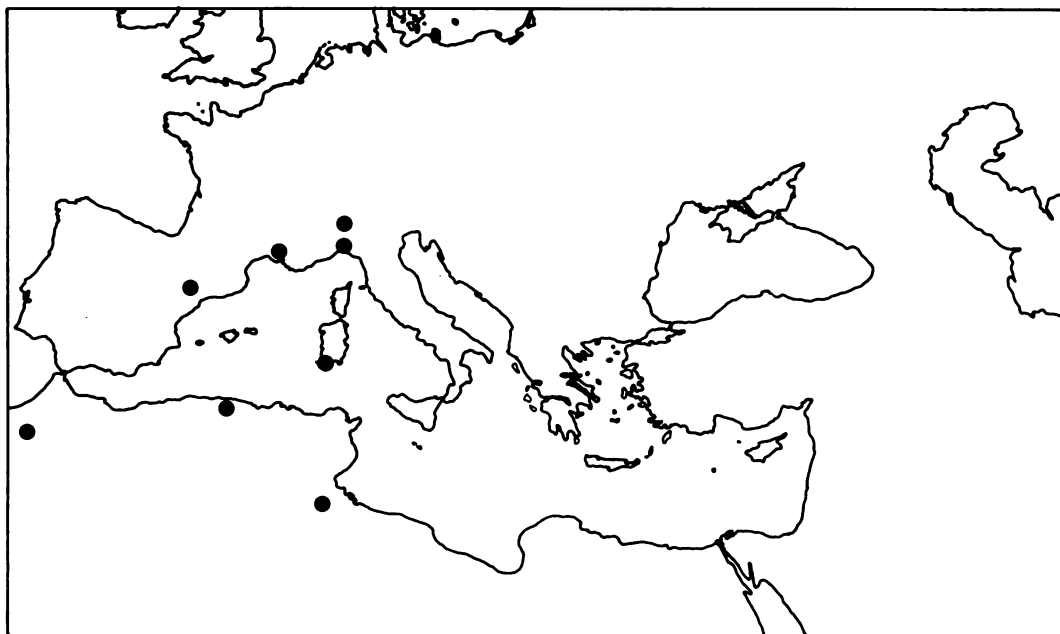


FIG. 5. Distribució de *Riella reuteri* Mont.: Suïssa (MÜLLER, 1957). Fes, Sebka de Zarkin (JELENC, 1955). Gènova, Le Sersou, Roquehaute, Agde (TRABUT, 1911). Bujaraloz (CASAS, 1970b).  
Distribution of *Riella reuteri* Mont.

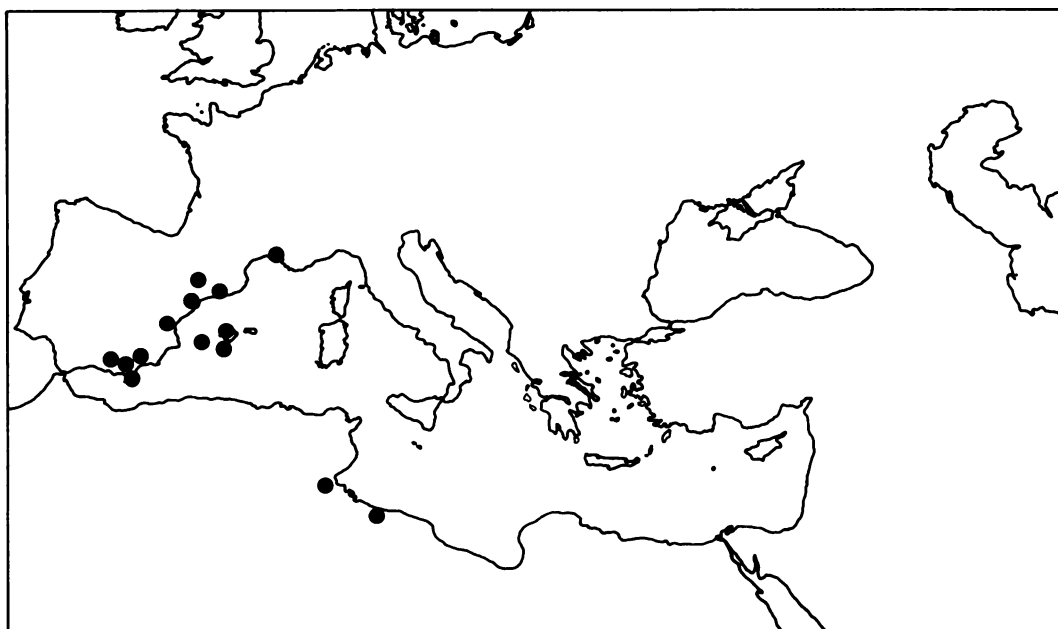


FIG. 6. Distribució de *Grimmia pitardi* Corb.: Matmata (JELENC, 1955). Trípoli (KOPPE, 1964). Toulon, Mallorca, Serra Nevada (KOPPE, 1964). Almeria (ACUÑA *et al.*, 1974). Níjar, Yecla (CASAS). Montgó (VIVES, 1978). Eivissa (CASAS, 1966). Mallorca (KOPPE, 1965). Cabrera (VIVES, 1976). Gandesa, Falset, Montmell (Casas). El Masroig (BRUGUÉS, 1978). Ordal, Bonastre (VIVES, 1974). Cartuja de Monegros (Casas).  
Distribution of *Grimmia pitardi* Corb.

