

UNIVERSIDAD DE BARCELONA
FACULTAD DE BIOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

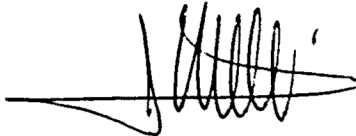
ESTUDIO TAXONOMICO, BIOGEOGRAFICO Y ECOLOGICO DE LOS
CRUSTACEOS EPIGEOS E HIPOGEOS DE LAS BALEARES

(Branchiopoda, Copepoda, Mystacocarida y Malacostraca)

Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencias

Joan Ll. PRETUS

vº Bº
El Director de la Tesis

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of vertical, slightly wavy lines that resemble the letters 'MAG', followed by a horizontal line that ends in a small loop.

Dr. Miguel Alonso García de Amilibia

BARCELONA

Scapholeberis rammneri Dumont & Pensaert, 1983

Menorca: aguas temporales transparentes ricas en vegetación; Noviembre a Julio; 11 localidades; 370 a 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y hasta 5390 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La hembra partenogenética se distingue por presentar espinitas gruesas en el centro de la garra del postabdomen y por la forma de la cabeza vista frontalmente, con un conspicuo surco de bordes paralelos a cada lado de la misma; todas las poblaciones examinadas parecen corresponder a la especie *S. rammneri*, siguiendo la revisión de Dumont y Pensaert (1983).

Palaearctica con extensiones en Canada, probablemente a través de Alaska. Común en Europa central, en la Península Ibérica sólo llega a su mitad norte y noreste (Alonso, 1985b), falta en cambio en Italia (Margaritora, 1985); Dumont y Pensaert (1983) suponen que la región mediterránea está ocupada por otra especie, *S. kingi*, que se distribuye desde Australia hasta Africa pasando por el subcontinente Indio y Oriente Medio, y llegando a colonizar el Sur de España, Córcega y Cerdeña. Aún es dudosa su presencia en el sur de Italia y los Balcanes.

2.1.1.3.2 Familia Moinidae Goulden, 1968

Moina brachiata (Jurine, 1820)

Menorca: charcas turbias temporales en Ciutadella; Octubre-Febrero y Abril-Mayo; 2 localidades; 204 a 427 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tiene esta especie fuertes dientes en el pecten basal de la garra del postabdomen y una conspicua depresión supraocular. Común en el paleártico, propia de aguas temporales turbias y eurihalina. Se trata de la primera cita para las islas.

Moina micrura Kurz, 1874

Menorca: abrevadero en Santa Margalida (Alaior) (22.07.86), una población partenogenética.

Esta especie se caracteriza por la ausencia total de pilosidad en la cabeza, depresión supraocular manifiesta, y por tener el pecten proximal diferenciado y formado de numerosas pequeñas espinitas. En los especímenes examinados la seda anterior del penúltimo segmento del primer par de patas posee una denticulación más parecida a *M. macrocopa*, al igual que la longitud relativa de las 3 sedas del segmento distal; también se encuentra similitud con esta especie por el carácter tridentado de la espina denominada "bidente". Se trata de una especie cosmopolita y la que presenta mayor variabilidad del género (Goulden, 1968). Se reconocen subespecies, mostrando la población menorquina afinidad hacia *M.m. dubia*, del Norte de África y pónica (Negrea, 1983), que posee un pecten basal no decreciente hacia el ápice sino terminado abruptamente, y las dos sedas sensoriales de la base de las antenas alargadas.

Habita aguas temporales tanto como el plancton de grandes lagos. Alonso (1983) la define como oligohalina, preferente por aguas turbias o muy eutróficas, y estenoterma cálida, feneciendo por debajo de 15°C; todo ello concuerda con la cita balear, por haberse hallado en aguas internas dulces y en un abrevadero, junto a *Daphnia magna*, en verano. Única cita para Baleares.

Moina salina Daday, 1888

Mallorca: Salinas de Campos (25.05.87 y 29.01.88), Salinas de Can Picafort (26.03.89); 80 a 255 mS/cm.

A diferencia de las restantes especies, *M. salina* (= *M. mongolica* = *M. salinarum*) es la única del Viejo Mundo que carece de seda anterior en el penúltimo segmento del primer apéndice

torácico en la hembra (fig. 2.12). El bidente de las poblaciones mallorquinas es más largo que los descritos para la especie.

Unico representante halófilo del género en el paleártico, característico de aguas cloruladas con grados de turbidez. En el entorno mediterráneo se la encuentra en Argelia, Cerdeña, y, en la Península Ibérica, en el extremo sur y en Gallocanta. Puede tratarse de una especie con distribución asociada a rutas orníticas. Primera cita para las islas.

2.1.1.3.3 Familia *Macrothricidae* Norman & Brady, 1867

Macrothrix hirsuticornis Norman & Brady, 1867

Mallorca: charca temporal hipereutrónica en Lluçmajor (25.01-.88); 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: charcas turbias en Sa Bassa Verda de Binissarmenya, Binillubet, Atalis, Sa Mola y Torrellafuda; Enero a Mayo; 6 localidades; 228 a 776 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Característica de aguas temporales, aunque de gran euricidad ecológica. En las islas se la encuentra en aguas turbias dulces y en aguas hipereutrónicas. Cosmopolita. Primera cita para las islas.

Macrothrix laticornis (Jurine, 1820)

Mallorca: Embalse de Es Gorg Blau (06.06.87); 347 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: Bassa Verda de Binissarmenya (Maó), 458 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Alonso (1985b) la encuentra raras veces en las lagunas temporales, mientras que es más común en los embalses estudiados por Armengol (1978). Cosmopolita. Primera cita para las islas.

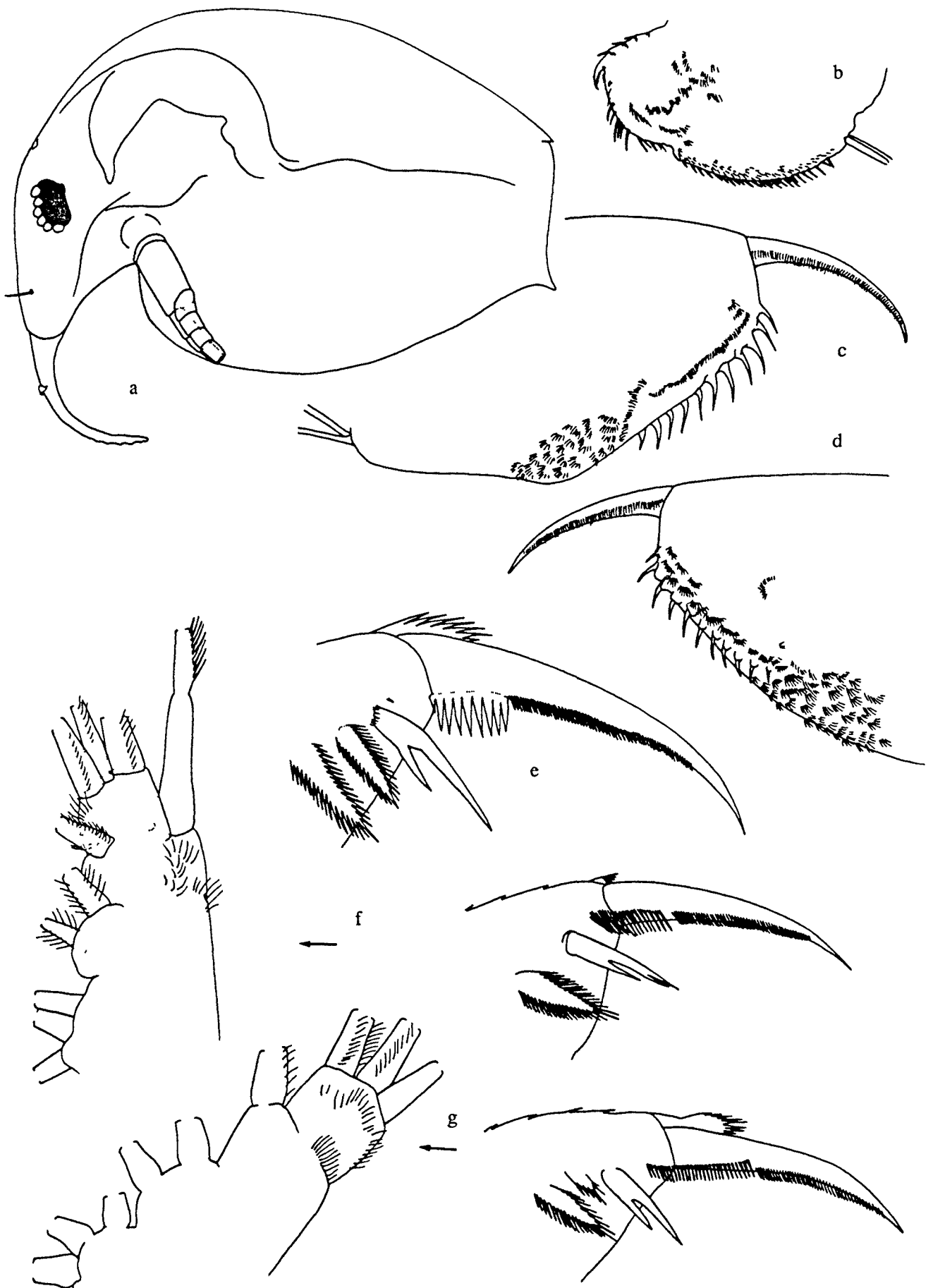


FIG. 2.12. a, *Bosmina longirostris*; b, postabdomen de *Macrothrix hirsuticornis*; c, postabdomen de *Ceriodaphnia laticaudata*; d, postabdomen de *Ceriodaphnia quadrangula*; e, garra del postabdomen de *Moina brachiata*; f, garra del postabdomen y primer limbo torácico de *Moina micrura*; g, garra del postabdomen y primer limbo torácico de *Moina salina*.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomitas (C1)
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

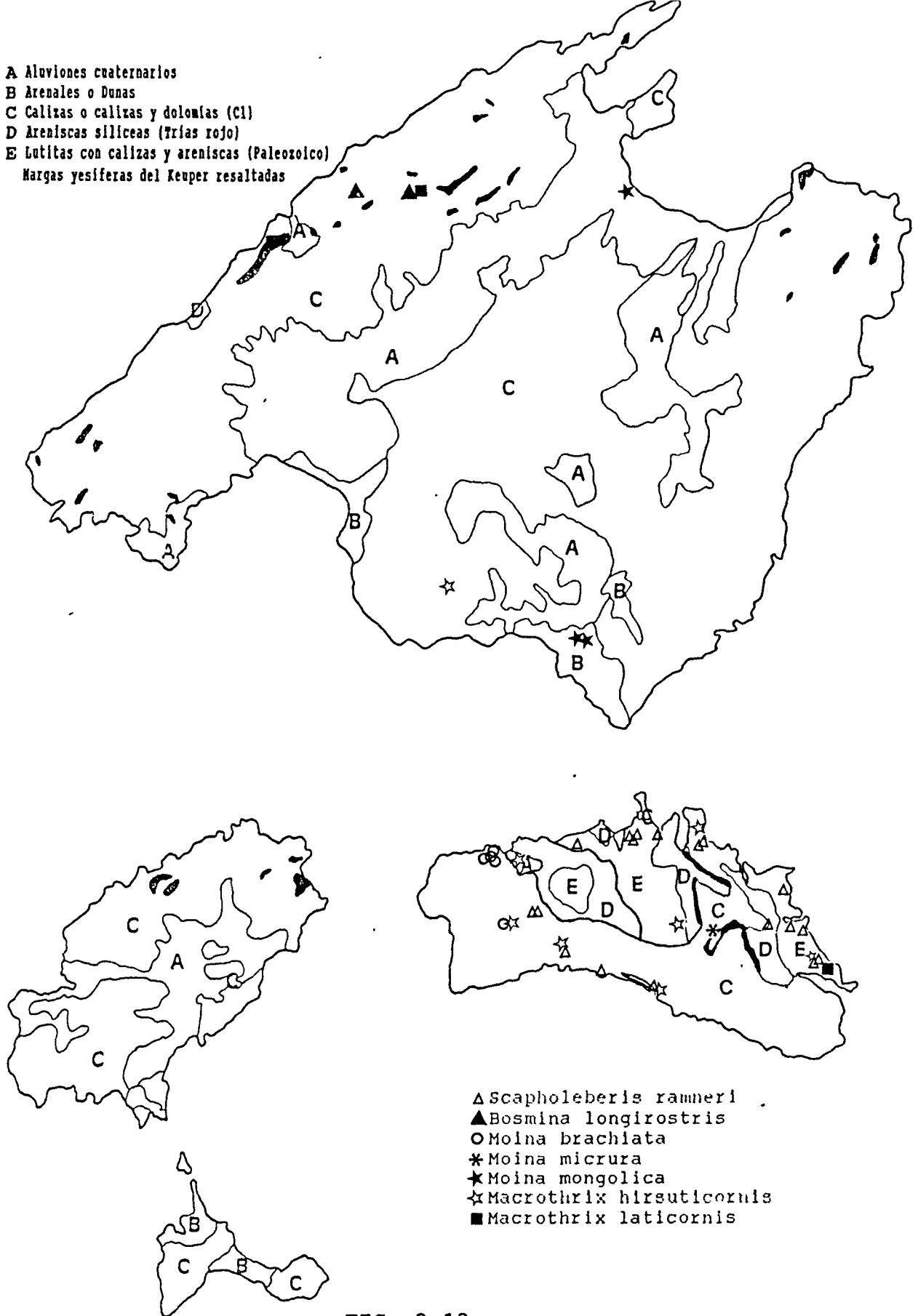


FIG. 2.13

2.1.1.3.4 Familia *Bosminidae* (Baird, 1845)

Bosmina longirostris (O.F. Müller, 1785)

Mallorca: Embalses de Cúber, Gorg Blau y Mortitx, todos en la Serra de Tramuntana; planctónica; (06.06.87); 250 y 347 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Especie propia del plancton de embalses y lagos. Cosmopolita. Debe tratarse de un buen colonizador, al llegar a los embalses mallorquines desde el exterior del ámbito balear, donde no parece residir en sus biotopos naturales. En España ha colonizado todos sus embalses (Armengol, 1978), siendo muy raro en las lagunas (Alonso, 1985b). Se trata de la primera cita para las islas.

2.1.1.3.5 Familia *Chydoridae* Stebbing, 1902

Se trata del grupo más numeroso en especies entre los cladóceros. Sus afinidades por el bentos y las comunidades con vegetación de las aguas principalmente estancadas, hacen que se trate de un grupo bien representado en los biotopos de Baleares. Numerosos géneros de quidóridos, considerados monoespecíficos y cosmopolitas, están siendo revisados activamente (Frey, 1980, 1982a,b, 1986), con el resultado de desglosamientos en especies vicariantes más o menos ajustadas a las áreas delimitadas por las placas continentales. Este modelo definitivamente da cuenta de muchos casos de endemismo centrados en la región ibérica o quizás mediterránea (Alonso, 1987a,b, 1990). Se ha reconocido extensivamente la importancia de los poros cefálicos en la taxonomía, e incluso en la sistemática de los quidóridos (Frey, 1962, 1966, 1987).

Durante el crecimiento de los quidóridos se dan dos estados inmaduros (más en *Eurycercus*) y sucesivos estadios (o ecdisis) reproductores, éstos con escaso crecimiento diferencial y en

donde se mantienen las proporciones generales del cuerpo (Frey & Hann, 1985). Los picos en los histogramas de clases de frecuencia para la longitud corporal identifican aquellos estadios; igualmente quedan de manifiesto en los análisis factoriales multivariantes, donde el primer factor responde al concepto de 'talla generalizada' (Blackstone, 1987). En la figura 2.14 aparecen diferenciadas las clases de edad del quidórido *A. iberica*, en un análisis de componentes principales de 7 medidas biométricas sobre el caparazón y el postabdomen.

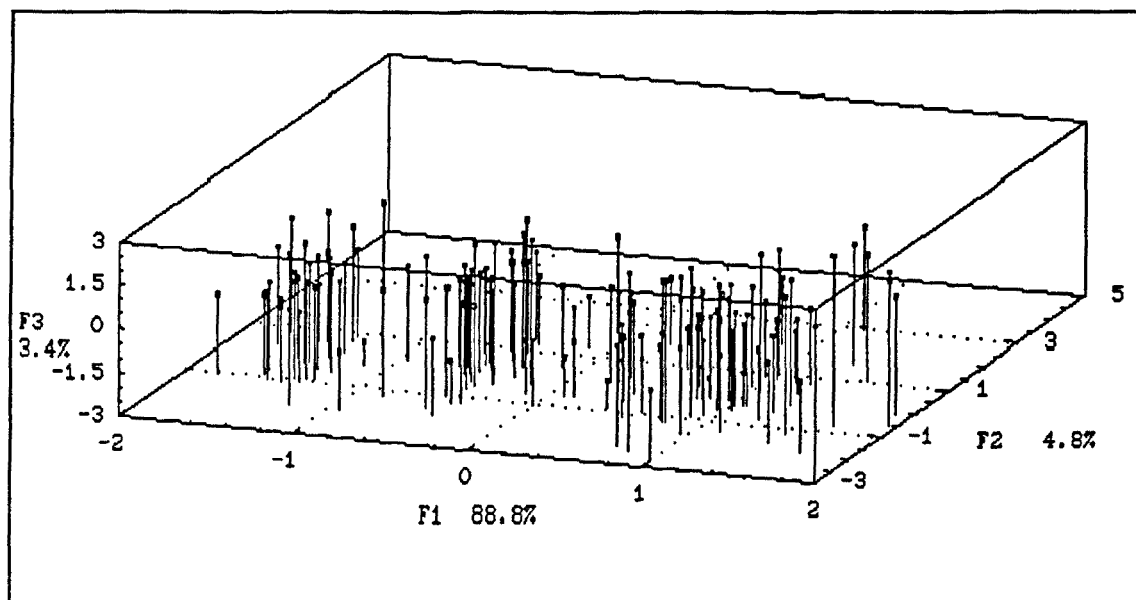


FIG. 2.14. Separación de los dos estadios juveniles y el estadio adulto en una población de *Alona iberica*, proyectada sobre los 3 primeros ejes de un ACP efectuado sobre 6 variables biométricas.

A continuación se listan los quidóridos encontrados en las Baleares hasta el presente:

Pleuroxus letourneuxi (Richard, 1888)

Mallorca: Común en las aguas temporales de Lluçmajor; 13 localidades; 150 a 890 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: pequeñas charcas sobre la roca caliza (rock pools) en Rafalet (Sant Lluís), y diversos puntos de Ciutadella; Bassa Verda y Bassa de Mongofre (Maó); Diciembre a Marzo; 10 localidades; 259 a 1701 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Formentera:

charcas en cubetas rocosas en Ses Fontanelles y Porto Saler (Febrero); 5 localidades; 417 a 1132 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Es un buen colonizador de aguas de pequeño volumen con comunidades escasamente estructuradas y aunque también aparece en charcas temporales ricas en especies. Alonso (1985b) reconoce su tolerancia a aguas saladas, carácter que no se repite en aguas baleáricas.

Pleuroxus aduncus (Jurine, 1820)

Mallorca: Aguas corrientes, fuentes y estanques de irrigación; Enero, Febrero, y principalmente en Junio; 11 localidades; 356 a 1230 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: el mismo tipo de ambientes, en toda la isla; Abril a Julio, menos recogida en invierno; 555 a 3710 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y hasta 5200 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 36 localidades. Ibiza: estanques de irrigación, aguas freáticas; Febrero; 5 localidades; 300 a 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Alonella excisa (Fischer, 1854)

Mallorca: Margalef (1953a) la recoge en una acequia cerca de Artà.

Dunhevedia crassa King, 1853

Mallorca: Charcas temporales en Lluçmajor; 158 a 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$; (en la Albufera de Alcudia se recogieron ejemplares en aguas con 15 mS/cm !); 6 localidades. Menorca: charcas temporales semiturbias o transparentes, con vegetación en el fondo; Noviembre a Junio; 9 localidades; 312 a 2270 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta 7700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)

Mallorca: Indistintamente en aguas estancadas transparentes y corrientes; en todos los meses en que se ha muestreado; 15 localidades; 158 a 1009 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: el mismo diagnóstico ambiental; Noviembre a Junio, abundante desde Marzo; 123

localidades; 216 a 9800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ibiza: Fuente de Atzaró (12.02-.88); 792 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

***Ephemeroporus phintonicus* (Margaritora, 1969)**

Mallorca: charcas transparentes o humosas en Lluçmajor, faltando en las turbias; 8 localidades; 158 a 473 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: Bassa Verda y Tres Jurats (Maó), semiturbias; 458 a 1651 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El género *Ephemeroporus* presenta el labro serrulado. *E. phintonicus* es la única especie carente de dentículos en el ángulo posterior de las valvas. Mediterránea, de distribución restringida a Cerdeña, Argelia y España, donde es muy rara.

***Alona guttata* Sars, 1862**

Mallorca: Torrente de Sant Miquel (Campanet), aguas corrientes intersticiales (10.06.87); 710 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: Torrente de Son Fideu (Ferreries), aguas corrientes intersticiales (05.03.-87). También fué colectada en Ibiza por Margalef (1951b).

Eurioica y cosmopolita, propia de país húmedo, lo que explica su rareza en las islas.

***Alona rectangula* Sars, 1862**

Mallorca: Embalse de Gorg Blau (06.06.87); 347 $\mu\text{S}/\text{cm}$; charca cerca de Alcudia (05.02.88); 2 balsas temporales en Lluçmajor, 253 y 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: frecuente en charcas mineralizadas del norte y noreste de la isla, más rara en el resto; Noviembre a Junio; 20 localidades; 709 a 6510 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y hasta 18.1 mS/cm.

***Alona elegans* Kurz, 1875**

Mallorca: común en las charcas temporales de Lluçmajor; 174 a 1230 $\mu\text{S}/\text{cm}$; 11 localidades. Menorca: charcas temporales fangosas, de Enero a Abril, hasta Julio en una localidad atípica, mineralizada y transparente; 204 a 670 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y hasta 5390 $\mu\text{S}/\text{cm}$;

- A Aluviones cuaternarios
- B Arenales o Dunas
- C Calizas o calizas y dolomias (C1)
- D Areniscas silíceas (Trias rojo)
- E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
Margas yesíferas del Keuper resaltadas

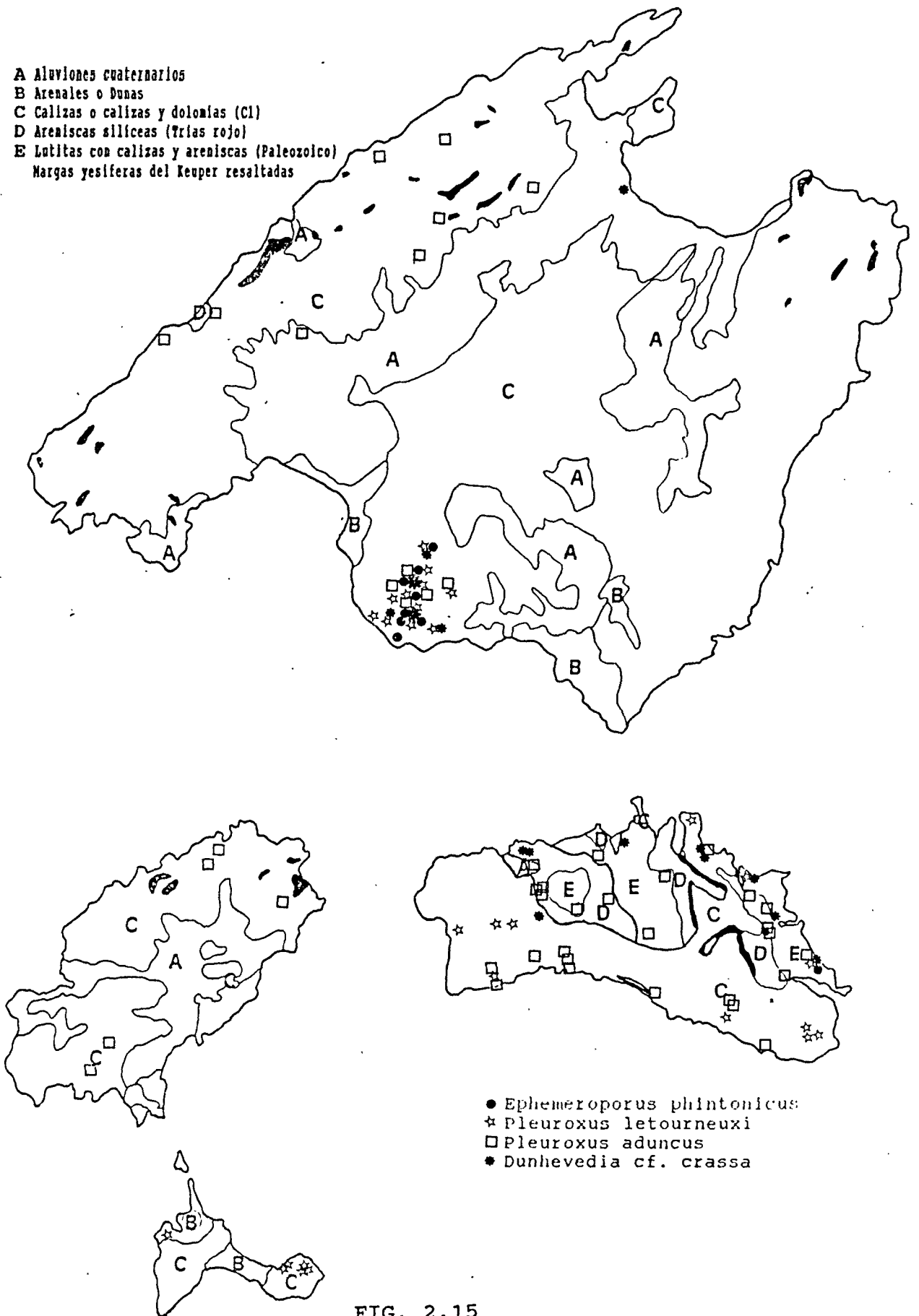


FIG. 2.15

8 localidades. Formentera: común en aguas temporales de pequeño volumen; 7 localidades; 417 a 1132 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Presenta reticulación de las valvas muy aparente, lo que la hace inconfundible. Alonso (en prep.) encuentra una especie vicariante en España con la reticulación de las valva extendida sobre el yelmo cefálico. *A. elegans* se encuentra formando frecuentes poblaciones gamogenéticas en las islas, con machos y hembras epipiales numerosas. Europea y circunmediterránea en zonas semiáridas.

***Alona iberica* Alonso & Pretus, 1989**

Menorca: charcas temporales transparentes sobre cubetas rocosas silíceas, ricas en vegetación y humosas; Abril y Mayo; 2 localidades: Bassa Verda y Es Mal LLoc (Ciutadella); 312 y 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Se trata de una nueva especie perteneciente al grupo de *Alona karua*, descrita por King en Australia, y de la que se distingue por la forma del postabdomen y la orientación de las estrías valvares. Como otras especies afines, posee dos poros cefálicos, carácter que lleva a algunos autores a tratarlas como un género aparte, *Biapertura*.

A. iberica ha sido hallada simultáneamente en Menorca, y en el oeste de la Península Ibérica, siempre en relación a sustratos silíceos de baja alcalinidad, en regiones semiáridas y desde tierras bajas hasta 800 m de altitud. En las Baleares sólo ha sido encontrada en la comarca septentrional de Menorca, en aguas transparentes con vegetación de régimen temporal.

***Alona azorica* Frenzel & Alonso, 1988**

Menorca: aguas mineralizadas temporales con vegetación; Noviembre a Abril; 3 localidades; 776 a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta 4510 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Alonso (1985b) reconoce un grupo de poblaciones ibéricas, distribuidas por su región occidental, que difieren morfológicamente de la especie tipo descrita por Frenzel y Alonso (1988), denominándolas con el término *A. esteparica*. La principal diferencia es la falta de separación del poro cefálico posterior respecto del mediano a lo largo del crecimiento, fenómeno característico de *A. azorica*. Las tres localidades menorquinas se adaptan más a la morfología que caracteriza el taxon *A. esteparica*. En las poblaciones ibéricas extremas respecto a este carácter morfológico, existen además diferencias en la forma del caparazón y el postabdomen, que pueden abordarse mediante métodos multivariantes. Los resultados de los mismos no apoyan la separabilidad específica para los dos morfos reconocidos. Se efectúa un ACP de los logaritmos de las medias de las variables biométricas de cada una de las 13 poblaciones estudiadas de Portugal, España y Baleares. Se repite el mismo análisis sobre los coeficientes alométricos calculados entre algunas de las variables (B, altura medial de las valvas; C, altura posterior; E, altura postanal del postabdomen; F, altura preanal; K, distancia del ocelo al ápice del rostro; M, diámetro del ojo) y la longitud total de las valvas (A) o la longitud del postabdomen (D) (tabla 2.4) (Riera, 1983; Sierra, 1987).

Ref	B/A	C/A	D/A	E/D	F/D	K/D	M/A	Localidad
A	1.092	1.125	1.032	.920	.909	.970	.464	Menorca (Mongofre)
B	1.236	.900	1.015	.874	.689	.815	.193	Menorca (Verda La Vall)
C	1.062	.915	.906	.742	.595	.796	.551	Menorca (Binissarmenya)
E	1.238	.839	.974	.809	.670	.623	.223	Naciones -abril (Cáceres)
F	1.280	1.564	1.194	.463	.625	1.235	.081	Naciones -febrero (Cáceres)
G	.833	1.845	.981	.897	1.151	.556	-.008	Yelo (Zaragoza)
I	1.180	1.468	1.382	.704	.899	.595	.915	Aguasal (Valladolid)
K	.769	1.091	.977	.929	.203	-.128	.153	Ordal
L	.887	.542	.615	.576	.481	-.333	.195	Monte Palacio
N	.895	1.075	1.246	.825	.547	.721	.551	Naciones -mayo (Cáceres)
P	.555	1.327	1.499	.703	.633	.830	-.198	Peones camineros
R	.992	1.017	.736	1.071	1.049	1.110	.453	Lagoa Funda (Vila do Bispo)
S	.753	1.003	1.158	.808	.625	.645	.218	Cabo Mayor (Canhestros)

TABLA 2.4. Coeficientes alométricos entre los pares de variables X/Y señalados, en 13 poblaciones de *Alona azorica*.

La proyección de las medias sobre las componentes principales 2 y 3 (fig. 2.16) (la 1 es el tamaño) da a entender que existe una buena definición para el taxon *A. azorica* restringido, y que en cambio el grupo virtualmente definido por el taxon *A. esteparica* presenta un amplio margen de variabilidad inter-poblacional.

Para el análisis de medias se han seleccionado sólo los ejemplares adultos de cada población, de entre todos los medidos, para no introducir errores derivados de promediar sobre una mayor o menor representación de las clases inmaduras. Igualmente se han desechado para este análisis aquellas variables que presentaban, dentro de cada población, escasa correlación con el primer factor biométrico, esto es, con la talla de los ejemplares; se trataba generalmente de apéndices, como las dos espinas de la garra del postabdomen, la longitud del rostro, la distancia interocular y el diámetro ocular. Un dendrograma de las distancias entre poblaciones avala la unidad del taxon *A. azorica*, y separa en dos grupos más laxos al taxon *A. esteparica* (fig. 2.16).

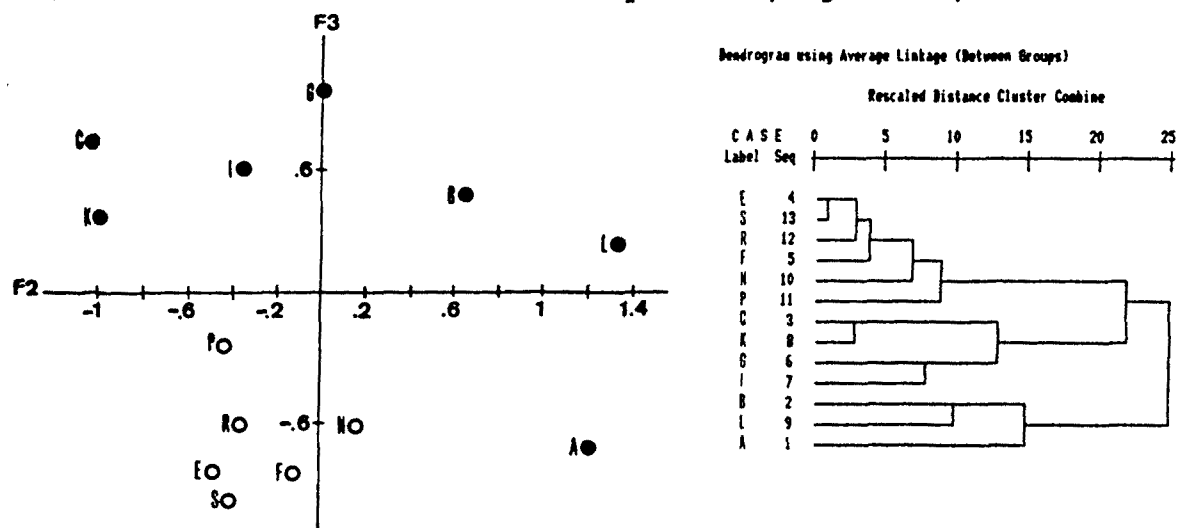


FIG. 2.16. Posición de cada población de *A. azorica* (cf. tabla 2.4) en los planos 2/3 de un ACP sobre las medias de las variables. Dendrograma a partir de estas medias.

En cuanto a las componentes principales derivadas de las correlaciones entre los coeficientes alométricos, los resultados indican que no existe separación entre los dos taxones (fig. 2.17). En cambio, tiende a agrupar las poblaciones próximas de Menorca, que aparecen muy distanciadas en el primer esquema.

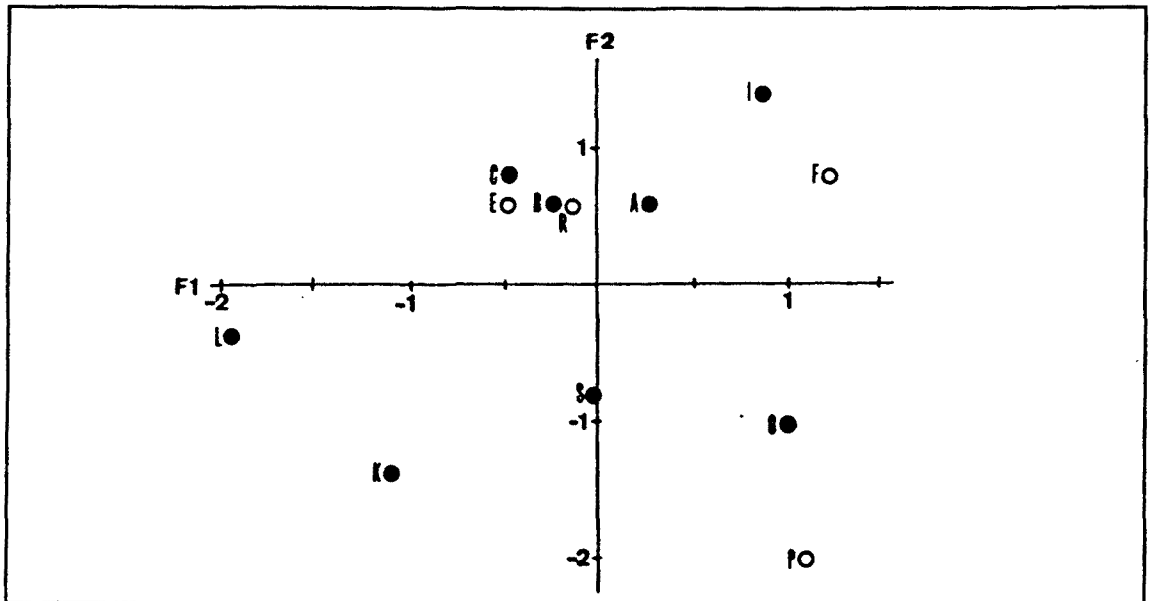


FIG. 2.17. Proyección sobre los primeros ejes de las cargas en base a un ACP sobre los coeficientes alométricos de *Alona azorica* (cf. tabla 2.4).