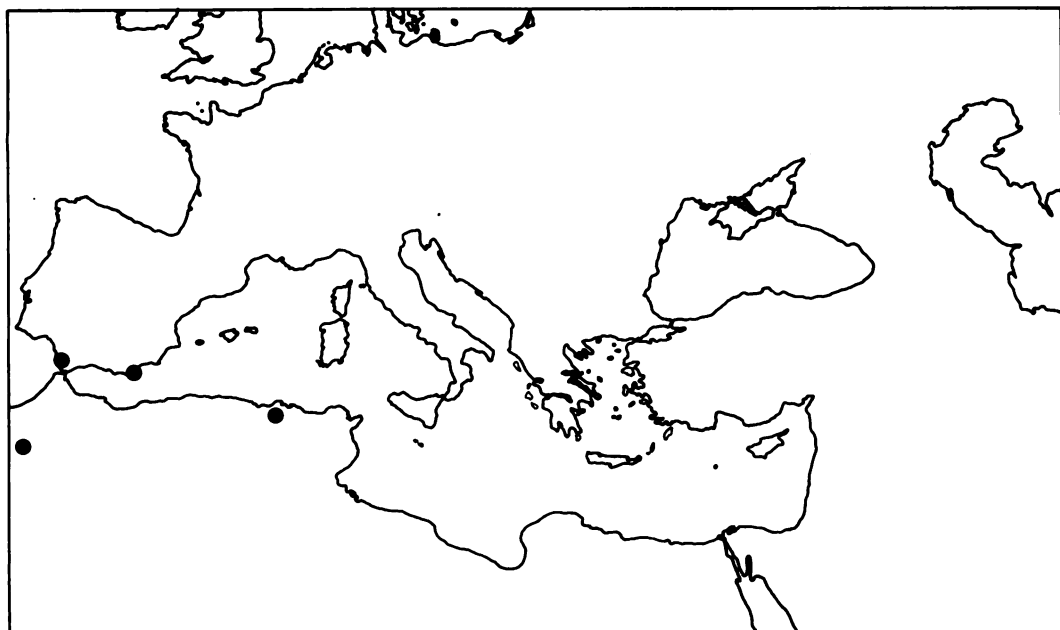


FIG. 7. Distribució de *Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin: Azizal, Constantine (JELENC, 1955). Almeria (CASAS & SIMÓ, 1972). Cadix (Oliva).  
Distribution of *Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin.

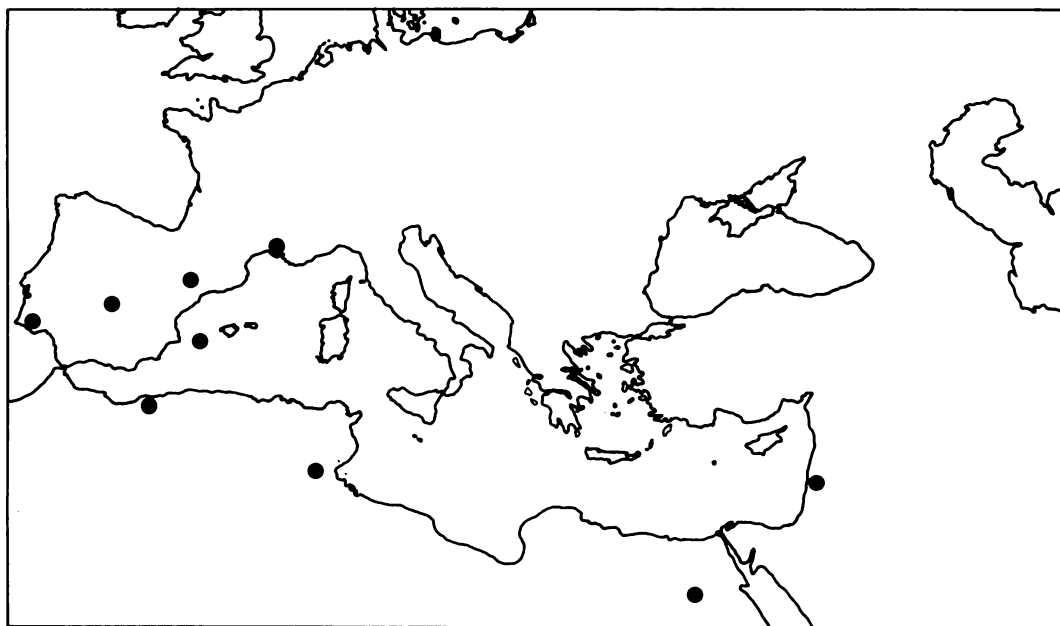


FIG. 8. Distribució de *Riella helicophylla* Mont.: Oran (MÜLLER, 1957). Tunísia, Palestina, Helwan, Algarve, Toledo (PERSSON & IMAN, 1960). Thau (DUBOIS & HEBANT, 1968). Bujaraloz, Sariñena (CASAS, 1970<sup>b</sup>). Eivissa (CROS, en premsa).  
Distribution of *Riella helicophylla* Mont.



Sempre l'hem vist amb abundants càpsules; si és estèril és difícil de determinar, és per això que creiem que pot ser més comú del que sembla. Ha estat trobada a Tunísia, Líbia i sud de França.<sup>1</sup>

*Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin, de la família funariàcies, és endèmica del nord d'Àfrica: Algèria i al sector del gran Atlas al Marroc; a Espanya l'hem trobada al cap de Gata (Almeria) i darrerament a Càdis, d'on posem mostres recollides per R. Oliva (fig. 7). Sempre té esporòfits, i al cap de Gata es troba sobre replans argiloso-arenosos, entre sòl molt pedregós.

#### B) DISTRIBUCIÓ MEDITERRÀNEO-ATLÀNTICA

*Riella helicophylla* Mont., hepàtica de la família de les riehlàcies, és halòfila i hidròfila, apareix submergida a les vores i als fons de les llacunes salades en les zones endorreiques. La recolletà per primera vegada a Espanya P. ALLORGE el 1928 prop de Toledo, després C. Casas als Monegros i R. M. Cros a Eivissa. La seva àrea de distribució comprèn Tunísia, Algèria, Egipte, sud de Portugal i sud de França (fig. 8).

#### C) DISTRIBUCIÓ MEDITERRÀNEO-CONTINENTAL

*Riccia crustata* Trab. família ricciàcies, hepàtica halòfila que apareix a les vores de les llacunes salades i a les depressions salades humides dels terrenys guixosos en les clarianes de la vegetació halòfila. La trobà JOVET-AST (1967) per primera vegada a Espanya entre Madrid i Aranjuez, CASAS (1970) la trobà després als Monegros; més tard aparegué a Terol, Cazorla (Jaén), Granada, i també X. Llimona la recollí a Almeria. La seva àrea s'estén des del Marroc, Algèria, Líbia fins a Egipte, i posem una citació de «Xipre o Líban» repetida per molts autors, però no se sap de segur quina de les dues correspon a la vàlida (fig. 9). A Europa té una àrea semblant a *Funaria hungarica*, espècie també de tendència halòfila, que incloem dins del grup ibero-oriental; però *Riccia crustata* és citada a diverses localitats del nord d'Àfrica.

*Riella reuteri*, *Riella helicophylla* i *Riccia crustata*, tenen unes apetències edàfiques i ecològiques semblants. Les dues primeres submergides en les aigües salobres de les llacunes de les zones endorrei-

ques, i *Riccia crustata* a les vores de les llacunes, formant petites rosetes entre la vegetació halòfila.