Alona affinis (Leydig, 1860)

Menorca: zonas húmedas de aguas limpias con vegetación del norte de la isla, y en un estanque de regadío en Sant Lluís; Enero y Abril; 6 localidades; 1200 a 3350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En el estanque de regadío mencionado, un análisis del sedimento, previamente digerido, llevó a reconocer algunos postabdomenes de esta especie, junto a numerosos restos de *Chydorus sphaericus* y *Pleuroxus aduncus*. Es una especie común en lagos montanos y embalses, y en aguas con materiales orgánicos abundantes, lo que corresponde a su distribución en las islas. Primera cita para Baleares.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomias (C1)
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

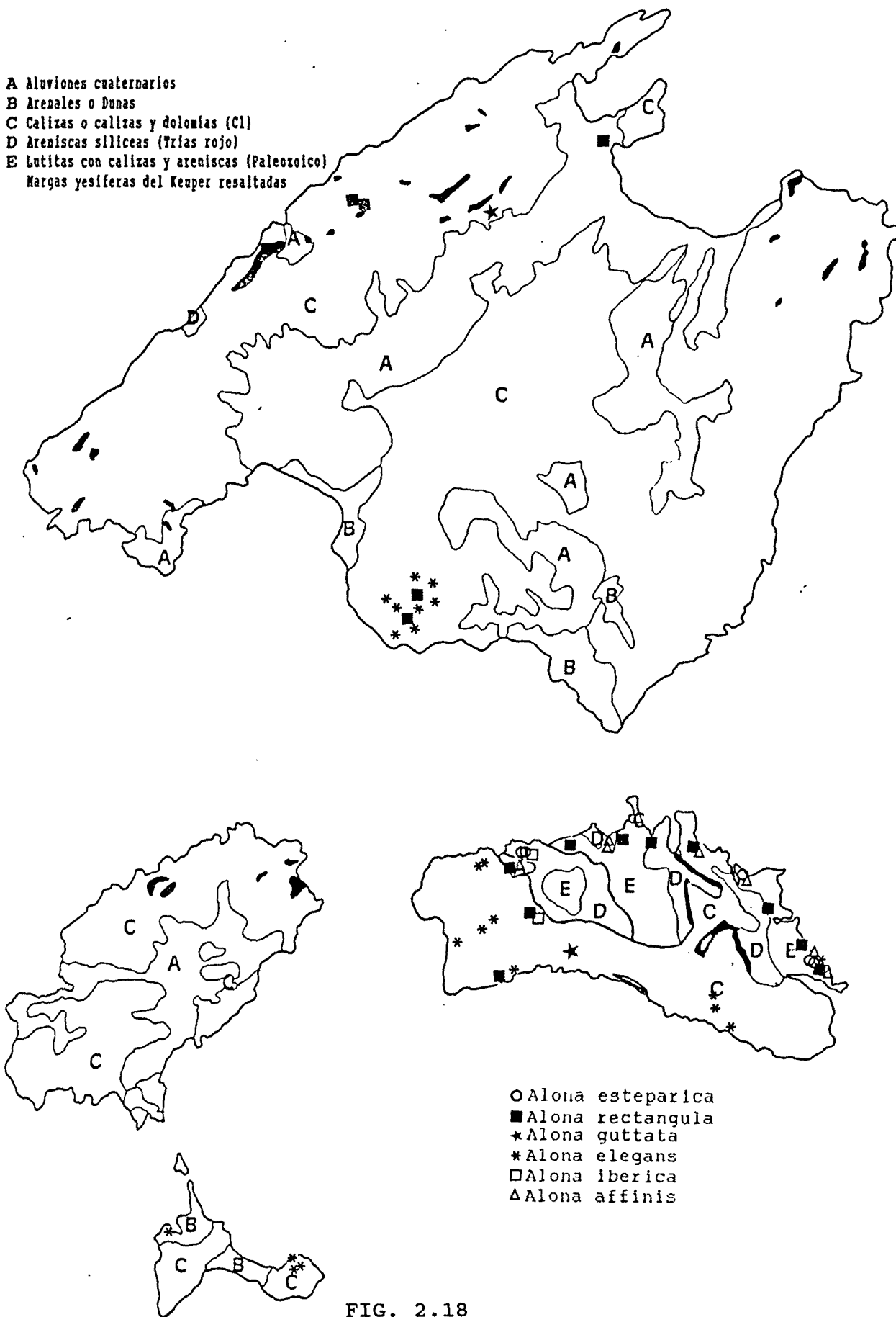


FIG. 2.18

Leydigia acanthocercoides (Fischer, 1854)

Mallorca: común en charcas de Lluçmajor; 9 localidades; 266 a 451 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: común en aguas temporales fangosas tanto como en límpias con vegetación; Diciembre a Mayo; 13 localidades; 311 a 2660 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta 4500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Especie cosmopolita que se acoge a ambientes temporales y de carácter más estépico que *L. leydigi*, que falta en las islas. Margaritora (1985) remarca igualmente la ausencia de ésta última especie en Córcega, Cerdeña y Sicilia, siendo no obstante común en la península italiana.

Tretocephala ambigua (Lilljeborg, 1900)

Mallorca: charca en Lluçmajor (06.02.88) y Banyalbufar (05.06.87); 715 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: común en el norte de la isla, en aguas límpias semitemporales, con vegetación; Noviembre, Enero, Abril a Julio; 12 localidades; 365 a 4410 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ibiza: aguas freáticas en Cala Xerraca y Font Torres; 1335 y 1690 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Paleártica, común en el NE y S de España.

Oxyurella tenuicaudis (Sars, 1862)

Menorca: Aguas permanentes en S'Albufera (Mercadal), y en una charca límpia mineralizada en Sa Mesquida (Maó); charca transparente entre dunas, en Tirant (Mercadal); Noviembre, Enero, Junio, Julio; 3 localidades; 1350 a 5390 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Formentera: estanque artificial cubierto, cerca de Estany Pudent (13.02.88), 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Margalef la citó de Ibiza (1951b).

Michael & Frey (1983) han revisado el estatus del género *Oxyurella* en Norteamérica, describen una nueva especie vicariante de *O. tenuicaudis*, y redesciben esta última especie. Con ésta descripción se ha comparado el material balear. Las observaciones de Menorca corresponden a charcas transparentes permanentes o semipermanentes, muy mineralizadas por su proximidad a la costa. Holártica, neotropical y oriental.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomías (C1)
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

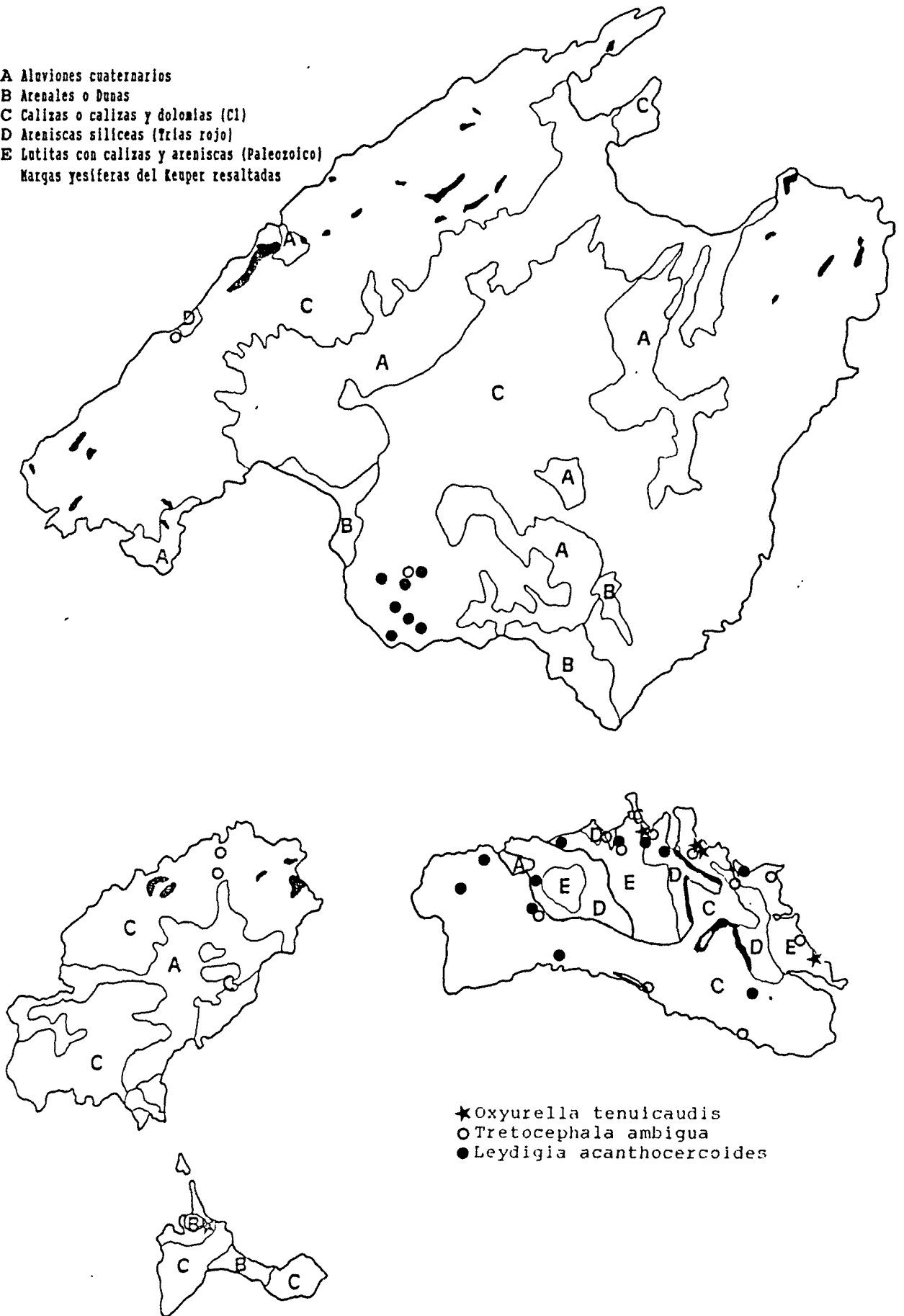


FIG. 2.19

2.1.1.4 Orden *Notostraca* Sars, 1867

2.1.1.4.1 Familia *Triopsidae* Keilhack

Triops cancriformis (Bosc, 1801)

Mallorca: charcas temporales fangosas en Lluçmajor; Enero, Febrero y Mayo; 6 localidades; 199 a 528 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: aguas fangosas temporales en Ciutadella, 4 localidades, y Sant Lluís, 1 localidad (Biniparratx) con 4 charcas próximas; Octubre, Mayo y Junio; 158 a 422 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta 1540 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Aparece en aguas recientemente inundadas con abundante materia orgánica mineralizándose. En aguas turbias, en muestras de Mayo se obtienen ejemplares de hasta 6 cm de longitud sin contar la furca. Normalmente aparece asociado a *Branchipus shaefferi*, que coloniza también rápidamente aguas turbias de inundación.

La taxonomía a nivel subespecífico sigue siendo confusa, por lo que no se intenta aquí mayor aproximación que la de asignar a todas las formas baleáricas encontradas su pertenencia a la subespecie *T. cancriformis simplex*; en este taxon faltan por completo dientes en el borde posterior de la quilla dorsal del caparazón; las espinas laterales del telson no son muy robustas y son de longitud parecida, al contrario que *T. cancriformis mauritanicus*. La separación anterior de los ojos no sirve como caracter diagnóstico (Alonso, 1985a). Un ejemplar de 4 cm de longitud procedente de Curniola (Ciutadella) posee 5 segmentos ápodos y 27 dientes en el seno posterior del caparazón, contando los extremos y central.

Longhurst (1955) todavía distingue una tercera subespecie que presenta distribución no endémica (existe además *T.c. apulius*), *T. cancriformis cancriformis*, que se ausentaría en el Norte de Africa y ocuparía el resto de la distribución de la

especie (paleártica). En Italia sólo existiría esta última subespecie (Cottarelli & Mura, 1983); en cambio España está poblada por la subespecie *T.c. simplex* al norte del sistema central y por *T.c. mauritanicus* al sur del mismo (Alonso, 1985a), y en esta parte de la península sólo se halla en su mitad occidental, lo que parece en acuerdo con los hallazgos de Thiéry (1986) en el norte de Africa: *T.c. mauritanicus* está escindido de *T.c. simplex* por el Atlas (Thiéry, 1987), por lo que la primera ocupa un estrecho cinturón atlántico; ello hace suponer que el frente más probable de colonización de las Baleares esté ocupado exclusivamente por *T.c. simplex*. Sin embargo, Margalef (1948, 1951d, 1953b) describe un *T.c. mauritanicus* procedente de Maó, de recolector y localidad desconocidos; no he podido subsanar esta deficiencia por no haber encontrado ejemplares en este municipio o parte de la isla. Un ejemplar sin etiqueta procedente de la colección del Ateneo de Maó posee las espinas del telson de tipo *simplex*, siendo el mejor carácter diagnóstico que aún puede observarse por el estado de conservación. En Mallorca también se conoce de una charca en Es Molí Vermell (Alcudia) (Margalef, 1953a).

Triops granarius (Lucas, 1864)

Mallorca: Jaume (no publicado), en Champeau y Thiéry (1990).

2.1.2 COPEPODOS EPIGEOS

2.1.2.1 Orden Calanoida

2.1.2.1.1 Familia Acartiidae

Acartia (Paracartia) latisetosa (Kritchaguine, 1873)

Menorca: Albufera (Pretus, 1989a). Característica del plancton de aguas que siempre continen más de 7 g/l de cloruros; su densidad se incrementa en fases hipereutróficas con desarrollos

explosivos de nanoplancton; igualmente persiste en aguas oligotróficas con densa cobertura del fitobentos.

Aunque el género *Acartia* es esencialmente marino, *A. latisetosa* es la única especie, junto a *A. margalefi*, considerada en las faunas límnicas (Illies, 1978; Kiefer, 1978), pues invade las aguas salobres o salinas interiores. Así se encuentra en la costa septentrional del Mar Negro y en diversos puntos del Mediterráneo centro-oriental y de Egipto, así como en el Atlántico templado europeo. En la Península Ibérica es menos común, se la ha reconocido en el delta del Ebro (Chinchilla & Comín, 1977) y en el puerto de Barcelona (Alcaraz & Armengol, 1986). En las Baleares no se han reconocido nuevas localidades.

2.1.2.1.2 Familia Temoridae G.O. Sars, 1903

Eurytemora velox (Lilljeborg,)

Mallorca: Charcas salobres cerca de Alcudia (05.02.88), con 17.36 mS/cm y 14°C. La única localidad corresponde a aguas salobres extensas, de invasión reciente, de unos 1.5 - 2 m de profundidad máxima, y eutróficas por recibir aguas residuales. Esta especie apareció junto a *Arctodiaptomus salinus* y *Daphnia mediterranea*.

Se trata de la primera cita para las Baleares, así como la localización más meridional conocida para la especie. *E. velox* habita la región septentrional de Europa, desde las islas Británicas hasta la región pontocàsptica, en ambientes salobres y estuarios y ocasionalmente en aguas dulces, desarrollándose en verano. Se le ha reconocido un carácter estenotermo frío; en la región mediterránea ha sido encontrada formando poblaciones invernales en la Camargue por Petit y Schachter (1947) (in Dussart, 1967), quienes definen también su carácter eurihalino y estenotermo, con un límite de 19° C; se cita también en los Aiguamolls del Empordà (Alcaraz & Armengol, 1986; Armengol,

1988), donde reside en canales con aguas menos saladas que las ocupadas por *Calanipeda aquae-dulcis*; Dussart (1967) presupone posibilidades de expansión por ornitocoria a merced de los huevos durables; sin embargo, por su distribución geográfica, que se concentra en el Paratethys terciario, parece mejor su tratamiento como un área relictas (carta pers.); las posibilidades de expansión por las aves son más hipotéticas que posiblemente reales (Dussart, 1990, carta pers.). Sin embargo, por su comportamiento ecológico se trata de una especie oportunista o pionera (Margalef, 1974). Coloniza aguas con abundante materia orgánica, y forma densas poblaciones de rápido crecimiento, lo que le ha valido su uso como base nutritiva de larvas de peces y decápodos en la acuicultura como alternativa a los rotíferos y *Artemia* (Pagano & Gaudy, 1986a).

Recientes estudios fisiológicos en laboratorio ahondan en el conocimiento de esta especie, en particular en sus variantes fisiológicas mediterráneas. En efecto, Champeau (1970) descubre la formación de huevos durables en las poblaciones del sur de Francia, en la Camargue y el Languedoc, lo que le permite residir en aguas temporales, a la vez que explica sus posibilidades expansivas. Pagano (1981) y, en una serie de trabajos correlativos, Pagano y Gaudy (1986 a,b) y Gaudy y Pagano (1987), definen la biología del ecotipo mediterráneo, que se desarrolla en invierno y primavera, pudiendo alcanzar densidades de 1000 individuos por litro. Las aguas temporales pueden dar sustento hasta 3 generaciones, con temperaturas entre 10° y 21°C y salinidades entre 20 y 50 por mil (Pagano, 1981). Contrariamente a *E. affinis*, las hembras de *E. velox* deben ser refecundadas entre cada saco ovífero para obtener una puesta fértil. Existe una variación estacional en la tasa de eclosión, disminuyendo en primavera, lo que podría corresponder a un aumento de la producción de huevos de diapausa. Las poblaciones del sur de Francia tienen su máximo desarrollo a 15°C en invierno y a 20°C en primavera, y a una salinidad del 20 por mil.

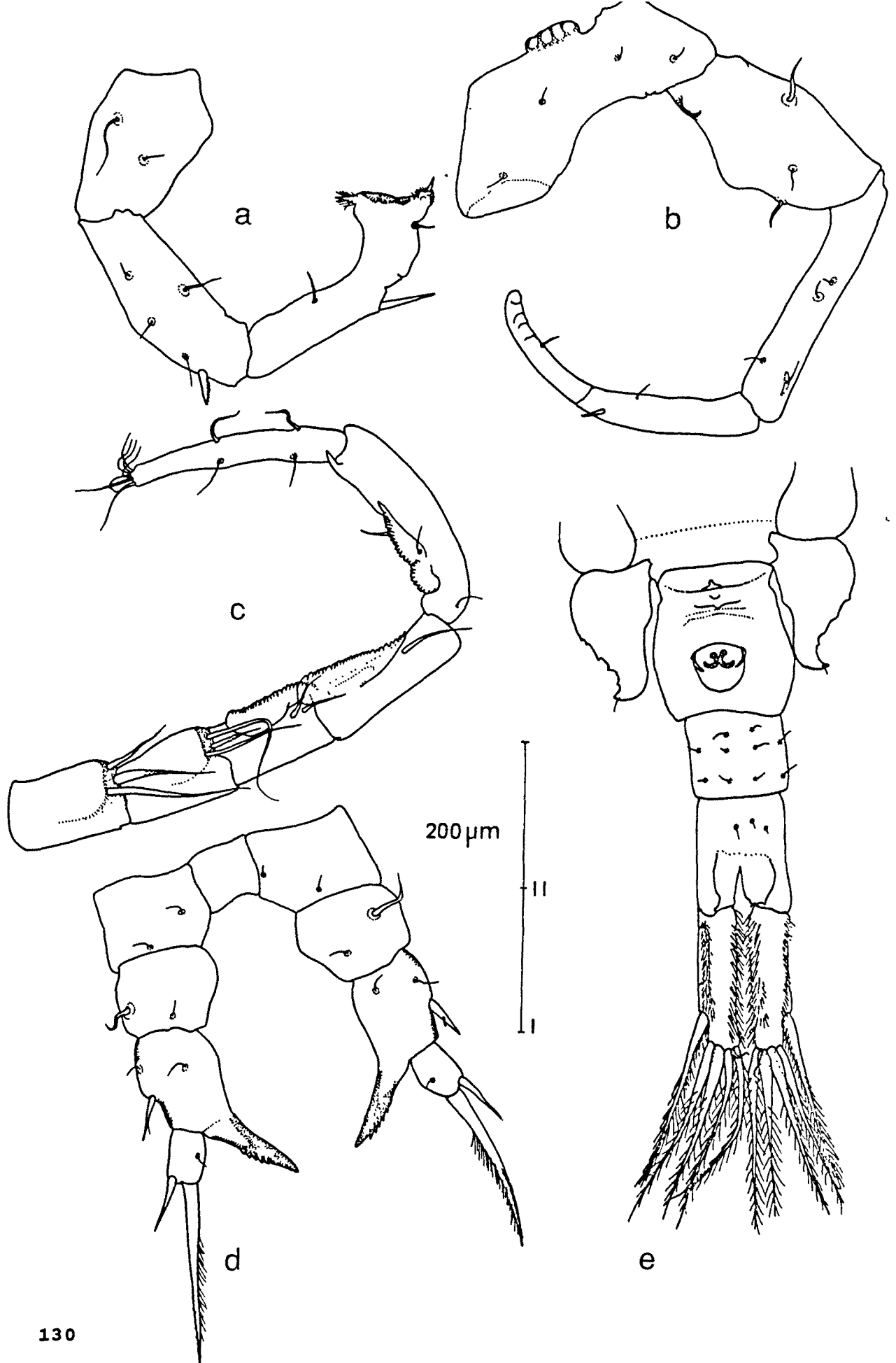


FIG. 2.20. *Eurytemora velox*: a, P5 izquierda del macho; b, P5 derecha del macho; c, borde apical de la antena 1 derecha del macho; d, P5 de la hembra; e, quinto segmento torácico y abdomen de la hembra. (a-d, escala I; e, escala II).

La población mallorquina fue encontrada a una conductividad equivalente a aproximadamente un 13 por mil de salinidad, y en ella no se observaron hembras ovadas. El efecto combinado de la temperatura y salinidad sobre *E. velox* ha sido estudiado recientemente por Nagaraj (1988), con poblaciones del Reino Unido; este autor no encuentra relaciones lineales de aquellos factores sobre la supervivencia de nauplios y copepoditos, sino un efecto cuadrático combinado, muy similar para ambos estadios del desarrollo, con óptimos alrededor de 15°C y 20 por mil de salinidad.

2.1.2.1.3 Familia Pseudodiaptomidae G.O. Sars, 1903

Calanipeda aquaedulcis Kritchagine, 1873

Mallorca: Salinas de Alcudia (12.06.87), 15 mS/cm. Menorca: Golas permanentes de torrentes y marismas: Canesies, Algaiarens Binimel.là, Trebalúger, Son Saura del Sur; frecuente desde Marzo a Julio; entre 3.5 y 20 mS/cm.

Se trata de una especie incapaz de producir huevos durables, lo que, asociado a su carta de distribución mediterránea y pontocáspica, donde reside en sus aguas salobres, ha llevado a considerarla relictas de mares terciarios. En Mallorca se reparte por el norte de la isla: Albufera de Alcudia, y golas de los torrentes de Son Real y Na Borges (Santa Margalida). No aparece en el sur de la isla ni en las aguas salobres pitiusas, donde Margalef (1951b) compara su ausencia con la del poliqueto *Mercierella*.

Frecuente en las aguas salobres argelotunecinas y en las costas tirrenas y adriáticas italianas, donde habita también aguas temporales, así como en Sicilia y Cerdeña. En las costas mediterráneas francoespañolas es menos abundante, aunque se encuentra en los deltas del Ebro, Llobregat y Rhone y en las lagunas costeras del Rosellón. La expansión más reciente de esta

especies es probable que la condujera desde el mediterráneo oriental hacia el occidental, de la misma manera que parece ocurrir en el género *Jaera*, también de aguas salobres: tras la desecación mesiniana se recolonizó nuestro mar a partir de un frente pónico de aguas salobres que habría sobrevivido a la desecación (Veuille, 1979). Margalef (1952b) opone la distribución de *Calanipeda* a la de *Eurytemora velox*, como ejemplos de especies de similar ecología, superviviente preglaciar una, nórdica la otra.

2.1.2.1.4 Familia Diaptomidae G.O. Sars, 1903

Subfamilia Paradiaptominae Kiefer, 1932

Lovenula (*Neolovenula*) *alluaudi* (Guerne (de) & Richard, 1890)

Mallorca: Aguas turbias temporales de Lluçmajor, cerca de Betlem y Sa Caseta; 5 localidades; Enero y Febrero; 215 a 397 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: tres charcas semitemporales turbias en Curniola y Binillubet, expandiéndose por los abrevaderos próximos; 6 localidades; aparece de Abril a Julio; 311 a 3830 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Las formas de verano en Menorca y las invernales de Mallorca son despigmentadas. Asociada frecuentemente en Mallorca a *Metadiaptomus chevreuxi*, menos habitualmente junto al resto de calanoides. Es una especie más usual en primavera y verano, por tanto propicia a caracterizar aguas semipermanentes. En invierno las mismas aguas son ocupadas por *Mixodiaptomus incrassatus*.

Se trata de una especie de climas semiáridos, tanto de aguas permanentes como temporales. Su distribución general es de tipo circummediterránea disyunta, por un lado en el Norte de Africa, Canarias y Península ibérica, donde es frecuente en la cuenca del Ebro y diseminada en el resto del área; por otro en los Balcanes y la cuenca del Danubio; ausente en cambio en la península italiana, sur de Francia e islas tirrénicas.

Metadiaptomus chevreuxi Guerne (de) & Richard, 1894

Mallorca: localizada y abundante en Lluçmajor, con 18 localidades, entre 160 y 528 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se desarrolla tanto en aguas turbias como en las transparentes con vegetación.

Es el mayor diaptómido de las Baleares, habitualmente pigmentado (anaranjado). Ausente en el borde septentrional mediterráneo y en la península ibérica, es propio de las regiones semiáridas y áridas del Norte de Africa, Irán e Irak; su presencia en la región semiárida de Lluçmajor (Jaume, 1989) ofrece un ejemplo característico de una especie en el que deben desarrollarse análisis taxonómicos de detalle para esclarecer el problema de si se trata de una distribución insular relictiva o de una colonización esporádica sujeta a una mayor probabilidad de extinción, tal como lo apreciaría la biogeografía ecológica. Falta en las aguas homólogas de Menorca, que sin embargo, por su pluviosidad, no entran a formar parte claramente de la condición semiárida que esta especie parece caracterizar.

Subfamilia Diaptominae Kiefer, 1932

Arctodiaptomus wierzejskii (Richard, 1888)

Mallorca: en 11 balsas periódicas de Lluçmajor, de muy turbias a transparentes; 158 a 1230 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: una treintena de localidades repartidas por el N de la isla, principalmente en aguas estancadas, muy rara en las ligeramente corrientes; frecuente en la región costera y en el interior. Común en balsas de aguas finas, humosas (La Vall, Es Mal Lloc), en charcas formadas en hondonadas de sistemas dunares (Tirant), y en aguas muy mineralizadas que reciben intenso aerosol salino (Addaia). Incluso en aguas efímeras de inundación (Pla Verd). Su ubicuidad no es sin embargo tan generalizable como supone su distribución natural, ya que evita todo tipo de aguas en piletas artificiales de pequeño volumen o estanques de regadío, donde en cambio existen cladóceros banales, de ciclo más rápido en conveniencia

con la mayor renovación del agua. Aparece en las primeras inundaciones, formando ya poblaciones numerosas en Noviembre, y puede colectarse el resto de la estación húmeda, hasta Junio. Entre 365 μ S/cm y 14.48 mS/cm (ambientes salinos de los puertos de Fornells y Addaia).

Su euricidad es ampliamente reconocida, y no concuerda con su grado de diseminación general: en España coloniza unos pocos embalses que reciben agua de una laguna salada, y numerosas aguas temporales, principalmente transparentes con vegetación; es muy frecuente en regiones semiáridas de la geografía ibérica, así como en el cinturón subestépico de Marruecos y Túnez. Se encuentra esporádicamente repartida por toda Europa, y hacia el este se extiende hasta Mongolia y N de China. Hutchinson (1967) la denomina fugitiva frente a otros diaptómidos, y especula que su abundancia en algunas islas atlánticas se deba a una supuesta menor presión competitiva. Su amplia dispersión en el interior de Menorca concuerda con una menor presencia de otras especies de aguas transparentes, puesto que sólo existen dos especies más y son propias de aguas turbias escasamente mineralizadas. En esta isla, la especie en realidad sólo se puede considerar afectada por *C. aquaedulcis*, que únicamente habita las aguas salobres permanentes del litoral. Ausente en las islas Pitiusas. Otras islas mediterráneas son habitadas además por *Arctodiaptomus* geográficamente más restringidos. Cerdeña es la única localidad con *A. wierzejskii* en aguas italianas, por otra parte ricas en diaptómidos, lo que se añade como ejemplo de su dispersión marginal en islas en la zona europea subhúmeda, comparada con un status más recio en aguas estépicas.

***Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885)**

Mallorca: Charcas salobres en Alcudia (5.02.88); salinas de Can Picafort (26.03.89); 17 a 160 mS/cm.

Especie característica de ambientes salinos talásicos o atalasoalinos; en aguas permanentes de una amplia región mediterráneo-asiática. En Baleares Margalef la recolectó en el Prat de Sant Jordi (Palma) y el estany de Son Xoriguer (Ciutadella), zonas húmedas destruidas en la actualidad.

Abundante en áreas endorreicas ibéricas, N de Africa, desde Marruecos a Egipto, y sur de Europa. En Italia sólo se conoce en islas: Cerdeña, Sicilia y Pantelleria.

Mixodiaptomus incrassatus (G.O. Sars, 1903)

Mallorca: 4 localidades en Lluçmajor, en Betlem, S'Aguila y Sa Caseta y en una charca cercana al acantilado litoral de Cap Blanc; aguas turbias o humosas; incluidas aguas aparentemente eutróficas o muy coloreadas por los frutos de Pistacia contenidos en las numerosas defecaciones de las bandadas de estorninos; 174 a 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: aguas turbias del sector de Ciutadella, desde aguas efímeras en la desaparecida charca de Son Blanc, hasta aguas más persistentes, en Torrellafuda, Curniola, Binigafull, Binillubet; 204 a 1594 $\mu\text{S}/\text{cm}$; desde Diciembre hasta Abril y Mayo.

Alonso (1984) ha revisado la taxonomía y ecología del género *Mixodiaptomus* en España. *M. incrassatus* soporta el rango más amplio de salinidad (Alonso, 1985b), y prefiere aguas turbias. De ambientes semiáridos, propia de las primeras etapas de la inundación. Muy característica del N de Africa de Marruecos, Argelia y Túnez, la Península Ibérica y Cerdeña septentrional, se ausenta en el mediterráneo centrooriental, y reaparece en China y Mongolia (mediterráneo-turánica).

- A Aluviones cuaternarios
- B Arenales o Dunas
- C Callizas o calizas y dolomías (C1)
- D Areniscas silíceas (Trias rojo)
- E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

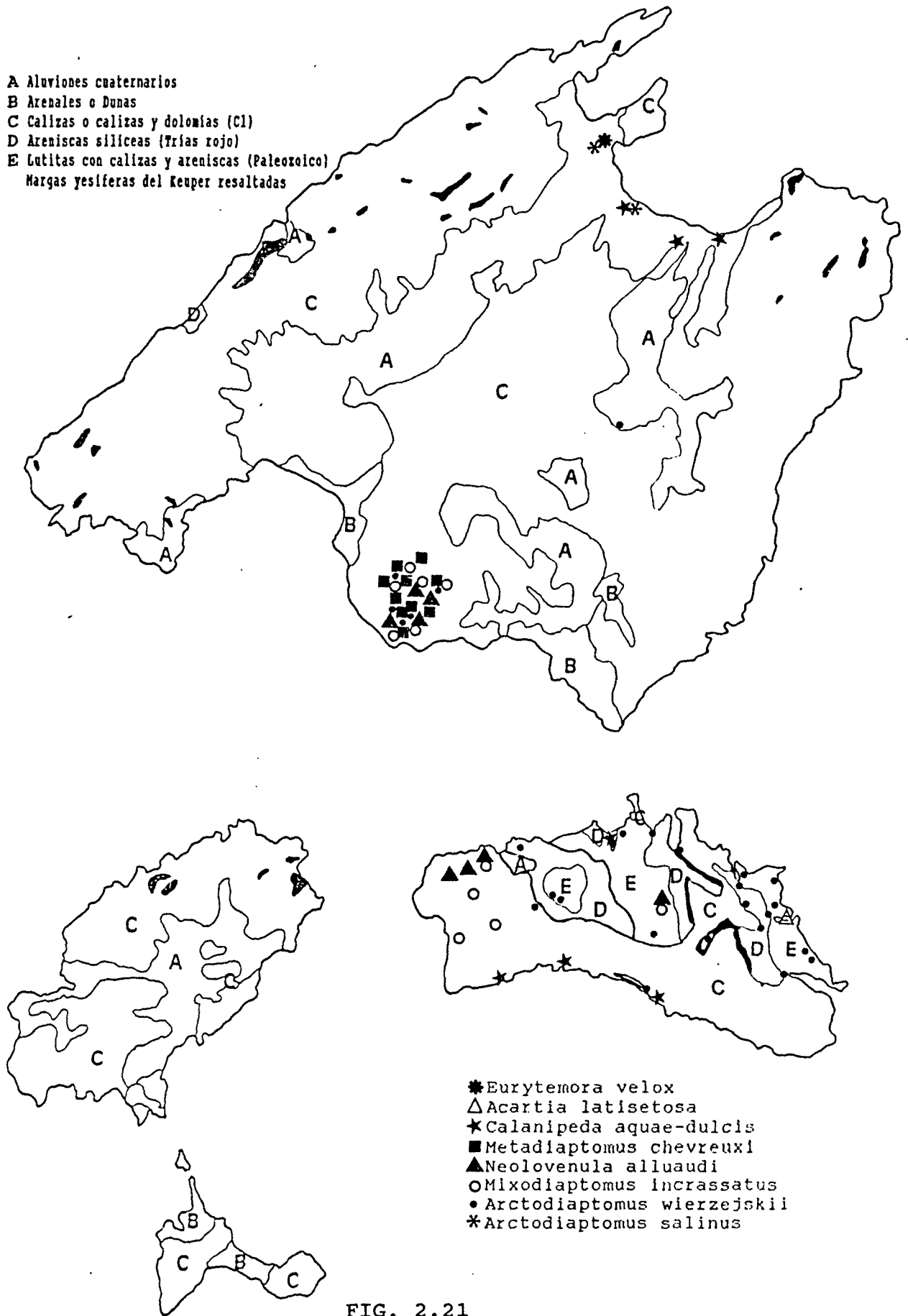


FIG. 2.21

2.1.2.2 Orden Cyclopoida

2.1.2.2.1 Familia Cyclopidae G.O.Sars, 1913

Halicyclops neglectus Kiefer, 1935

Menorca: Albufera (Pretus, 1989a); salinas y torrentes salobres de Addaia (9.04.84), entre 6.7 y 34.8 mS/cm; aguas encharcadas procedentes de resurgencias salobres, en Verinal des Llosar de Cales Morts (13.11.88).

En Mallorca fué colectado por Margalef (1953a) en varios puntos de las proximidades de la Albufereta de Pollença, y golas de los torrentes de Son Bauló y Na Borges; en Ibiza el mismo autor la recoge en dos localidades en el sur de la isla. De aguas salobres, se conoce de Francia, Rumania, URSS, Iran, Egipto y México.

Halicyclops rotundipes Kiefer, 1935

Menorca: Albufera (3.07.88), en aguas polihalinas.

Gourbault y Lescher-Moutoué la encuentran en las gravas de Sa Calobra (Mallorca). No existe conformidad en la realidad de *H. rotundipes* frente a *H. neglectus*, dada la variabilidad morfométrica de P5, el carácter diagnóstico decisivo. Sin embargo, continúa citándose de forma separada (Dussart & Deffaye, 1985).

Macrocyclops albidus (Jurine, 1820)

Mallorca: estanques en la Serra: Puigpunyent (1.02.88), embalse de Cúber y charcas colaterales (6.06.87); charca pluvial en Massanella (2.02.88) a unos 650 m de altitud; 250 a 675 μ S/cm. Menorca: torrentes cársticos permanentes de Es Gorc, Son Saura, Trebalúger, Son Boter, Sa Cova, Macarella, Algendar, Es Bec, y aguas permanentes en Sant Antoni y Son Abatzer (Ferreríes), y Camí den Kane (Maó); Marzo a Julio; 729 a 3300 μ S/cm. Ibiza: Charca freática en Cala Xerraca (10.02.88), 1335 μ S/cm.

En aguas de reserva alcalina moderada, 1.35 hasta 7.11 meq/l, y tendencia a aguas permanentes y corrientes. Por ello se la encuentra en los dominios cársticos insulares, con aguas de alimentación freática, lo que concuerda con sus preferencias generales de aguas limpias con vegetación y carbonatadas. En la Península Ibérica es frecuente en el litoral de los lagos cársticos.

En Mallorca se la encuentra también en pozos (LLuc, Sa Pobla, Can Picafort). En Ibiza se colectó en el Riu de Santa Eulària, en estanques, y en zanjas oligohalobias. Cosmopolita.

Macrocylops fuscus (Jurine, 1820)

Menorca: Torrent de Trebalúger (Ferreríes) y marisma de Es Canutells (Maó); 825 y 1129 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Abril y Agosto de 1984.