### 3. DISTRIBUCIÓ IBERO-ORIENTAL

Dins d'aquest grup incloem dues espècies estepàries. *Tortula caninervis* ssp. *caninervis* presenta una disjunció que correspon al tipus ibero-caspia d'Allorge; és pròpia de les estepes de l'Àsia occidental, té una àrea disjunta a la Península Ibèrica que és molt extensa, ja que ocupa tota la zona calcària àrida i seca de l'est, centre i sud (fig. 10). *Tortula c. caninervis* és molt comú i s'ha trobat estèril. Hem observat gairebé sempre la presència d'arquegonis però mai d'anteridis. Es tracta d'una espècie dioica i sospitem que si no hem vist esporangis és que sols existeixen peus femenins. En la tija hem pogut observar filaments que probablement són propagulífers i també gemmes que es desprenen fàcilment. L'altra espècie, *Funaria hungarica* és pròpia de les estepes centreuropees: Iugoslàvia, Ucraïna, URSS, GAMS (1934) considera que té una distribució aralo-caspiana. Va ser recollida fèrtil amb càpsules madures als Monegros prop de la Cartoixa al febrer de 1977, per M. Brugués sobre sòl arenós amb *Artemisia herba-alba* i *Sueda brevifolia* (fig. 11). Darrerament s'ha trobat a Penyalba, extrem sud-est dels Monegros, i a Navarra, sempre sobre sòls salats.

Les dotze espècies esmentades viuen en sòls àrids. Excepte *Oedipodiella* i *Goniomitrium* són calcícoles i algunes halòfiles. Pertanyen a les famílies pottiàcies, funariàcies, gigaspermàcies i grimmiaçies.

Són acrocàrpics de grandària molt reduïda (de 2-3 fins 10-15 mm).

*Funaria hungarica*, *Goniomitrium seroi*, *Pyramidula algeriensis* i *Grimmia pitardi* mostren una gran fertilitat. La propagació és assegurada per la gran producció d'espores. Són espècies amb un cicle de poca durada que s'inicia amb les pluges de primavera i formen ràpidament el gametòfit i tot seguit l'esporòfit per desaparèixer en disseminar les espores.

*Gigaspermum mouretii* i *Oedipodiella australis* sempre les hem trobades estèrils. Són persistents i tenen unes tiges subterrànies com rizomes. No hem vist mai òrgans sexuals però en *Oedipodiella* sempre

1. És citada per GIACOMINI (1947) a Itàlia sense precisar localitat (fig. 6).

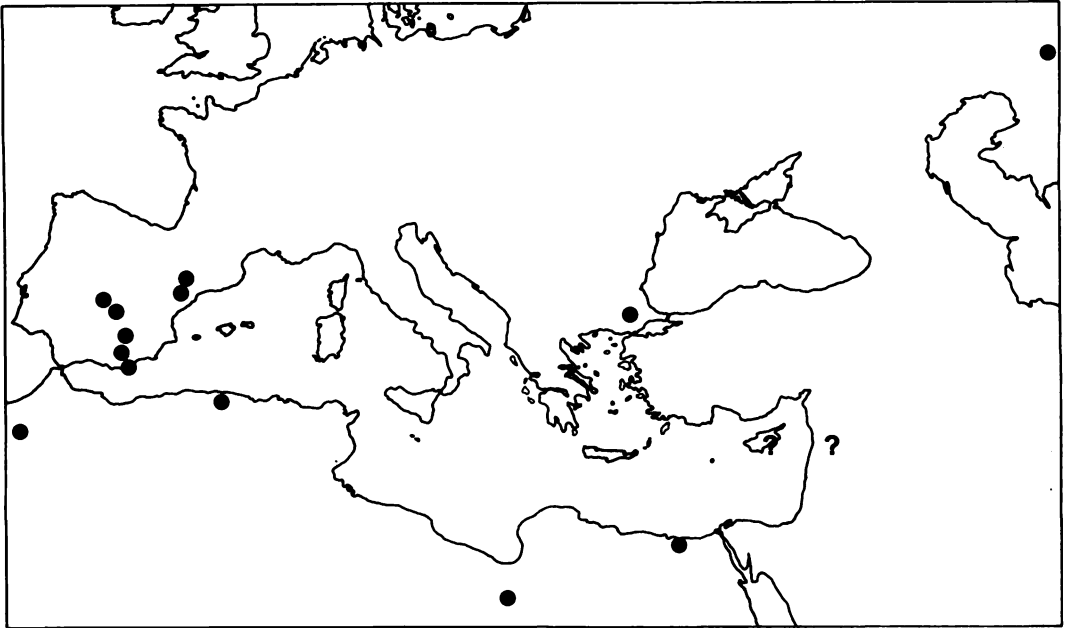


FIG. 9. Distribució de *Riccia crustata* Trab.: Kustanai, vall del Mesta (PETROV, 1966). «Xipre o Líban» (ALLORGUE & JOVET-AST, 1958). Alexandria, Líbia (JOVET-AST & BISCHLER, 1970). Marroc (JOVET-AST, 1955). Madrid, Saragossa, Terol, Ciudad Real, Granada, Almeria, Jaén (CASAS, 1973).  
Distribution of *Riccia crustata* Trab.