En aguas permanentes. Se trata de una especie poco frecuente en la Península Ibérica, donde no aparece en los embalses, y en las Baleares constituye la primera cita para la especie. Holártica y Neotropical

Eucyclops serrulatus (Fischer, 1851)

Mallorca: Principalmente en aguas corrientes de la Serra, fuentes y estanques de irrigación; en charcas cubiertas de Lluçmajor; 160 a 935 $\mu\text{S}/\text{cm}$, hasta 17.365 mS/cm en aguas salobres de Alcudia. Menorca: aguas corrientes de toda la isla, golas de torrentes, aguas eutróficas cercanas a establos, abrevaderos, pozos, fuentes y marismas costeras con vegetación, aguas estancadas permanentes sulfatadas (Clot des Guix, Tres Jurats); más rara en charcas temporales; Enero a Septiembre; 312 a 8700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ibiza y Formentera: pozos y estanques de irrigación.

Cosmopolita. Margalef (1953b) remarca la existencia de formas intermedias entre *E. serrulatus* y *E. speratus* en Menorca.

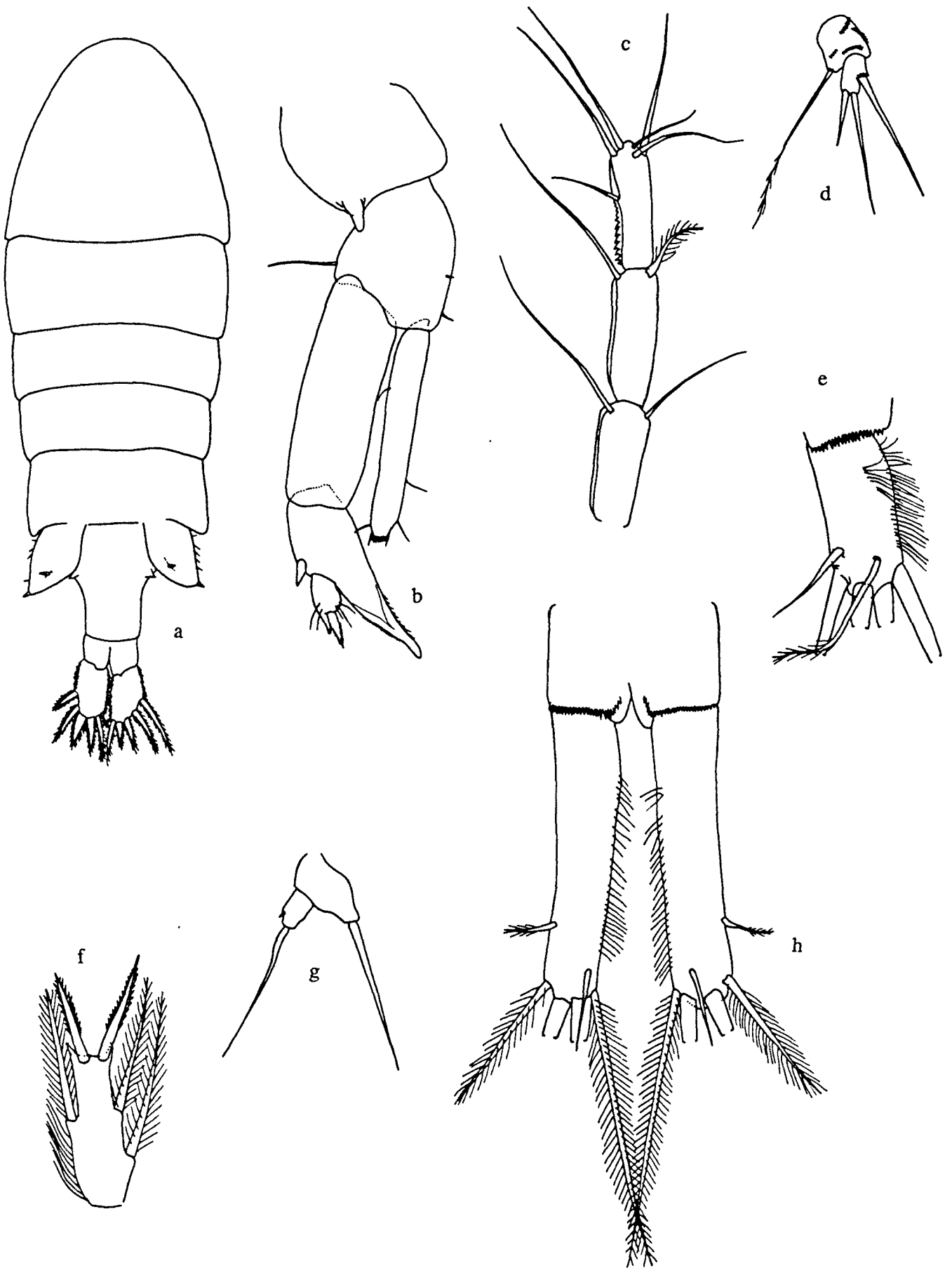


FIG. 2.22. *Mixodiaptomus incrassatus*: a, habitus; b, P5 de la hembra. *Macrocyclus fuscus*: c, antena 1; d, P5; e, brazo furcal. *Megacyclus gigas*: f, último artejo del endopodio de P4; g, P5; h, furca.

***Eucyclops aff. hadjebensis* (Kiefer, 1926)**

Especie citada por Lescher-Moutoué (1978) y Gourbault y Lescher-Moutoué (1979) en una pileta de fuente en la vertiente norte de la Serra de Tramuntana de Mallorca. Se trata de una especie africana, conocida en los países del Maghreb, Madeira, y de Sudáfrica. La población mallorquina ofrece diferencias morfológicas respecto a la especie tipo, que podrían ser de orden infraespecífico.

***Tropocyclops prasinus* (Fischer, 1860)**

Mallorca: Charcas permanentes en cubetas artificiales transparentes con vegetación o cubiertas en Lluçmajor; charcas pluviales en la Serra: Binibona, estanques en Puigpunyent; aguas corrientes del torrente de Sant Miquel (Campanet); 350 a 764 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: aguas quietas y corrientes, limpias, en toda la isla; abrevaderos y fuentes; 207 a 5200 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Diciembre a Julio. Ibiza: estanques de regadío en toda la isla; 546 a 1730 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por su distribución local es más frecuente en aguas de mayor reserva alcalina (>2 meq/l), pues coloniza bien los estanques artificiales alimentados por aguas procedentes de pozos; frecuente también en estos últimos. Trogloxeno. Cosmopolita.

***Paracyclops fimbriatus* (Fisher, 1853)**

Menorca: torrentes en Calan Porter (14.04.84) y Son Saura del Nord (9.04.87); abrevadero en Binimarsoc (26.03.84); Marzo y Abril; 706 a 1252 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cosmopolita, aunque rara en España. Margalef la encuentra en Mallorca en la región de Lluç, y en Menorca en Ses Canessies, y en Ibiza en canales hortícolas. Gourbault y Lescher-Moutoué la colectan en numerosos pozos y cavidades subterráneas.

***Cyclops* sp.**

Mallorca: 10 localidades en Lluçmajor; 223 a 1230 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: charcas y torrentes de aguas cloruladas y transparentes

- A Aluviones cuaternarios
- B Arenales o Dunas
- C Calizas o calizas y dolomías (C1)
- D Areniscas silíceas (frías rojo)
- E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
Margas yesíferas del Keuper resaltadas

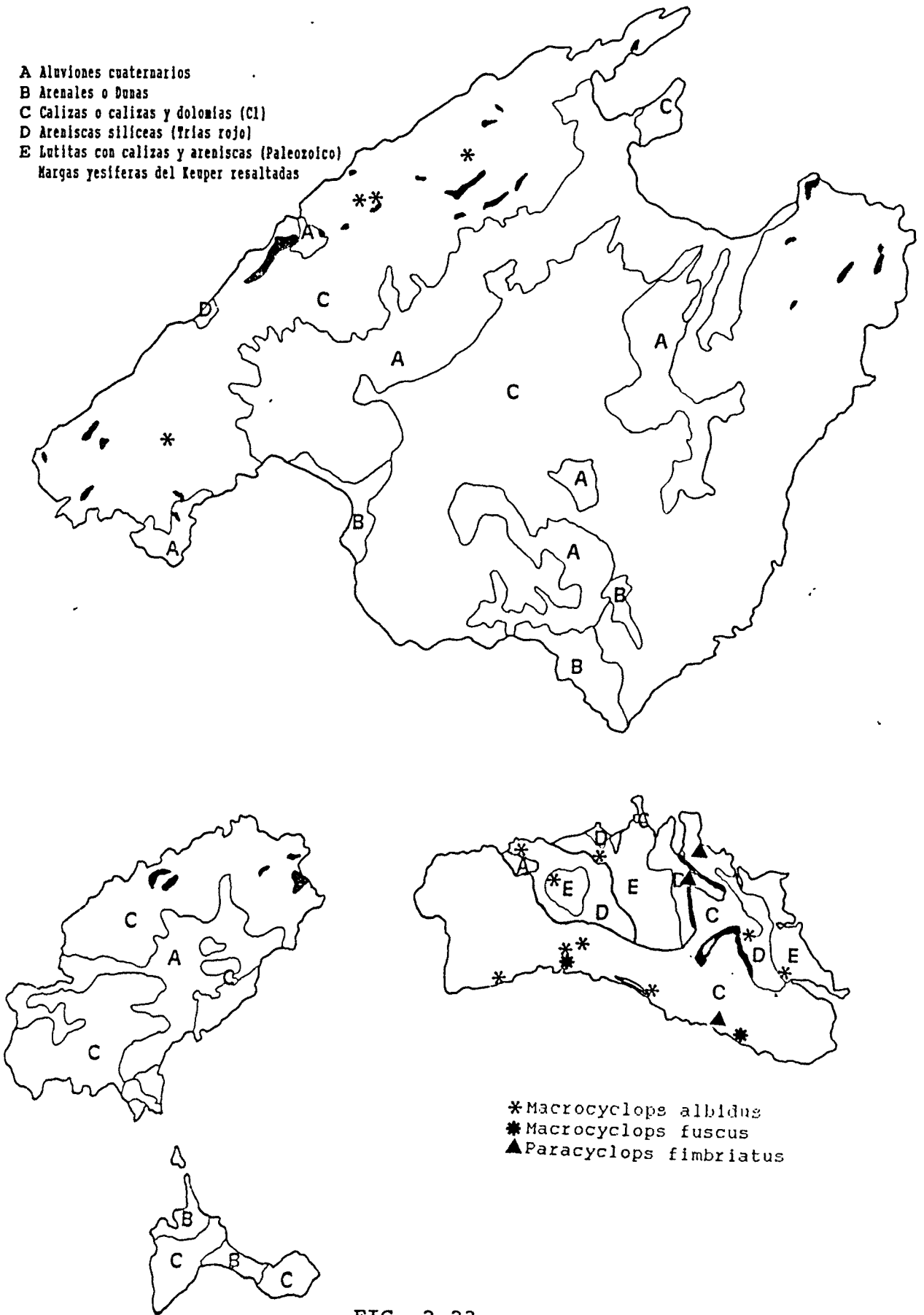


FIG. 2.23

del norte de la isla, menos frecuente en las turbias poco mineralizadas (Curniola); 204 a 9800 $\mu\text{S}/\text{cm}$; de Noviembre a Mayo.

Se trata de formas relacionadas con el grupo *strenuus* y con el grupo *furcifer*, que deben estudiarse más a fondo.

***Megacyclops viridis viridis* (Jurine, 1820)**

Menorca: Muy común en aguas estancadas y corrientes del sector de tramontana, en aguas transparentes con vegetación, en el sur es mucho más localizada (Macarella, Ses Canassies); todo el año; 709 a 9800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Cosmopolita y de carácter eurihalino que explica su ubicuidad en la región comentada. En Ibiza fue hallada por Margalef en zanjas entre las huertas de la villa, y en Mallorca en los canales de los antiguos arrozales de la Albufera de Alcudia. En esta isla también se ha recolectado en algunos pozos y cavidades.

***Megacyclops gigas* (Claus, 1857)**

Menorca: Laguna de Morella (Maó, 30.12.83).

En la Península Ibérica ocupa un área restringida hacia el sureste. La localidad aquí citada corresponde a aguas humosas semipermanentes, siendo una de las masas de agua dulce más extensas de las islas. Holartica. Margalef (1953b) cita formas intermedias en Menorca entre *gigas* y *viridis*. Dussart (1967) la perfila como autumnal.

***Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853)**

Menorca: Campos inundados en Atalis (Es Migjorn Gran) (8.01.-88), 1735 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero de aguas mineralizadas, con 5.56 meq/l de alcalinidad.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomías (C1)
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

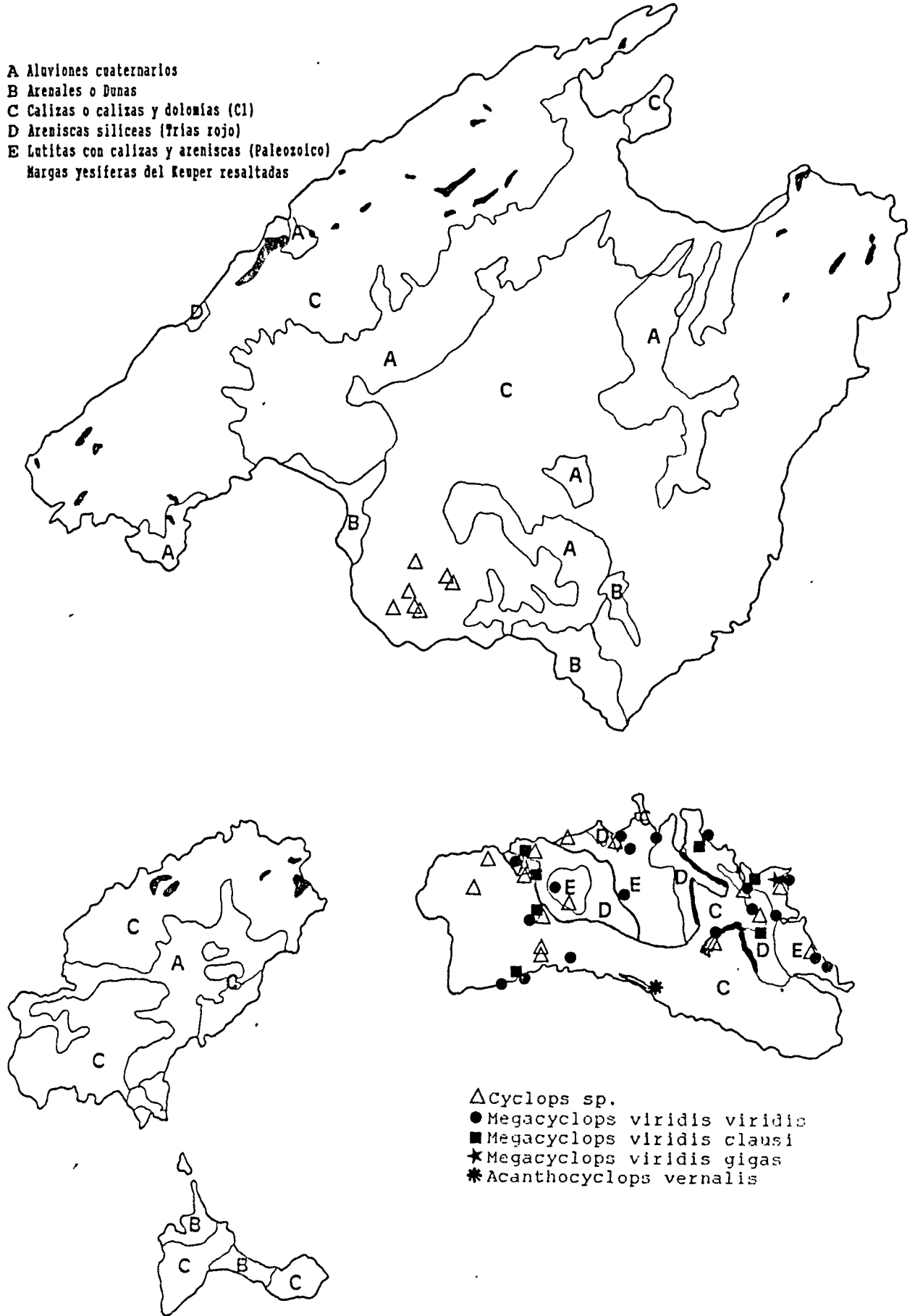


FIG. 2.24

A pesar de su ubicuidad general, parece tratarse de un género raro en las Baleares, a juzgar por el escaso número de citas. Margalef encuentra *A. vernalis* en un arroyo cercano a la Albufera y en una charca de Ferreríes (Menorca).

***Diacyclops bicuspidatus* (Claus, 1857)**

Menorca: Torrent des Gorg, de Favàritx, d'Addaia, des Bec; Bassa des Tres Jurats (Menorca); Marzo a Mayo, y Noviembre; 1334 a 7580 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En aguas mineralizadas, la mayoría con escasa corriente. Holártica.

***Diacyclops bicuspidatus odessanus* (Schmankevitch, 1875)**

Mallorca: en 9 localidades de Lluçmajor, 7 de ellas de aguas transparentes o humosas, con vegetación, y sólo 2 turbias (Sa Caseta); 158 a 686 $\mu\text{S}/\text{cm}$; charcas salobres cerca de Alcudia (6.02.88), 17.36 mS/cm (Enero, Febrero); Menorca: muy diseminada en charcas y marismas litorales, con vegetación, humosas; aguas corrientes en Tirant, La Vall, Puntarró, Son Saura del Nord; charca turbia de Curniola (Ciutadella); Noviembre a Mayo; 227 a 17300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ibiza: canales en Les Feixes (15.02.88). 1361 y 6790 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por el carácter de las localidades se comprueba su afinidad por las aguas más mineralizadas. Siderófila. Paleártica.

***Diacyclops bisetosus* (Rehberg, 1880)**

Mallorca: charcas bicarbonatadas en la Serra de Tramontana: Binibona, Massanella (término..) (675 y 764 $\mu\text{S}/\text{cm}$); Sa Calobra (8.06.87, 6080 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Menorca: hilillos de agua inestables, en Serra Morena, Fàtima (Maó), Caneló de ses Sumeres (Ciutadella); marismas litorales con vegetación; 1842 a 7040 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Encontrada en Cova de les Rodes, Mallorca, localidad afín a la Serra. No es una forma frecuente en las islas. En la Península Ibérica es menos halófila que *D. bicuspidatus*, y se reparte por su mitad oriental, en escasas localidades. En general, troglóxena y relacionada con macizos cársticos. Holártica y australiana.