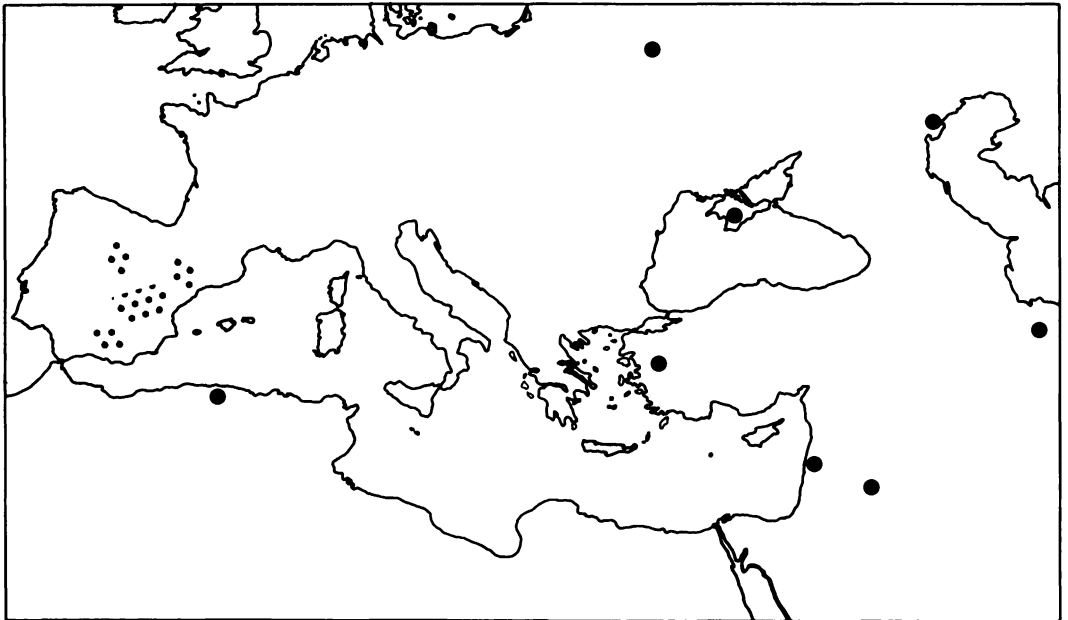


FIG. 10. Distribució de *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. ssp. *caninervis* Afganistan (FROELICH, 1964). Ankara (BORN-MÜLLER, 1951). Irak (AGNEW & VONDRACEK, 1975). Líban, Algèria (BILEWSKI, 1965). URSS (PODPERA, 1954). Saragossa, Terol, Burgos, Valladolid, Palència, Madrid, Toledo, Conca, Ciudad Real, Albacete, Granada, Soria, Castelló, València (CASAS, 1975).  
Distribution of *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. ssp. *caninervis*.

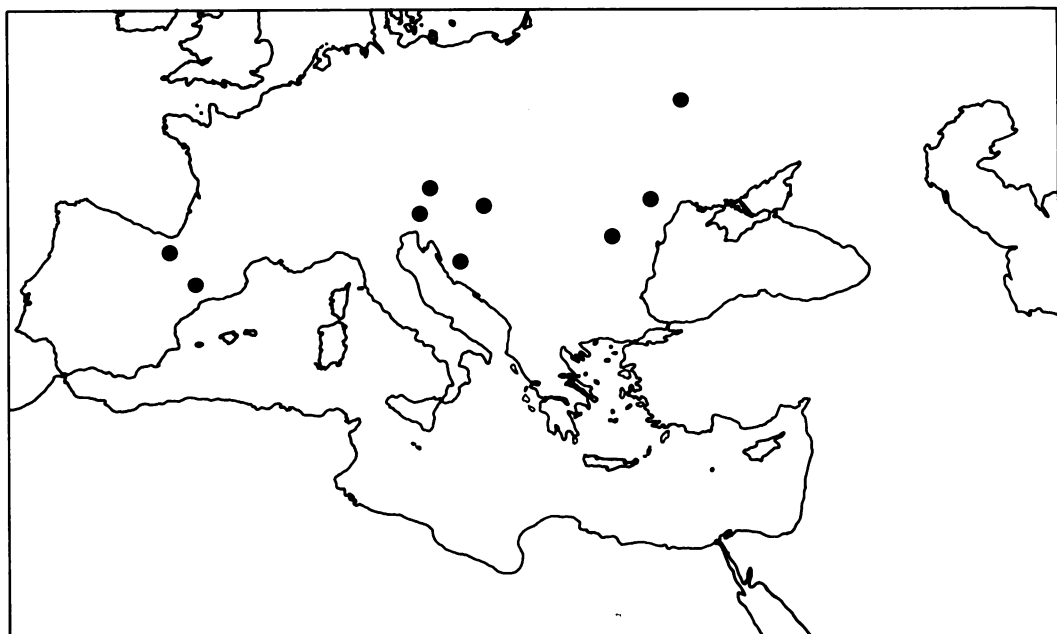


FIG. 11. Distribució de *Funaria hungarica* Boros: Austria, Txecoslovàquia, Hongria, Rumania, URSS (PODPERA, 1954). Iugoslàvia (BOROS, 1970). Cartuja de Monegros (Brugués). Los Arcos (García). Peñyalba (Casas).  
Distribution of *Funaria hungarica* Boros.

hi ha propàguls discoïdals, caràcter que facilita la seva identificació.

*Tortula c. caninervis*, *Trichostomopsis trivialis* i *Trichostomopsis umbrosa* es troben sempre estèrils. La propagació es realitza fàcilment per propàguls vegetatius i protonema secundari. Són espècies diòiques i és molt freqüent la presència d'arquegonis.

*Funaria hungarica*, *Pyramidula algeriensis*, *Grimmia pitardi*, *Tortula c. caninervis* i *Gigaspermum mouretii* es troben sobre sòls argiloso-arenosos de formació recent edílica o pluvial.

Les hepàtiques *Riella helicophylla*, *Riella reuteri* i *Riccia crustata* són marcadament halòfiles i productores d'espores amb gran quantitat. Per la seva ecologia, la fragmentació de la seva àrea es deu majorment al factor edàfic, i la propagació pot fer-se per les aus aquàtiques.

Segons GAMS (1932) les moltes xeròfiles, calcífies, terofítiques i cleistocàrpiques són d'origen relativament recent, derivades de les formes estegocàrpiques pleurocàrpiques. Es coneixen pocs bridiòfits fòssils, però sembla clar que les grans gla-

ciacions van afavorir les immigracions de plantes de les estepes i deserts a les regions del nord i oest. Certes hepàtiques xeròfiles i terofítiques com les ricciàcies i certes moltes (pottiàcies) són possibles immigrants d'aquests períodes.

L'explicació de les seves àrees actualment conegudes és molt problemàtica.

#### BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA *et al.* 1974. Aportaciones al conocimiento de la flora briológica española. Nóta 1: El Cabo de Gata (Almería). *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, 31: 59-95.
- AGNEW, S. & TOWNSEND, C. C. 1970. *Trichostomopsis* Card., a moss genus new to Asia. *Israel J. Bot.*, 19: 254-259.
- AGNEW, S. & VONDRACEK, M. 1975. A moss Flora of Iraq. *Feddes Repertorium*, 86: 341-489.
- ALLORGE, P. 1931. Sur quelques types de disjunctions dans la flore muscinale ibérique. *Travaux Crypt. a L. Mangin*, 465-475.
- ALLORGE, P. 1947. Essai de bryogéographie de la Péninsule Ibérique. *Encyclop. Biogéogr. et Ecol.*, 1: 1-105.
- ALLORGE, V. & JOVET-AST, S. 1958. La distribution des Marchantiales dans la Péninsule Ibérique et au Maroc. *P. Inst. Biol. Apl.*, 27: 129-145.
- BARTRAM, E. B. 1931. *Trichostomopsis brevifolia* sp. nov. *The Bryologist*, 34: 62-63.

- BILEWSKY, F. 1965. Moss Flora of Israel. *Nova Hedwigia*, 9: 335-434.
- BORNMÜLLER, J. 1951. Zur Bryophyten-Flora Kleinasiens. *Magy. Bot. Lap.*, 30: 1-21.
- BOROS, A. 1945. Über *Funaria hungarica*. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 15: 74-78.
- BOROS, A. 1968. Bryogéographie und bryoflora Ungars. *Akad. Kiadó*.
- BOROS, A. 1970. Présence de *Funaria hungarica* Boros en Yougoslavie. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 37: 187.
- BROTHERUS, V. F. 1888. Musci novi transcaspici. *Bot. Centralt.*, 34: 24-47.
- BROTHERUS, V. F. 1924. In: A. Engler, *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 10.
- BRUGUÉS, M. 1976. Una forma propagulífera de *Trichostomopsis umbrosa* (C. Müll.) Robins. en Cataluña. *Acta Phytotax. Barc.*, 21: 15-17.
- BRUGUÉS, M. 1978. Flora briològica de los estratos del Buntsandstein de la Cordillera Costera Catalana. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 44: 149-201.
- CASAS, C. 1966. Nueva aportación a la flora briològica balear. Algunos musgos y hepáticas de las islas de Ibiza y Formentera. *Homenaje en memoria del profesor J. M. Albareda*. Universidad de Barcelona. Facultad de Farmacia, 19-24.
- CASAS, C. 1970a. *Oedipodiella australis* (Wag. et Dixon) Dix. var. *catalaunica* P. de la V. en Vall Ferrera. *Acta Phytotax. Barc.*, 6: 13-15.
- CASAS, C. 1970b. Avance sobre el estudio de la flora briològica de los Monegros (Valle medio del Ebro). *Acta Phytotax. Barc.*, 6: 5-12.
- CASAS, C. 1970c. *Trichostomopsis umbrosa* (C. Müll.) Robins. en la ciudad de Barcelona. *Acta Phytotax. Barc.*, 6: 16-22.
- CASAS, C. 1972. *Goniomitrium seroi* sp. nov. en la sierra del Cabo de Gata. *Acta Phytotax. Barc.*, 10: 10-15.
- CASAS, C. 1973. Datos para la flora briològica española. Algunos musgos y hepáticas del sureste de España. *Rev. Cienc. Lisboa*, 17: 603-616.
- CASAS, C. 1975. Consideraciones sobre el área de distribución y ecología de *Tortula desertorum* Broth. en España. *Acta Phytotax. Barc.*, 15: 3-13.
- CASAS, C. & SIMÓ, R. M. 1972. *Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin en la Sierra del Cabo de Gata. *Acta Phytotax. Barc.*, 10: 5-9.
- CROS, R. M. Algunos briófitos interesantes de las islas Baleares. *Acta Malacitana* (en prensa).
- CRUNDWELL, A. C. & WHITEHOUSE, H. L. K. 1978. *Trichostomopsis umbrosa* (C. Müll.) Robins. in England. *J. Bryol.*, 10: 5-8.
- DOUIN, Ch. 1904. *Pyramidula algeriensis* Chudeau et Douin sp. nov. *Chartes*, 3.
- DUBOIS, A. & HÉBANT, Ch. 1968. Un *Riella* nouveau pour la France. *Naturalia monspeliensia*, 19: 43-46.
- FROELICH, J. 1964. Bryophyten aus Afghanistan und Nordwest-Pakistan. *Ann. Naturhist. Mus. Wien.*, 67: 148-158.
- GAMS, H. 1932. Quaternary Distribution. In: *Manual of Bryology*. Verdoorn: 297-322.
- GAMS, H. 1934. Beitrage zur kenntnis der steppenmoose. *Ann. Bryol.*, 7: 37-56.
- GIACOMINI, V. 1947. Syllabus Bryophytarum Italicum. Pars Prima: Andreales et Bryales. *Atti Inst. Bot. Univ. Lab. Crypt.*, 4: 220.
- HERZOG, Th. 1932. Geographie. In: *Manual of Bryology*. Verdoorn: 273-296.
- JAGER, E. J. 1971. Die Pflanzengeographische Stellung de «Steppen» der Iberischen Halbinsel. *Flora*, 160: 217-256.
- JELENC, F. 1955. Muscinées de l'Afrique du Nord. *Soc. Géogr. et Arch. d'Oran.*, 72-76: 1-152.
- JELENC, F. 1956. Contributions à l'étude de la flore et de la végétation bryologiques Nord-africaines. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, 47: 92-106.
- JOVET-AST, S. 1955. Hépatiques marocaines, I. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 35: 265-282.
- JOVET-AST, S. 1956. Hépatiques marocaines, II. *Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc*, 36: 45-60.
- JOVET-AST, S. 1956. Les Hépatiques marocaines: éléments géographiques, distribution, stations. *C. R. Biogéogr.*, 286: 26.
- JOVET-AST, S. 1967. *Riccia crustata* Trab., nouveau pour l'Europe. *Riccia Sommieri* Lev., nouveau pour l'Espagne. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 35: 385.
- JOVET-AST, S. & BISCHLER, H. 1970. Les Hépatiques d'Égypte et du Sinaï. Énumération, notes écologiques et biogéographiques. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 37: 265-290.
- KOPPE, F. 1964. *Grimmia pitardi* Corb. in Südspanien. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 33: 216-218.
- KOPPE, F. 1965. Bryologische Beobachtungen auf der Insel Mallorca. *Botaniska Notiser*, 118: 25-48.
- LOESKE, L. 1930. Monographie der europäischen Grimmiaceen. *Bibl. Bot.*, 101: 88.
- MATSON, F. L. S. 1973. Studies of bryophyte distribution since the time of E. M. Holmes.: a review with emphasis on the recent literature. *Bot. J. Linn. Soc.*, 67: 33-46.
- MÜLLER, K. 1957. Die Lebermoose Europas. In: *Kryptogamen Flora*. Rabenhorst's, L. Leipzig.
- PERSON, H. & IMAN, M. 1960. The first find of a *Riella* in Egypt and some words about the distribution of the genus in the world. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 29: 1-9.
- PETROV, S. 1966. Erste Standort von *Riccia crustata* Trab. in Europa. *Mitt. Bot. Inst. Bul. Akad. Wissensch.*, 16: 247-251.
- PITARD, J. & CORBIÈRE, L. 1909. Additions à la flore des Muscinées de la Tunisie. *Bull. Soc. Bot. France*, 56: 55-58.
- PODPERA, J. 1954. *Conspectus Muscorum Europaeorum*. Praga.
- POTIER DE LA VARDE, R. 1946. Bryophyta nova. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 15: 141-144.
- POTIER DE LA VARDE, R. 1958. Une mousse nouvelle pour l'Europe: *Oedipodiella australis* (Wag. et Dix.) Dix. var. *nova catalaunica* P. de la V. *Rev. Bryol. Lichénol.*, 27: 11-12.
- ROBINSON, A. 1970. A revision of the moss genus *Trichostomopsis*. *Phytologia*, 20: 184-191.
- SCHIFFNER, V. 1913. Bryophyta aus Mesopotamien und Kurdistan, Syrien, Rhodos, Mytilini und Prinkipo. *Ann. Naturh. Hofnnes.*, 27: 472-504.
- SCHOFIELD, W. B. & CRUM, H. A. 1972. Disjunctions in bryophytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 59: 174-202.
- SIM, T. R. 1926. The Bryophyta of South Africa. *Royal Soc. of South Africa*.
- STORMER, P. 1963. Iranian Plants collected by Per Wendelbo in 1959. *Acta Univ. Bergen. Mat-Naturv.*, 11: 1-37.
- TRABUT, J. 1911. Sur la présence de deux *Riella* en Tunisie: *Riella helicophylla* et *R. reuteri*. *Bull. Soc. Bot. France*, 58: 171-175.
- VIVES, J. 1974. Additions to the moss flora of Catalonia. *Collect. Bot.*, 9: 195.
- VIVES, J. 1976. Vegetació briofítica. In: Flora i Vegetació de l'illa de Cabrera. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 7: 119-121.
- VIVES, J. 1978. *Aproximació a la flora briofítica del Migjorn valencià*. Barcelona.
- VONDRACEK, M. 1965. Some new mosses from Iraq collected by E. Hadac. *Bull. Soc. Amis Sci. Lett. Poznan*, 6: 117-122.