***Metacyclops minutus* (Claus, 1863)**

Mallorca: 8 localidades en aguas humosas y fangosas de Lluçmajor; 158 a 346 $\mu\text{S/cm}$. Menorca: en 16 localidades, charcas temporales turbias o efímeras en cubetas rocosas, poco mineralizadas; 89 a 1150 $\mu\text{S/cm}$; Diciembre a Mayo. Formentera: 4 localidades, en charcas de la misma naturaleza (Fontanelles, alrededores de Porto Saler); 417 a 755 $\mu\text{S/cm}$.

Propia de aguas temporales. En las islas, al igual que en la Península Ibérica, muestra un marcado carácter estepario dulceacuícola. Cosmopolita.

***Microcyclops varicans* (G.O. Sars, 1863)**

Mallorca: en una fuente de la Serra, la Font de Cas Senyó () (15.06.87), 489 $\mu\text{S/cm}$.

Fué encontrada en el Torrent de Sant Miquel (Campanet, Mallorca). En España sólo aparece en el Tordera. Cosmopolita.

***Microcyclops varicans rubellus* (Lilljeborg, 1901)**

Menorca: 10 localidades en aguas corrientes (Algendar, Son Saura del Sur, Es Bec) o estancadas permanentes o efímeras (Es Tres Jurats, Ets Alocs, Macarella, S'Albufera); principalmente de Mayo a Julio, pero con citas en Enero y Abril. 762 a 5490 $\mu\text{S/cm}$.

En Mallorca fué hallada en el estanque de Canyamel (Artà). Holártica.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomias
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

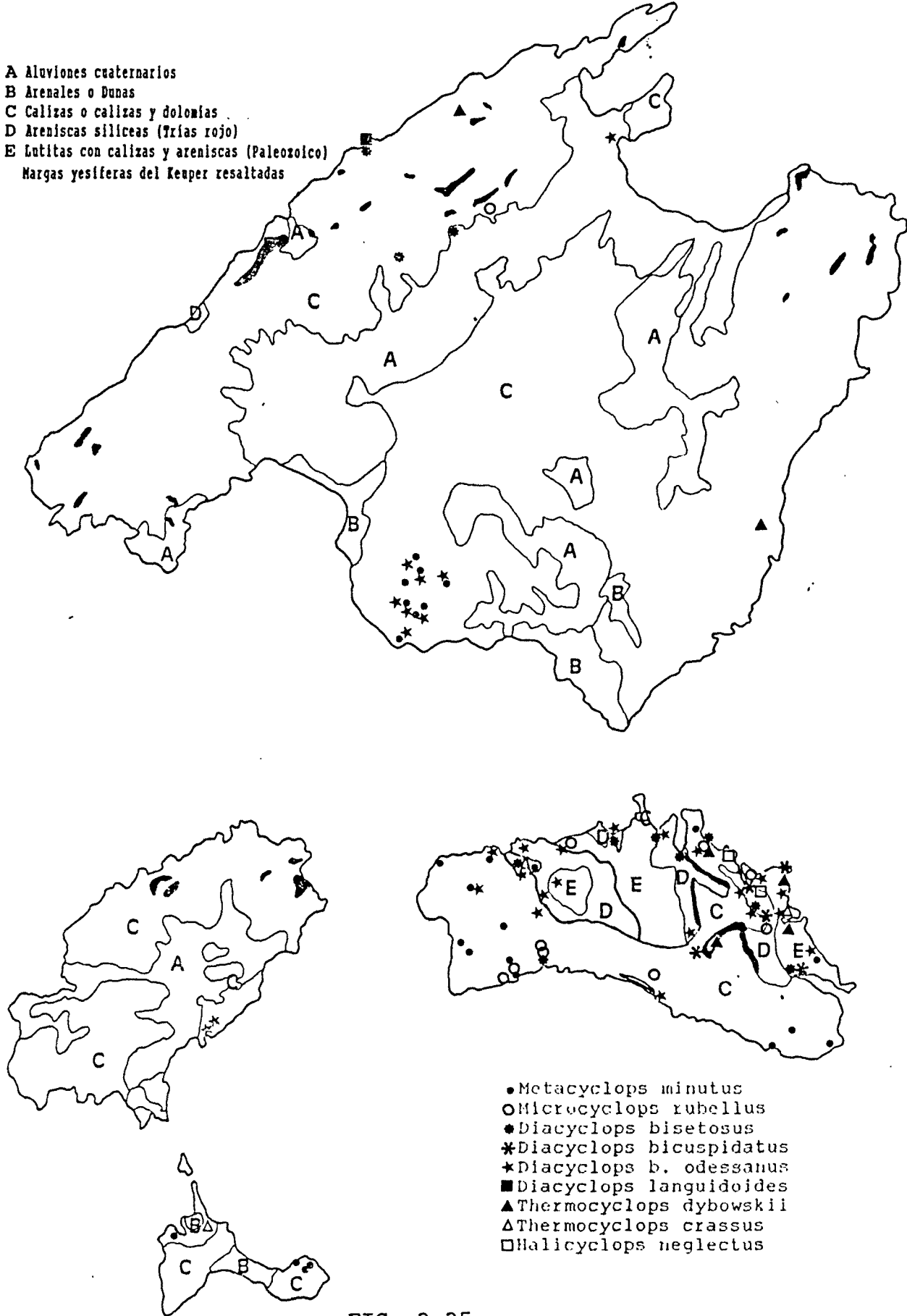


FIG. 2.25

Thermocyclops crassus (Fischer, 1853)

Menorca: abrevadero en Sa Boal Vella (Maó) (21.07.86). Formentera: alberca cubierta, cerca de Estany Pudent (13.02.88), 368 μ S/cm.

En Mallorca fué citado en un abrevadero en Verge Blanca (Felanitx) (9.09.1951), bajo el nombre de *Thermocyclops hyalinus*. Cosmopolita.

Thermocyclops dybowskii (Landé, 1890)

Mallorca: Torrent Fondo (Mortitx) (16.06.87); Cova de sa Gleda (Manacor) (15.06.87) 5670 μ S/cm. Menorca: Torrent de Lluriach, Son Saura (Mercadal), Na Bona, Es Clot des Guix y laguna de Morella (Maó); Noviembre y Junio a Julio; 904 a 3980 μ S/cm.

En Mallorca apareció en la Font den Vidal (Pollença). Las localidades naturales donde reside, en un gour calizo y en aguas de diverso tipo aunque semipermanentes, revelan el evidente requisito de permanencia para una especie que aparece en verano. Trogloxena termostenoterma, vive por encima de 15°C.

2.1.2.3 Orden Harpacticoida

2.1.2.3.1 Familia Tisbidae (Stebbing, 1910)

Tisbe longicornis (T. & A. Scott, 1895)

Mallorca: Salines de Campos (14.02.88), 80 mS/cm. Menorca: Albufera (Pretus, 1989). Formentera: Salines de Can Marroig (14.02.88), 104 mS/cm.

Se trata de una forma marina polihalina. Desde Margalef (1953a) se conoce la existencia de machos de esta especie, en Alcudia y en las salinas al sur de la Albufera del mismo nombre.

2.1.2.3.2 Familia **Harpacticidae** G.O. Sars, 1904

Harpacticus littoralis Sars, 1910

Menorca: Albufera (28.6.90), en agua marina.

Margalef la colectó en Ibiza. Vive en charcos de marea y es euriterma, lo que explica su entrada en aguas salinizadas de la Albufera, en verano. Europa y Norteamérica.

Tigriopus fulvus (Fischer, 1860)

Menorca: "Cocó" en Es Cap den Font (Sant Lluís) (15.06.88)

En agua hiperhalina de una cubeta de cristalización supralitoral, formando una población muy densa. Margalef la encuentra en Bahía de Palma. Mediterránea, Madeira.

2.1.2.3.3 Familia **Ameiridae** Monard, 1927

Nitocra lacustris (Schmankevitch, 1875)

Menorca: Charca semipermanente en Sa Mesquida (14.11.86), Prat de S'Albufera (20.03.88), en 5390 y 7700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Especie de aguas oligo-mesohalinas. Citada ya en Mallorca, Menorca y Ibiza por Margalef. Holártica.

Nitocra spinipes Boeck, 1864

Menorca: Gola en Torrent de Trebalúger (Es Migjorn Gran) (23.04.84), 3770 $\mu\text{S}/\text{cm}$; medio intersticial litoral en Es Portitxol (Maó) (15.03.87).

Especie polihalina euriterma de amplia distribución mundial, al parecer no reconocida en nuestra fauna.

2.1.2.3.4 Familia *Canthocamptidae* G.O. Sars, 1906

Canthocamptus staphylinus (Jurine, 1820)

Mallorca: Torrent des Gorch Blau (6.02.88). Menorca: S'Albufera de Mercadal (16.04.84 y 06.02.88, con 1842 μ S/cm).

Paleártica límnicola, con frecuencia montana, y de aguas alcalinas. No se había citado en las islas.

Mesochra lilljeborgi Boeck, 1864

Hallada por Margalef en Canyamel (Mallorca) y Sant Francesc (Ibiza). Polihalina.

Mesochra heldti Monard, 1935

Menorca: Albufera (Margalef, 1953b; Pretus, 1989).

***Mesochra* sp.**

Mallorca: Estany de ses Gambes (27.05.87), 54 mS/cm; charcas salobres cerca de Alcudia (5.02.88), 17.36 mS/cm; Salines Can Picafort (26.03.89), 160 mS/cm.

Especie afín a *M. heldti*, aunque existen diferencias notables en las sedas del último artejo endopodial de P3 y del basienpodio, así como en el número y conspicuidad de las espinas operculares, que la hacen intermedia con *M. armoricana*. Margalef había encontrado ya una población sospechosa de tratarse de una nueva especie en Can Picafort.

Mesochra* cf. *aestuarii Gurney, 1921

Mallorca: Salobrar de Campos (25.05.87), 255 mS/cm.

Especie que no había sido reconocida en la fauna iberobalear. De aguas polihalinas, aunque no marina.

Moraria poppei (Mrázec, 1893)

Mallorca: Font de Cas Senyó (15.06.87), 489 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Menorca: Caneló de ses Sumeres (Ciutadella) (19.12.87), 7040 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Torrent de Binigurdó (12.04.87), 1785 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En aguas corrientes.

Moraria varica (Graeter, 1911)

Menorca: Es Portitxol (Maó) (15.03.87), 1959 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Especie nueva para la fauna balear. Aunque se encuentra de preferencia en el medio cavernícola, se expande también en el medio muscícola y en los bosques húmedos de la Europa central y mediterránea. La localidad donde fué hallada corresponde a un manto freático tapizado de freatofitas y con apenas agua superficial, en un barranquillo sobre esquistos primarios (medio hipotelminorreico).

Bryocamptus pygmaeus (Sars, 1863)

Menorca: Torrentes de s'Albufera de Mercadal, Son Fideu, Rafal Roig, Sant Pere, Binigurdó, Cala Molí, La Vall, Binimoti; Marzo a Abril; 1149 a 2710 $\mu\text{S}/\text{cm}$, entre 3 y 6.3 meq/l de alcalinidad.

Margalef la encontró entre musgos en el extinto Río de Santa Eulària (Ibiza). En Europa, Norte de Africa y Norte de América.

2.1.2.3.5 Familia **Cletodidae** Scott, 1904

Cletocamptus retrogressus Schmankevitch, 1875

Mallorca; Salobrar de Campos, Estany de ses Gambes, Salinas de can Picafort (Enero, Marzo y Mayo), 54 a 255 mS/cm. Menorca: Salinas d'Addaia y en charcas temporales polihalinas del NE. Margalef la cita en Ibiza.

- A Aluviones cuaternarios
 - B Arenales o Dunas
 - C Calizas o calizas y dolomías (C1)
 - D Areniscas silíceas (Trias rojo)
 - E Lutitas con calizas y areniscas (Paleozoico)
- Margas yesíferas del Keuper resaltadas

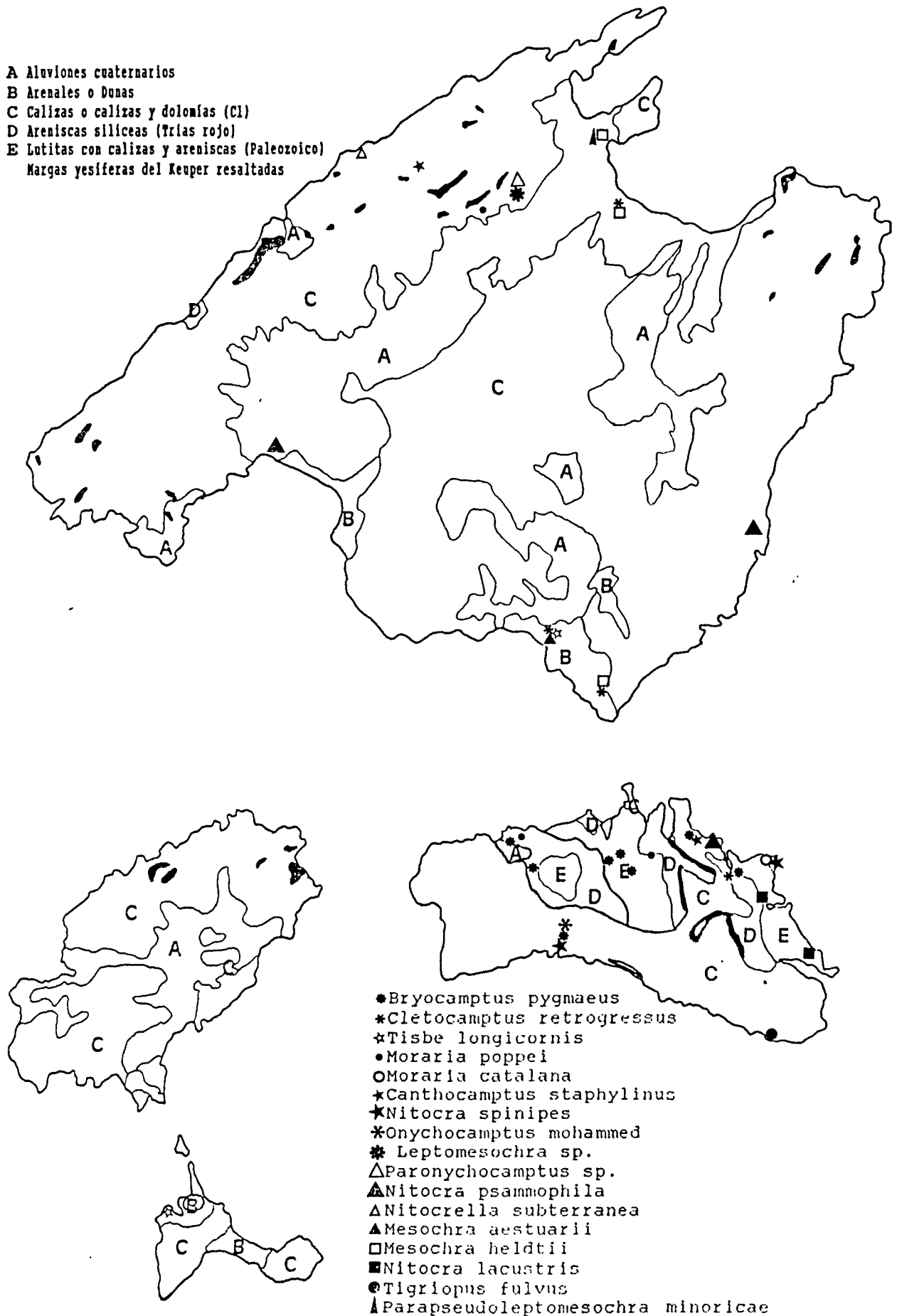


FIG. 2.26

Cletocamptus confluens (Schmeil, 1894)

Mallorca: Charcas salobres en Alcudia (5.02.88), 17.26 mS/cm.
También citada en el extinto humedal de Sa Porrassa.

2.1.2.3.6 Familia **Laophontidae** Scott, 1904

Onychocamptus mohammed (Blanchard & Richard, 1891)

Menorca: Torrent de Son Fideu (5.03.87), 1313 μ S/cm.

Igualmente se conocía en aguas del Riu de Santa Eulària y en Sant Antoni (Ibiza).

2.1.3 COPEPODOS ESTIGOBIOS

El número de especies de calanoides subterráneos descritos alrededor del mundo apenas sobrepasa la decena (Bowman, 1986). En la región mediterránea se han descrito *Speodiaptomus* y *Troglo diaptomus* en el carst yugoslavo. Pesce & Maggi (1983a) citan *Lovenula alluaudi* como troglóxeno en Grecia. Pesce et al. (1981) encuentran además *Calanipeda aquaedulcis* y *Arctodiaptomus salinus* en aguas subterráneas de Túnez y Egipto, respectivamente. No se conocen especies dulceacuícolas o anquialinas en el resto del área, ni por supuesto en nuestras islas. La presente actualización queda por tanto ceñida a los ciclopoideos y harpacticoides, que en las Baleares han sido estudiados por Kiefer (1960), Chappuis y Rouch (1960), Rouch (1986b), Goubault y Lescher-Moutoué (1979) y Lescher-Moutoué (1976, 1978, 1981). En los países e islas circunmediterráneos han sido recientemente ampliados sus conocimientos estigológicos, principalmente por Pesce y colaboradores (Pesce, 1985a,b, 1986; Pesce et al., 1978, 1981; Pesce & Maggi, 1977, 1979, 1981, 1983a,b,c; Pesce & Gallassi, 1983, 1985, 1986, 1987a,b,c), trabajos que permiten consideraciones biogeográficas al tratar la fauna balear. Además se contemplan algunas nuevas aportaciones originales, y con este conjunto se presenta la siguiente actualización.

2.1.3.1 Orden Cyclopoida

2.1.3.1.1 Familia Cyclopidae

Neocyclops mediterraneus Kiefer 1960

Procede de la Cova Polida (Mercadal), y fue dada a conocer como *Pareuryte mediterranea*. Diferentes autores han creído que su rango taxonómico no sobrepasaba el de subespecie de *Neocyclops remanei* (Herbst) (Plesa, 1981). Este último autor la cita también en Cuba bajo el nombre de *Neocyclops remanei mediterraneus*. Pesce y Galassi (1987c) la citan en el sur de Italia, hecho que señala la segunda localidad conocida en el mediterráneo. Dussart y Defaye (1985), y Herbst (1986) la dan nuevamente por buena especie. En cuanto a su estatus como estigobionte, hay que considerar que, al pertenecer a un género de preferencias marinas o salobres, no se puede admitir de entrada el rango propio de cavernícola. En esta línea es tratado el género por Herbst (1986), pues sus especies son típicas de la región costera. *Neocyclops* parece un género raro en el Mediterráneo, y que abunda hacia las regiones tropicales.