## TAULA

<i>Presentació</i> . . . . .	5
Margalef, R.	
Els aspectes de la història geològica de la Mediterrània occidental fins al Miocè mitjà (Bibliografia) . . . . .	7
Fontboté, J. M.	
Particularitats de les comunitats dels esculls messinians (Miocè superior) i significació de llur preservació parcial a la Mediterrània actual (Bibliografia) . . . . .	9
Esteban, M.	
Migracions i endemismes de mamífers a la Península Ibèrica durant el Neogen . . . . .	11
Migrations et endemismes des Mammifères dans la Péninsule Ibérique pendant le Néogène	
Agustí, J. & Gibert, J.	
Variants del poblament entomològic de la Península Ibèrica . . . . .	19
Español, F.	
Microdispersió i especiació de planàries d'aigües dolces a la Mediterrània occidental: el paper de la fragmentació i la migració de microplaques . . . . .	23
Short-range dispersal and speciation of fresh-water planarians in the Western Mediterranean area: The role of microplate fragmentation and migration	
Baguñà, J., Saló, E. & Romero, R.	
Les formigues granívores de la Mediterrània occidental . . . . .	39
The harvesting ants of the Western Mediterranean	
Espadaler, X.	
Canvis de nivell i de salinitat de la Mediterrània occidental durant el Neogen i el Quaternari . . . . .	45
Changements du niveau de la mer et de la salinité en Méditerranée occidentale pendant le Néogène et le Quaternaire	
Riba, O	
Els canyons submarins del marge continental català . . . . .	63
Les canyons sous-marins de la marge continentale catalane	
Serra, J.	

La distribució de la nematofauna muscícola i liquenícola als illots del País Valencià . . . . .	69
The distribution of the moss- and lichen-inhabiting nematofauna in the islets off the País Valencià <i>Gadea, E.</i>	
La distribució circummediterrània d' <i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758) i d' <i>Hyla meridionalis</i> (Boettger, 1874) ( <i>Amphibia, Anura, Hylidae</i> ) . . . . .	75
The circummediterranean distribution of <i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758) and <i>Hyla meridionalis</i> (Boettger, 1874) ( <i>Amphibia, Anura, Hylidae</i> ) <i>Vives, M. V.</i>	
Dades mineralògiques del jaciment fossilífer de la Font del Talló per a l'estudi paleoecològic de la conca miocènica de Bellver . . . . .	79
Mineralogic data of the fossilifer beds of La Font del Talló for the paleoecological study of the Miocenic Bellver Basin <i>Bech, J., Tomàs, X. &amp; Vallejo, V. R.</i>	
El clima i la vegetació postglacial als Països Catalans . . . . .	83
Le climat et la végétation postglaciale aux Pays Catalans <i>Bolòs, O. de</i>	
Les plantes atlàntiques als Països Catalans . . . . .	93
Coup d'oeil sur la répartition et la diffusion des plantes atlantiques dans les Pays Catalans <i>Vigo, J.</i>	
Trets biogeogràfics de les gramínies de la Península Ibèrica i Illes Balears . . . . .	123
Biogeographical features of the grasses of Iberian Peninsula and Balearic Islands <i>Hernández, A. M.</i>	
<i>Galium scabrum</i> als Països Catalans (Resum) . . . . .	127
<i>Velasco, E.</i>	
Noves localitats de la <i>Grimmia pitardi</i> Corb. en els països de la Mediterrània occidental . . . . .	129
<i>Vives, J.</i>	
Algunes observacions sobre els sòls roigs de Catalunya (Resum) . . . . .	131
<i>Bech, J.</i>	
Diferenciació a nivell subspecífic i la seva projecció biogeogràfica (Bibliografia). <i>Prevosti, A.</i>	133
Distribució dels diaptòmids ibèrics en relació amb àrees geogràfiques pròximes: factors històrics i ecològics . . . . .	135
Distribution of the Iberian Diaptomids in relation with neighboring geographic areas: historical and ecological factors <i>Alonso, M. &amp; Armengol, J.</i>	
Biogeografia del zooplàncton dels llacs dels Pirineus . . . . .	147
Biogeography of the zooplankton from the lakes of the Pyrenees <i>Miracle, M. R.</i>	
La subfamília <i>Anemadinae</i> Jeannel ( <i>Col. Catopidae</i> ) i llur distribució geogràfica actual . . . . .	155
La sous-famille <i>Anemadinae</i> Jeannel ( <i>Col. Catopidae</i> ) et sa distribution géographique actuelle <i>Blas, M.</i>	

Sobre els gèneres <i>Lessertia</i> i <i>Scotoneta</i> ( <i>Arachnida, Araneae</i> ) a les cavitats de la Península Ibèrica . . . . .	157
A propos des genres <i>Lessertia</i> et <i>Scotoneta</i> ( <i>Arachnida, Araneae</i> ) dans les cavités de la Péninsule Ibérique	
<i>Ribera, C</i>	
Expressió geogràfica de la variabilitat d'un copèpode cosmopolita d'aigua dolça . . . . .	163
Geographic expression of the variability of a cosmopolitan freshwater copepod	
<i>Riera, T.</i>	
Contribució al coneixement de l'àrea geogràfica d'alguns briòfits . . . . .	169
Contribution to the knowledge of the geographical area of some Bryophyta	
<i>Casas, C., Brugués, M. &amp; Cros, R. M.</i>	





# PUBLICACIONS DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL

## MEMÒRIES

### DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL

Himenòpters de Catalunya	
<i>P. Antiga i J. M. Bofill</i>	
I. Tentredínids (1902)	exhaurit
II. Icneumònids (1904)	exhaurit
VIII. Crísidis (1903)	exhaurit
X. Esfègids (1904)	exhaurit
XI. Pompílids (1906)	exhaurit
XII. Sápígids (1904)	exhaurit
XIII. Escòlids (1904)	exhaurit
XIV. Mutílids (1904)	exhaurit
XVIII. Vèspids (1903)	exhaurit
XIX. Apíds (1905)	exhaurit
Història de les Ciències Naturals a Catalunya (1908)	
<i>Mn. N. Font i Sagué</i>	exhaurit
Assaig d'una flora líquènica de Catalunya (1910)	
<i>M. Llenas i Fernàndez</i>	exhaurit
Minerals de Catalunya (1910)	
<i>L. Tomàs</i>	exhaurit
Contribución al estudio de la Flora del Pirineo Central (Valle de Arán) (1912)	
<i>M. Llenas i Fernàndez</i>	exhaurit
Fauna ictiològica de Catalunya (1913)	
<i>A. M. Gibert</i>	exhaurit
Sismologia catalana (1913)	
<i>M. Faura i Sans</i>	exhaurit
Sur les otolithes fossiles de la Catalogne (1931)	
<i>J. Chaine i J. Duvergier</i>	exhaurit
Llibre blanc de la gestió de la Natura als Països Catalans (1976)	
<i>R. Folch i Guillèn et al.</i>	exhaurit
La vegetació dels Països Catalans (1981)	
<i>R. Folch i Guillèn</i>	4.800 ptes.

## TREBALLS

### DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL

Volum I (1915)	800 ptes.
Volum II (1916)	800 ptes.
Volum III (1917)	800 ptes.
Volum IV (1918)	800 ptes.
Volum V (1919-20)	800 ptes.
Volum VI (1921-22)	800 ptes.
Sèrie completa (vols. I-VI)	4.500 ptes.
Volum VII (1976) <i>Flora i vegetació de l'illa de Cabrera (Balears)</i>	550 ptes.
Volum VIII (1977) <i>Els sistemes naturals del delta de l'Ebre</i>	800 ptes.
Volum IX (1981) <i>Biogeografia de la Mediterrània occidental</i>	800 ptes.

## BUTLLETÍ

### DE LA INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL

<b>Primera sèrie</b>	
Volums 1-20 (1901-20)	exhaurits
<b>Segona sèrie</b>	
Volums 21-36 (1921-36)	exhaurits
Volum 37 (1937-49)	300 ptes.
Índex general dels volums 1-30	exhaurit
<b>Tercera sèrie</b>	
Volum 38 (secció de Botànica, 1) (1974)	300 ptes.
Volum 39 (secció de Zoologia, 1) (1975)	250 ptes.
Volum 40 (secció de Geologia, 1) (1976)	350 ptes.
Volum 41 (secció de Botànica, 2) (1977)	350 ptes.
Volum 42 (secció de Zoologia, 2) (1978)	600 ptes.
Volum 43 (secció de Geologia, 2) (1979)	500 ptes.
Volum 44 (secció de Botànica, 3) (1979)	600 ptes.
Volum 45 (secció de Zoologia, 3) (1980)	800 ptes.

## SEMINARIS D'ESTUDIS UNIVERSITARIS

1. Tècniques de transparentat d'invertebrats i d'esquelets de vertebrats: Aplicacions (2a. ed.)	disponible
2. Components dels sediments carbonatats. Part I: Components no-esquelètics	disponible
3. Tècniques senzilles d'obtenció de preparacions vegetals (2a. ed.)	disponible
4. Algunes tècniques d'obtenció de preparacions d'estructures i de teixits animals	disponible
5. Introducció a l'estudi sedimentològic dels cons de dejecció ( <i>alluvial fans</i> ) i dels sediments associats	disponible
6. Components dels sediments carbonatats. Part II: Components esquelètics	disponible
7. Experiències d'UV en plantes	disponible

## DIVERSOS

Reunió extraordinària a l'illa de Menorca (1933)	exhaurit
Reunió extraordinària a la comarca de Tortosa (1935)	exhaurit
Excursió geogràfica i geològica a les Guílleries (1936)	exhaurit
Acta de les activitats de la ICHN (1972-74)	exhaurit
Acta de les activitats de la ICHN (1972-75)	disponible
Acta de les activitats de la ICHN (1976)	disponible
Vocabulari de Geologia (1981)	disponible



(Ve de la coberta anterior)

6. La bibliografia haurà d'ésser donada d'acord amb el model següent:

MASALLES, R. M. & PUJADAS, J. 1977. Notes florístiques. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 41 (Sec. Bot., 2): 5-15.

MARGALEF, R. 1976. Bases ecològiques per a una gestió de la natura. In: *Natura, ús o abús? Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans*: 23-64 (R. Folch, Ed.). Barcino. Barcelona.

DAGET, J. 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson. Paris.

La llista bibliogràfica d'un treball serà establerta i ordenada alfabèticament per autors (i cronològicament per a un mateix autor, afegint les lletres a, b, c, etc., als treballs del mateix any). En el text, les referències bibliogràfiques es faran de la manera usual: «...segons MASALLES & PUJADAS (1977)...», «...la gestió de la natura (MARGALEF, 1976a)...», etc. Quan en el text s'anomena un autor del qual no es fa cap referència bibliogràfica, el nom va en rodona: «...un altre d'aquests autors és Daget...»