Halicyclops rotundipes Kiefer, 1935

Fue hallada en las gravas de Sa Calobra (Escorca, Mallorca). Intersticial litoral en la región pontocáspico - mediterránea. Pesce & Maggi (1981) la recogen en el medio subterráneo en el Peloponeso y las islas de Corfú y Cefalonia (Pesce & Maggi, 1983a). Diversos autores la consideran sinónima de la especie epígea *H. neglectus*. No es una forma troglobia.

Halicyclops troglodytes Kiefer, 1954

Fué hallada en Mallorca en las gravas de Sa Calobra y en las cuevas costeras de s'Abisament (Sant Llorenç) y dets Hams (Manacor). Se encuentra en el sur de Francia, Cerdeña y costa del Sahara, al sur de las Canarias, en aguas mesohalinas.

Troglobia. A pesar de la sugestiva distribución dentro del mediterráneo, Gourbault y L. Moutoué (1979) consideran con precaución el significado de esta especie, sin duda por el escaso conocimiento de la distribución de los ciclópodos intersticiales del Mediterráneo occidental en la década. Más recientemente, Pesce y Maggi (1983a) creen que sus nuevos hallazgos en las regiones costeras de Cefalonia confirman que se trata de un inmigrador reciente hacia el medio subterráneo, a la vez que amplian su distribución hacia el Mediterráneo oriental. Existe por otra parte una localidad al sur de Marruecos, en el desierto, que hace pensar en una distribución relictica.

***Diacyclops languidoides languidoides* (Lilljeborg, 1901)**

Fuente y pozo en Escorca, y fuente en Can Sivella (Mallorca). Holartica, hasta el Japón (Pesce & Fabrizi, 1979), en diferentes hábitats estigobios y epigeos continentales. Pesce (1980) reconoce su constancia morfológica en su área de repartición.

***Diacyclops balearicus* Lescher-Moutoué, 1978 (Lescher-Moutoué, 1981)**

Hallada en Mallorca en la Font den Vidal. Dussart y Defaye (1985) la listan como sinónima de *D. languidoides*. Se aproxima en efecto a la subespecie *D. l. languidoides* (Lescher-Moutoué, 1979), aunque difiere por la brevedad y el carácter glabro de la furca y el acortamiento del tercer artejo endopodial de P4, así como por la elongación de las sedas de P5 y P6 y de las sedas distales de los endopodios, y las proporciones de las espinas exopodiales de P1.

***Diacyclops clandestinus* (Kiefer, 1936) Petkowski, 1984**

Mallorca: Sa Calobra (Escorca), en el hiporreico (8.06.87), 6080 μ S/cm. Menorca: Cova de ses Figueres (Sant Lluís) (26.08-.84).

Otras localizaciones en Cova de les Rodes y de Campanet, en el norte, y en la Cova de s'Abisament (Sant Llorenç), en el este de Mallorca. Extendida en la región Paleártica, en la zona de circulación en diferentes ambientes, pozos, fuentes, intersticial, etc.... En Italia es el ciclopido subterráneo más ubicuo (Pesce & Galassi, 1987a).

Diacyclops languidoides badeniae Kiefer, 1933

Hallada en las gravas del Torrent de Sant Miquel (Campanet, Mallorca). En la región pirenaica y en las zonas bajas de Europa central. Hiporreica, aunque no siempre estrictamente estigobia. Tiende a ser considerada sinónima de *D. languidoides clandestinus*.

Metacyclops subdolus Kiefer, 1938

Apareció en Mallorca en pozos de Sa Porrassa y Can Pastilla, siendo la primera cita para la fauna iberobalear (leg. Stock, Lescher-Moutoué, 1981). En Grecia, Creta, Italia, Sicilia y Cerdeña (Pesce & Maggi, 1983a,b). Se posee escasa información sobre su estatus ecológico. Pesca & Maggi (1981) la consideran talasoide, de reciente entrada en el medio subterráneo.

Speocyclops hellenicus Lindberg, 1953

Hallada Mallorca en una fuente de la vertiente marina de la Serra, y en la Cova de Can Sion (Gourbault & Lescher-Moutoué, 1979). Se reparte por el Peloponeso y Creta, en fuentes cársticas y en la zona de percolación.

Inicialmente referida como próxima a *S. demetiensis hellenicus* (Lescher-Moutoué, 1976), en una nota a pie de página al describirse los espeociclopidos del norte de España. Lescher-Moutoué (1973), al tratar la biogeografía de los *Speocyclops*, define al género como formado por especies endémicas, salvo para *S. demetiensis* y sus formas afines, que se encuentran en

numerosas estaciones, constituyendo un tipo de repartición excepcional dentro del género.

En Italia existen 6 especies del género (Pesce & Maggi, 1979; Pesce, 1980), aunque sólo una en la región peninsular, *S. italicus*; en Cerdeña existe otra especie, *S. sardus* (Pesce & Maggi, 1983c).

***Thermocyclops oblongatus* (G.O. Sars, 1927)**

Citada por Goubault y Lescher-Moutoué (1979) con el nombre de *T. stephanidesi*, en la Font den Vidal (Pollença, Mallorca). Stock la recoge en Son Esteve (Andratx) y en pozos de Puigpunyent (Lescher-Moutoué, 1981). De distribución etiópica, aunque llega al Norte de Africa, Corfú, Anatolia, Italia, Elba, Portugal y Mallorca. Troglobia, habitante de la zona de percolación o vadosa y del medio intersticial fluvial, por tanto de carácter no costero. Uno de los ciclópodos subterráneos más comunes en Grecia continental e insular (Pesce & Maggi, 1981).

2.1.3.2 Orden Harpacticoida

2.1.5.2.1 Familia Ameiridae Monard, 1927

***Parapseudoleptomesochra minoricae* (Chappuis & Rouch, 1959)**

Mallorca: Font de sa Canaleta (27.01.88), 598 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Descrita en Menorca, en la Cova de s'Aigo (Ciutadella) por Chappuis & Rouch (1960); posteriormente se ha encontrado en Italia y Cerdeña (Pesce & Maggi, 1983b), Andalucía (Rouch, 1986b) y Argelia (Rouch, 1987). Costera e interior. Los ejemplares de Mallorca son en todo punto idénticos a la redescipción de Rouch (1986b) sobre material de Andalucía, lo que sorprende por no tratarse de una localidad costera, sino montana, en la Serra mallorquina, y junto al endemismo *Pseudoniphargus racovitzai*.

El género *Parapseudoleptomesochra* consta de especies de afinidad marina (Pesce & Maggi, 1983a); en Italia vive *P. italica*, subterránea y costera, y en Grecia *P. hellenica*, igualmente de tipo talasoide (Pesce, 1986). En Marruecos existen especies innominadas (Pesce et al., 1981). En Andalucía se han descrito, además, 7 nuevas especies (Rouch, 1986b), siendo *P. minoricae* la más extendida del género.

***Parapseudoleptomesochra* aff. *subterranea* (Chappuis, 1928)**

Mallorca: Sa Calobra (8.06.87), 6080 $\mu\text{S/cm}$.

Se trata de una población morfológicamente afín a la especie descrita en la región pirenaica y norte de los Balcanes. Nuevo taxon para la fauna iberobaleaar.

***Nitocrella stammeri* Chappuis, 1938**

Menorca: Cova de ses Figueres (Sant Lluís) (25.07.86), Cova den Curt (Ferreríes) (24.07.86)

Vive en aguas dulces y salobres, y se distribuye por España, Cerdeña, Sicilia, Italia, Grecia, Creta, Turquía (Pesce & Maggi, 1983a; Pesca, 1986). Primera cita iberobaleaar. Forma parte de un grupo de especies con fuerte tendencia al endemismo, siendo ésta la más extendida. Basándose en Stock (1977a), Pesca (1980, 1985b) la considera talasoide de origen reciente, del Cuaternario antiguo (Pesca, 1986). Es interesante esta hipótesis, por concordar con la expuesta para el anfípodo *Pseudoniphargus mercadali*, con el que coexiste en Menorca. Rouch (1985) la cita en Andalucía, comentando los rasgos morfológicos que se prestan a mayor variabilidad.

***Nitocra* aff. *psammophila* Noodt, 1952**

Mallorca: Coves de Gènova (Palma) (3.06.87) 1306 $\mu\text{S/cm}$; Cova de sa Gleda (Manacor) (15.06.87) 5670 $\mu\text{S/cm}$. Menorca: verinal des Llosar de Cales Morts (13.11.88).

Interstitial, conocida de Alemania. Nuevo taxon para la fauna iberobaleaar.

cf. *Nitocra affinis* Gurney, 1927

Con el nombre de *Nitocra dispersa* asignó Chappuis (in Strinati & Coiffait, 1961) unos harpacticoides procedentes de la Cova Polida (Mercadal, Menorca), y esta bionomía ha ido recogiénndose posteriormente en las bibliografías locales. Sin embargo, esta especie no existe. En opinión de Rouch debe tratarse de un lapsus scriptae (carta pers.), confundiéndose con *N. affinis* Gurney. En este caso, se trata de una forma litoral y marina cosmopolita, descubierta por Gurney en Egipto en aguas superficiales. Posteriormente localizada en Italia (Castro Marino), Irlanda, Nueva Caledonia, Islas Carolinas, y en el Mar Rojo (Archipiélago Dahlak). Troglófila.

2.1.3.3 Comentarios biogeográficos sobre los copépodos estigobios

Las recientes aportaciones alrededor de los países mediterráneos llevan a considerar la fauna Balear como propia de esta región, y muy próxima a contener un conjunto faunístico de tipo generalizado y talasoide. No existen, por tanto, afinidades específicas de tipo 'ibérico' o 'tirrénico', sino más bien un centro generalizado sobre el Mediterráneo. En efecto, faltan los principales géneros continentales, como *Elaphoidella* o *Antrocamp-tus*, ampliamente extendidos en Europa en el medio hipogeo, y de origen muscícola (Pesce & Maggi, 1983a; Pesca & Galassi, 1983; Pesca, 1986). *Elaphoidella* existe en Cerdeña (Pesca & Galassi, 1986), que ha derivado junto con Córcega de un macizo continental paleógeno. Al revisar la estigofauna italiana, Pesca (1980) separa un grupo talasoide "confinato in ambienti sotterranei costieri, o non molto distanti della costa, la cui colonizzazione si fa risalire a tempi non antichi (Miocene? Quaternario.. tra queste citiamo gli arpacticoidi *Nitocrella stammeri* e *Paraseudo-leptomesochra italica*..". En las Baleares este criterio no sólo

es válido sino que se hipertrofia en relación al espacio geográfico ocupado por esta fauna, puesto que estos mismos géneros, considerados típicamente talasoides, se encuentran en el centro mismo de las islas o habitando en sus fuentes montanas. Todo este orden de cosas es reflejo de los importantes episodios transgresivos sufridos por las islas desde el Mioceno inferior hasta el Cuaternario. Entre los ciclópodos, sólo *Speocyclops* y *Graeteriella* son estrictamente subterráneos de origen dulceacuícola (Lescher-Moutoué, 1973). El segundo género abarca Europa continental, mientras que el primero llega a las islas mediterráneas y Norte de Africa. La especie hallada en Mallorca es de amplia distribución, y su significado biogeográfico queda aún por detallar, pues se reparte por Grecia y Creta, cuando en Italia y las islas tirrenas, más próximas, existen otras especies endémicas.

2.1.4 BIOGEOGRAFIA DE LOS BRANQUIOPODOS Y COPEPODOS EPIGEOS

Brehm (1947), Margalef (1983), y Alonso (1987c) han tratado de ordenar la rica fauna ibérica de aguas estancadas en unidades corológicas. Los primeros autores avanzaron la existencia de una disyunción zoogeográfica entre la Península Ibérica y las estepas del este de Europa, inducida por el desplazamiento hacia el sur de la fauna cálida que vióse atropellada por el avance de los hielos pleistocenos. El último autor avanza en esta línea, al reconocer subunidades geográficas ibéricas lejos de las clásicas divisiones fisiográficas y ecológicas, aportando evidencia de carácter exclusivamente históricas. Se basa para ello en la existencia de especies vicariantes que, equivaliendo ecológicamente, se segregan a escala geográfica. Define así tres grandes unidades ibéricas al tratar los ambientes esteparios: Cuenca del Duero, Cuenca del Ebro, y una vasta región meridional, al sur del Sistema Central (Alonso, 1987c). Sin embargo, muy pocas de las especies que definen estas regiones son, al menos por ahora, endémicas, y se distribuyen entorno del ámbito mediterráneo. El

alcance que la revisión taxonómica de los cladóceros ibérico tiene sobre su biogeografía todavía no ha llegado, no obstante a su término. De ella se va deduciendo que existe una región biogeográfica iberomediterránea, más que un distrito ibérico. Igual consideración merecen los hallazgos de Margaritora en Italia y las islas tirrenas, puesto que las especies inicialmente propias del núcleo tirreno, como *Ephemeroporus phintonicus* y *Alona nuragica* se van hallando progresivamente en España y Norte de África. Las Baleares no son excepción a este régimen de distribución de endemismos circunmediterráneos, y son ejemplos de ello *E. phintonicus*, *Alona iberica* y *Alona azorica*.

No existe por tanto un distrito balear o un distrito tirreno, con formas endémicas, para los branquiópodos y copépodos, fenómeno debe explicarse por la predominancia de una de las siguientes alternativas: (a) en las islas el poblamiento es reciente, o existe una colonización activa para la mayoría de especies que impide la segregación alopátrica; (b) las tasas de diferenciación o especiación son muy bajas aún en poblaciones por largo tiempo aisladas. El último caso puede aceptarse como general, aunque para los diaptómidos la diferenciación alopátrica puede actuar en un plazo de tiempo inferior a la duración del Cuaternario. La fauna balear, sin embargo, no se ajusta completamente a la de un satélite de una región continental concreta. En las islas existe una mezcla de procedencias que impiden denominar al conjunto insular como simple extensión derivada de la dispersión desde las áreas más cercanas.

De existir, por tanto, un componente paleobiogeográfico, debería dar cuenta de disyunciones balearo-(atlanto)magrebíes como las de *Cyzicus bucheti*, o la definida por la existencia de *Branchinecta ferox*, especie relativamente rara en toda su área. Otras especies, como *Metadiaptomus chevreuxi*, *Daphnia mediterranea*, *Leptestheria mayeti* o *Daphnia bolivari*, aún siendo raras, proceden de las áreas continentales más cercanas. Menorca, como

extremo del promontorio balear, se encuentra en el centro casi matemático del mediterráneo occidental, por lo que no existe un área fuente que domine las posibilidades de colonización, al menos a priori. Sin embargo, diferentes fenómenos rompen la isotropía del espacio en relación a las posibilidades de colonización. Las rutas migratorias de las aves de zonas húmedas, consideradas por varios autores para explicar la distribución de los conostráceos (Thiery & Pont, 1987; Jaume, 1989; Champeau & Thiéry, 1990) parecen explicar por otro lado satisfactoriamente la existencia de *Eurytemora velox* en las proximidades de la Albufera de Mallorca, importante centro de invernada. Respecto a las posibilidades de persistencia de la fauna esteparia durante los periodos glaciares e interglaciares, se han comentado las condiciones específicas de las Baleares orientales durante el Pleistoceno, y se ha especulado, sin mayores pretensiones de análisis, que existen indicios paleontológicos que sugieren la franca dominancia de episodios semiáridos en las islas (Pretus, 1990). Alternativamente, existen fenómenos más o menos propicios a la colonización pasiva por anemocoria (Jaume, 1989). Las Baleares son frecuentemente afectadas por lluvias de barro de origen norteafricano, y se ha comentado la posibilidad de colonizaciones por esta vía. Gran parte del polvo perisahariano llega sin embargo al Caribe o al mar Rojo, y en nuestro caso, a toda Italia y sur de Europa (Prodi & Fea, 1979). Sin embargo, el tamaño de las partículas es inferior al de las diásporas de conostráceos (Jaume, 1989), y más cercana a la de los diaptómidos. Champeau y Thiéry (1990), basándose en la mayor influencia faunística norteafricana de islas meridionales como Mallorca (*L. mayeti*, *M. chevreuxi*, *T. granarius*) y Sicilia (*L. mayeti* y *T. granarius*) respecto a Córcega, intentan reconocer, dentro de la hipótesis anemócora, que cuanto más alejada está una isla de la costa norteafricana, menor es su influencia faunística.

Atendiendo a la distribución de los diaptómidos y branquiópodos de ambientes esteparios y aguas saladas en las Baleares

se observa que su repartición es inhomogénea, y corresponden especies distintas a charcas distantes de características similares. *Daphnia mediterranea* y *Arctodiaptomus salinus* no se han hallado en los salobrales del sur de Mallorca ni en Menorca. *Eurytemora velox* parece localizarse puntualmente cerca de un área de invernada. Los enclaves esteparios más ricos en especies del noroeste de Menorca se ubican en terrenos estables tectonicamente en el Cuaternario.

El plan general de distribución geográfica de especies en las Baleares parece de tipo aleatorio, con charcas o conjuntos próximos de charcas que poseen especies inusuales y que no vuelven a encontrarse en otros núcleos. La dispersión a distancia conlleva este 'pattern' aleatorio (Simberloff, 1978), aunque algo similar ha de suceder en la expresión geográfica de faunas antiguas hoy muy recortadas y parcheadas.

Se presenta como resumen la riqueza de branquiópodos y copépodos conocidos hasta el presente de las Baleares, Córcega, Cerdeña y Sicilia. El número de especies y subespecies citadas en cada una de las islas es el siguiente (tabla 2.5):

No existen ni son esperables ajustes lineales de la relación especies/área, ya sea por la desigual incidencia de los estudios taxonómicos en cada isla, como por la influencia de la riqueza de condiciones ambientales sobre el total de especies. Aún con todo ello, el empobrecimiento general en las Pitiusas puede reflejar un efecto del área, al menos en Formentera, donde existen ambientes temporales que no parecen habitados en su la medida esperada. Se precisa mayor intensidad de muestreo para concretar el valor de estas sugerencias.

TABLA 2.5. Número de especies insulares epigeas no marinas.

	SICILIA	CERDEÑA	CORCEGA	MALLORCA	MENORCA	IBIZA	FORMENTERA
CLADOCEROS							
NO QUIDORIDOS	15	22	18	16	15	4	2
QUIDORIDOS	19	21	14	11	14	5	2
EUFILOPODOS	7	11	3	5	6	2	2
TOTAL	41	54	35	32	35	11	6
CALANOIDES		8	8	7	5	0	0
CICLOPIDOS		7	18	15	18	7	3
HARPACTICOIDES		3	9	8	9	5	0
TOTAL		18	35	30	32	12	3

2.1.4.1 Distribución ecológica de los calanoides

En la tabla 2.6 se reúne información referente a la distribución de los calanoides en las principales islas tirrénicas, Sicilia, y en las baleáricas. Su examen conduce a algunas conclusiones tentativas.