7. L'autor podrà aportar totes les *il·lustracions ploma* (dibuixos en blanc i negre no tramats) que estimi oportú, sense cap mes limitació que presentar-les *correctament fetes, sobre paper vegetal o equivalent, amb tinta xinesa negra i, amb preferència, en el format de caixa dels Treballs*, de manera que les il·lustracions no s'hagin de reduir. Aquest format és de 6,8 cm (una columna) i 14 cm (dues) d'amplada i de fins a 19,6 cm (tota la caixa) d'alçada. Els dibuixos tramats i les fotografies (clixés positius o negatius) seran també admesos, però amb limitacions negociables amb la comissió de publicacions. Les il·lustracions aniran numerades amb llaips; en full a part del text general es consignarà la llegenda explicativa (peu) corresponent, *redactada en la llengua del treball i, a més, en la del resum extens*, si és del cas; això és també vàlid per al text de les taules. Tota mena d'il·lustració (gràfiques, figures o fotografies) entrarà en el text sota el nom de *figura*; així mateix, les taules, els quadres, etc., hi entraran sota l'encapçalament de *taula*. Els retolats interiors de les figures tindran les mides adequades per a la seva reproducció. La comissió de publicacions té a disposició dels autors diferents models de mapes (Catalunya, Països Catalans, Balears, península Ibèrica, Mediterrània, Europa, etc.), que aquells poden demanar per a confeccionar de manera estandaritzada, i sempre que sigui possible, els mapes de distribució, etc., requerits per llurs treballs. Els mapes addicionals s'hauran de fer respectant l'estil i les mides dels esmentats.
8. Cada autor rebrà dues *proves d'impremta* del seu treball, la primera en forma de galerades i la segona en forma de compaginades; en el primer cas l'autor no rebrà l'original del treball (que se suposa que conserva copiat), però en el segon les galerades prèviament corregides poden acompanyar les paginades.
9. Cada autor rebrà *graciosament 50 exemplars* del tiratge a part del seu treball, bé que podrà haver-ne més en les condicions convingudes prèviament amb la comissió de publicacions. En el cas de treballs signats per més d'un autor, els seran distribuïts sense càrrec un màxim de 100 exemplars.
10. En el cas que els treballs no compleixin el punt 3 (en allò que fa a la redacció correcta), o bé el 4 (extensió), o encara les recomanacions de mides de les figures (punt 7), així com en el supòsit que les correccions de les galerades comportin afeïts o esmenes importants sobre el text originalment aprovat per la comissió de publicacions, aquesta *podrà carregar a l'autor o els autors les despeses* corresponents a la correcció del text del treball, a la tipografia de les pàgines de més, a la reducció de les figures o a la tipografia de les esmenes o afeïts. Aquests casos especials seran tractats per la comissió amb l'autor o els autors prèviament a l'acceptació definitiva de llurs treballs.

Comissió de Publicacions de la  
Institució Catalana d'Història Natural  
(filial de l'Institut d'Estudis Catalans)  
Montcada, 20. Barcelona 3

(From inside front cover)

6. The references must be presented according to the following model:

MASALLES, R. M. & PUJADAS, J. 1977. Notes florístiques. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 41 (Sec. Bot., 2): 5-15.

MARGALEF, R. 1976. Bases ecològiques per a una gestió de la natura. In: *Natura, ús o abús? Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans*: 23-64 (R. Folch, Ed.). Barcino. Barcelona.

DAGET, J. 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson. Paris.

The list of references of a paper will be established in alphabetical order of authors (and chronologically for the same author, adding the letters a, b, c, etc. for papers of the same year). In the text, the references will be mentioned in the usual way: «...according to MASALLES & PUJADAS (1977)...», «...the nature management (MARGALEF, 1976a)...», etc. When in the text an author is mentioned to whom no reference has been made in the bibliography, the name will be written in roman type: «...another of these authors is Daget...»

7. The author may provide all the *pen illustrations* (black and white drawings, no half tones) which he considers suitable, without any other restriction other than to present them *correctly laid out on tracing paper or equivalent, in permanent black ink and, preferably, at the printer's case* of the «Treballs», so that the illustrations do not have to be reduced. This format is 6,8 cm (one column) and 14 cm (two) in width, and up to 19,6 cm (the whole printer's case) in height. The drawings with half tones and the photographs (positive or negative clichés) will also be admitted, but subject to negotiation with the Publications Commission. The illustrations will be enumerated in pencil; the corresponding footnotes will be typed on a separate sheet, *written in the language used in the paper and also in that of the extensive summary*, if any; this is also valid for the text of the tables. All types of illustration (graphs, figures or photographs) will be included in the text under the name of *figure*; in the same way, tables, charts, etc. will all enter under the name of *table*. The printing within the figures will be of an adequate size for their reproduction. The Publications Commission has at the authors' disposition different models of maps (Catalonia, Catalan Countries, Balearic Isles, Iberian Peninsula, Mediterranean, Europe, etc.) which they may apply for in order to prepare in a standardized manner, and as far as possible, the maps of distribution, etc., that their papers require. Additional maps must be prepared respecting the style and sizes of the above mentioned.
8. Each author will receive two *proofs* of his paper, the first one a galley-proof and the second in page format; in the first case the author will not receive the original paper (of which it is supposed he conserves a copy) but in the second case the galley-proofs previously corrected may accompany the definitive proofs.
9. Each author will receive 50 copies of his publication free of charge, and more may be obtained under agreed conditions previously accorded with the Publications Commission. In the case of papers signed by more than one author, a maximum of 100 copies will be distributed without any extra charge.
10. In the case of the papers not accomplishing point 3 (with respect to the correct redaction), or point four (extent), or even the recommendations on the sizes of the figures (point 7), as well as on the supposition that the corrections of the galley-proofs have additions and important alterations on the text originally approved by the Publications Commission, the author or authors could be charged with the expenses corresponding to the correction of the text of the paper, to the typography of the extra pages, to the reduction of the figures or to the typography of the corrections or additions. These special cases will be treated by the Commission together with the author or authors before the final acceptance of their papers.

Publications Commission of the  
Institució Catalana d'Història Natural  
(filial de l'Institut d'Estudis Catalans)  
Montcada, 20. Barcelona-3

**ICHN**  
**Institució Catalana**  
**d'Història Natural**

filial de l'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS  
Montcada, 20 — Barcelona-3