Aunque hay que suponer que el conocimiento de cada isla es distinto, por el carácter de sus especies se revelan las siguientes aproximaciones: (1) el grupo sículo-corso-sardo queda mejor representado por especies europeas que el grupo balear; en el primero aparecen *Mixodiaptomus laciniatus*, *Hemidiaptomus roubai*, *Mixodiaptomus kupelwieseri* y *Diaptomus castor*, mientras que en el segundo sólo existe *Eurytemora velox*. (2) a aquellas se añaden formas mediterráneas de aguas finas que no aparecen en las Baleares, como *Chaetodiaptomus cyaneus* y *Mixodiaptomus lilljeborgi*. (3) El resto de especies mediterráneas son comunes a ambos grupos de islas, y coinciden en habitar aguas más mineralizadas o saladas: *Arctodiaptomus wierzejskii*, *A. salinus* y

TABLA 2.6. Calanoides presentes en diferentes islas (en base a Stella, 1982; Dussart, 1967; Margaritora et al., 1982; Champeau & Thiéry, 1990). Por su origen geográfico: M, mediterránea; E, europea; A, norteafricana; O, oriental.

	Mallorca	Menorca	Córcega	Cerdeña	Sicilia	Origen
<i>Calanipeda aquaedulcis</i>	+	+	+	+	+	M
<i>Arctodiaptomus wierzejskii</i>	+	+	+	+	+	M
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	+	+	-	+	+	M
<i>Chaetodiaptomus cyaneus</i>	-	-	+	+	+	M
<i>Mixodiaptomus lilljeborgi</i>	-	-	-	+	-	M
<i>Hemidiaptomus roubau</i>	-	-	+	+	-	E
<i>Mixodiaptomus kupelwieseri</i>	-	-	+	+	+	E
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	-	-	+	-	-	E
<i>Diaptomus castor</i>	-	-	+	-	-	E
<i>Eurytemora velox</i>	+	-	-	-	-	E
<i>Copidodiaptomus numidicus</i>	-	-	+	+	+	A
<i>Mixodiaptomus incrassatus</i>	+	+	+	+	-	A
<i>Metadiaptomus chevreuxi</i>	+	-	-	-	-	A
<i>Neolovenula alluaudi</i>	+	+	-	-	-	A
<i>Arctodiaptomus stephanidesi</i>	-	-	-	-	+	O
<i>Arctodiaptomus similis</i>	-	-	-	+	-	O

Calanipeda aquaedulcis. No existen especies mediterráneas en las Baleares que están ausentes en las islas orientales. (4) las especies de origen ibérico-norteafricano son importantes en el stock balear, con *Metadiaptomus chevreuxi* y *Neolovenula alluaudi*, además de *Mixodiaptomus incrassatus*, también presente en Cerdeña. El único representante típicamente norteafricano en la fauna tirrena es *Copidodiaptomus numidicus*, que es indicador de la zona lluviosa, mientras los llegados a Baleares lo son de la zona esteparia. *Copidodiaptomus* podría estar presente en las Baleares, puesto que tolera mayor salinidad, incluso en Córcega y Sicilia frecuente las aguas salobres. (5) Existen aportes orientales que no llegan a las Baleares pero sí a Sicilia, como *Arctodiaptomus stephanidesi*, descrito en Corfú, y en Cerdeña *Arctodiaptomus similis*. Como corolario ecológico, puede argumentarse que las especies ausentes en las Baleares coinciden por ser las menos tolerantes a la salinidad, tal como se observa en una ordenación independiente del presente análisis (fig. 2.27).

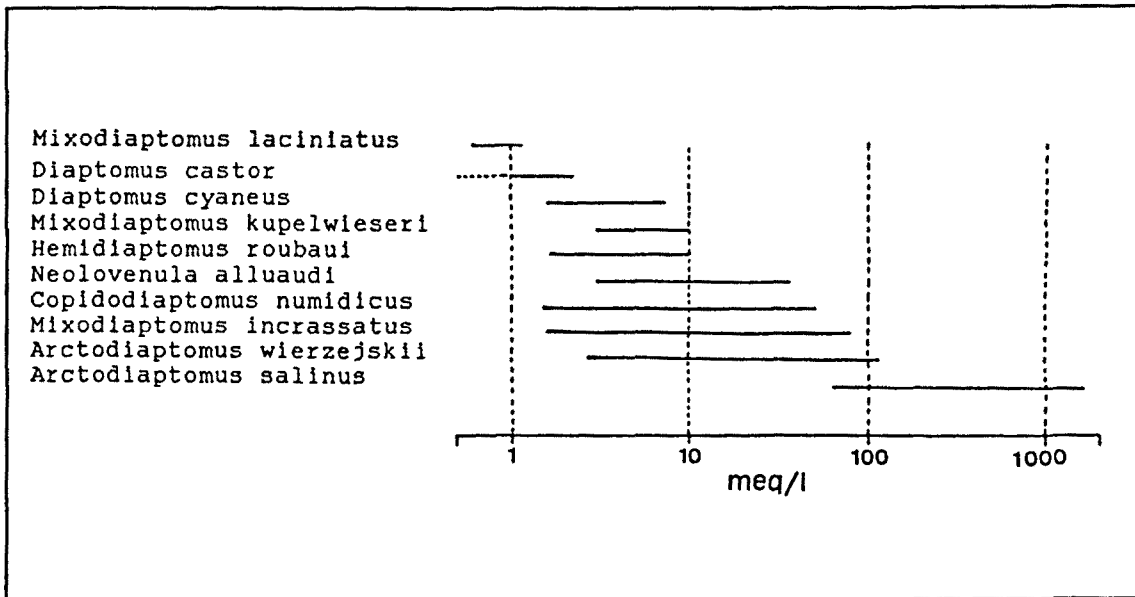


FIG. 2.27. Rangos de salinidad observados en diaptómidos ibéricos, expresados como suma de aniones en meq/l, para especies presentes en las islas Baleares y tirrenas. Extraído de Alonso (1985).

2.1.5 COMUNIDADES DE CRUSTACEOS Y REPARTICION DEL ESPACIO ECOLOGICO

Margalef (1958a) y Alonso y Comelles (1981, 1984) se han ocupado de caracterizar las comunidades de crustáceos de aguas de pequeño volumen ibéricas. Margalef (1954) recopila sus trabajos en las Baleares sintetizando los principales aspectos regionales de las islas.

Se ha aplicado la técnica de clustering a la matriz Q de afinidad entre inventarios, y sólo se han seleccionado aquellos que contenían al menos 3 especies de crustáceos. El método de aglomeración utilizado es el de Ward, que calcula la suma de las distancias euclídeas de cada inventario a un centroide de aglomeración construido a partir de las medias de las variables que forman el cluster, y agrupa pares de clusters que minimizan la nueva suma de distancias. Para matrices de presencia/ausencia el incremento de la distancia al centroide ('error') que debe minimizarse al fusionar dos casos o clusters equivale a minimizar la expresión $(A + B)/2T$, con A y B, número de especies exclusivas de cada cluster, y T el número total de especies.

La totalidad de los inventarios queda repartida en grupos que pueden definirse en 18 tipos de comunidades. A continuación se hace referencia a cada una de ellas por separado, listando las especies más características, que aparecen al menos en una cuarta parte de los inventarios del grupo; también se hace referencia a la riqueza media en especies de los inventarios (§) y a las especies raras más características de cada grupo. En un sentido geográfico se da el número de inventarios del grupo según las islas.

Grupo A

Conjunto heterogéneo de 20 localidades con un total de 26 especies. Dominado por la presencia de *Ceriodaphnia quadrangula* y *Arctodiaptomus wierzejskii*. En aguas temporales de muy diversa procedencia.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
75%	<i>C. quadrangula</i> <i>A. wierzejskii</i>
50%	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>
45%	<i>Cyclops</i> sp. <i>C. sphaericus</i>
40%	<i>L. acanthocercoides</i>
35%	<i>A. elegans</i>
30%	<i>C. laticaudata</i>
25%	<i>M. viridis</i>

§ = 5.5

Aparecen especies raras como *Macrocyclus fuscus*. Se encuentra en 9 localidades de Lluçmajor y en 11 de diversos puntos de Menorca.

Grupo B

18 inventarios con un total de 25 especies, reunidos principalmente por la presencia de *Daphnia longispina* y *Arctodiaptomus wierzejskii*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
88.8%	<i>D. longispina</i>
83,3%	<i>A. wierzejskii</i>
55,5%	<i>Cyclops sp.</i>
33,3%	<i>D. bicuspidatus odessanus</i> <i>S. vetulus</i>

§ = 4,7

Bosmina longirostris, de los embalses de Cúber y Gorg Blau, procede de esta agrupación; además de estas dos localidades de Mallorca, las restantes 16 quedan repartidas sobre el sector no calizo de Menorca, tanto en lagunas extensas semipermanentes (Morella) como en pozas profundas permanentes y temporales, e incluso en aguas muy salinizadas semiturbias (Prat de la Concepció, 13,1 mS/cm).

Grupo C

13 inventarios que reúnen tan solo 15 especies; se debe a la aparición de *Daphnia magna* i *Arctodiaptomus wierzejskii*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>D. magna</i>
84.6%	<i>A. wierzejskii</i>
61.5%	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>
38,4%	<i>A. rectangula</i>

§ = 4.3

Esta agrupación aparece en aguas muy mineralizadas (2.47 a 17.4 mS/cm), temporales, que ocupan el sector NE de Menorca, desde Sa Mesquida hasta Binimel.là. Esporádicamente aparece en esta comunidad el harpacticoide halófilo *Cletocamptus retrogressus*.

Grupo D

10 inventarios que reúnen en total 19 especies; la asociación característica se debe a *Megacyclops viridis* y *Simocephalus exspinosus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
90%	<i>M. viridis</i>
80%	<i>S. exspinosus</i>
60%	<i>A. wierzejskii</i>
40%	<i>C. reticulata</i>
30%	<i>Cyclops sp.</i>
	<i>E. serrulatus</i>

§ = 4.9

Se trata de una agrupación termófila que se desarrolla desde marzo a noviembre. En la región silícica de Menorca, en parte de las localidades del grupo B. En este grupo se encuentran *Diacyclops bicuspidatus* s.str., y *Thermocyclops dybowskii*.

Grupo E

Se trata de una asociación heterogénea que comprende 29 inventarios y un total de 33 especies, dominadas por la presencia de *Tropocyclops prasinus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
44.8%	<i>T. prasinus</i>

§ = 3.2

Una subagrupación contiene *Pleuroxus aduncus* en el 100% de los inventarios. Esporadicamente con *Daphnia obtusa*. Este grupo aparece en todas las islas, en aguas artificiales, abrevaderos, albercas, canales (Les Feixes), y asimismo en piletas de fuentes (Banyalbufar), fuentes en forma de afloramiento permanente con vegetación (Es Broll, Cala Molí), y en aguas temporales diversas.

Grupo H

3 inventarios de aguas salinas de Mallorca contienen una asociación muy característica y completa, representada siempre por *Moina salina* y *Cletocamptus retrogressus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>M. salina</i>
	<i>C. retrogressus</i>
33.3%	<i>D. mediterranea</i>
	<i>A. salinus</i>
	<i>M. heldtii</i>
	<i>M. aestuarii</i>
	<i>T. longicornis</i>

§ = 2.6

Se trata de las salinas del Salobrar de Campos y de las de Can Picafort. Además de estas, la región de la Albufera de

Alcudia contiene aguas salobres en las que igualmente aparece *A. salinus*, *D. mediterranea* y *M. heldtii*, aunque acompañados de especies menos halófilas como *D. magna*, *A. rectangula*, *D. bicuspidatus odessanus* y *E. serrulatus*, y con la presencia excepcional de *Eurytemora velox*. Al mismo grupo ha de pertenecer el Estany de ses Gambes en su situación actual, que cuenta con sólo *C. retrogressus* i *M. heldtii*, en aguas con 54 mS/cm.

Grupo I

11 inventarios con un total de 16 especies; en su totalidad se encuentra *Branchipus schaefferi*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>B. schaefferi</i>
45.4%	<i>M. minutus</i>
27.3%	<i>L. mayeti</i>
	<i>T. cancriformis</i>

§ = 3.27

Se trata de aguas de carácter efímero o temporal, hivernales, desde muy turbias a transparentes, en el primer caso con los eufilópodos listados. Diversas localidades de Lluçmajor (Garroña, Betlem, Sa Caseta), y Menorca (Sa Mola, Torre Nova).

Grupo K

14 inventarios que agrupan a 23 especies, principalmente con *Chydorus sphaericus* y *Simocephalus vetulus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
85.7%	<i>C. sphaericus</i>

57,1%	<i>S. vetulus</i>
42.8%	<i>A. rectangula</i>
35.7%	<i>C. reticulata</i>
	<i>Cyclops sp.</i>

§ = 4.9

Se presenta accidentalmente *Paracyclops fimbriatus*. Esta agrupación aparece normalmente desde abril hasta finales de otoño, de modo que puede timbrarse de termófila. Se encuentra en aguas estancadas, en charcas temporales o dentro de cauces móviles en la época lluviosa, o aún en aguas ligeramente fluyentes. En Menorca.

Grupo L

Reune 11 inventarios y 19 especies, las más características *Megacyclops viridis*, *Chydorus sphaericus*, *Simocephalus vetulus* y *Ceriodaphnia reticulata*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
90.8%	<i>M. viridis</i>
	<i>C. sphaericus</i>
81.8%	<i>S. vetulus</i>
	<i>C. reticulata</i>
63.6%	<i>S. rammneri</i>
45.3%	<i>A. wierzejskii</i>
36.3%	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>
27.3%	<i>D. bisetosus</i>
	<i>E. serrulatus</i>

§ = 6.8

El harpacticoide *Canthocamptus staphylinus* y el ciclópido *Microcyclops rubellus major* aparecen en esta comunidad carac-

terística de diversas zonas húmedas extensas de Menorca (Llu-riach, s'Albufera de Mercadal, Clot des Guix, etc..).

Grupo M

16 inventarios agrupan 18 especies formando una comunidad parecida a la anterior, más pobre, y determinada principalmente por la coexistencia de *Simocephalus vetulus* y *Megacyclops viridis*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
75%	<i>S. vetulus</i>
	<i>M. viridis</i>
43.7%	<i>E. serrulatus</i>
37.5%	<i>T. prasinus</i>
31.2%	<i>C. reticulata</i>
25%	<i>A. wierzejskii</i>
	<i>M. rubellus</i>
	<i>C. sphaericus</i>

§ = 4.5

Es característica de las aguas mineralizadas de las zonas húmedas más extensas y "regionales" de Menorca. Como especies características accidentales aparece *Alona (Biapertura) affinis*.

Grupo N

Tan solo 6 inventarios quedan recogidos en este grupo muy compacto y rico en especies, que totaliza 21 taxones. Siguiendo con fuerte afinidad tanto en el cluster como geográfica con los grupos anteriores, se caracteriza por la presencia de *Simocephalus vetulus*, *Arctodiaptomus wierzejskii*, *Alona azorica*, *Dunhevedia crassa* y *Chydorus sphaericus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>S. vetulus</i>

83.3%	<i>A. wierzejskii</i>
	<i>A. azorica</i>
	<i>D. crassa</i>
	<i>C. sphaericus</i>
66.6%	<i>A. iberica</i>
50%	<i>C. dubia</i>
	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>
33.3	<i>M. viridis clausi</i>
	<i>M. viridis viridis</i>
	<i>D. longispina</i>
	<i>L. acanthocercoides</i>

§ = 8.8

Se trata de tres localidades de aguas de baja alcalinidad sobre el Bunts rojo o los esquistos primarios de Menorca (Bassa Verda de Ciutadella, Es Mal LLoc y Mongofre).

Grupo 0

contiene 12 localidades y 12 especies dominadas por *Chydorus sphaericus* y *Eucyclops serrulatus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>C. sphaericus</i>
91.6%	<i>E. serrulatus</i>
66.6%	<i>M. albidus</i>
50%	<i>S. vetulus</i>
41.6%	<i>T. prasinus</i>
33.3%	<i>P. aduncus</i>

§ = 4.4

Contiene localidades de escaso valor regional, aguas con ligera movilidad, alcalinas, encharcadas en los alrededores de

los embalses y albercas de la Serra de Mallorca, Eivissa y torrentes cársticos y algunos silícicos de Menorca. Normalmente en aguas permanentes. Esporádicamente se encuentra el harpacticóide *Bryocamptus pygmaeus*, común en aguas corrientes.

Grupo P

10 inventarios que contienen 23 especies se agrupan debido a la presencia de *Scapholeberis rammneri*, *Chydorus sphaericus* y *Daphnia longispina*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>S. rammneri</i> <i>C. sphaericus</i>
70%	<i>D. longispina</i>
60%	<i>T. ambigua</i>
50%	<i>O. tenuicaudis</i>
40%	<i>D. curvirostris</i> <i>D. bicuspidatus odessanus</i>
30%	<i>S. exspinosus</i> <i>M. viridis</i> <i>D. crassa</i> <i>P. aduncus</i>

§ = 7.2

En aguas de humedales de Menorca (s'Albufera de Mercadal, Tirant, Sa Cudia, Lluriach, Sa Torreta, Atalis), extensas, someras y con vegetación. *Acanthocyclops vernalis* aparece accidentalmente.

Grupo R

10 inventarios reúnen 21 especies en las que coexisten en todos los casos *Mixodiaptomus incrassatus*, *Daphnia atkinsoni*, *Alona elegans* y *Metacyclops minutus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>M. incrassatus</i>
	<i>D. atkinsoni</i>
	<i>A. elegans</i>
	<i>M. minutus</i>
50%	<i>C. quadrangula</i>
40%	<i>M. brachiata</i>
30%	<i>B. schaefferi</i>
	<i>L. acanthocercoides</i>
	<i>C. laticaudata</i>
	<i>Cyclops sp.</i>

§ = 7.6

Comunidad de aguas dulces turbias y temporales, en Mallorca (Garonda 2) y Menorca (Curniola, Torrellafuda, Binigafull y Son Blanc). Como especies características accidentales cabe citar los branquiópodos *Branchinecta ferox*, *Daphnia bolivari* y *Cyclops bucheti*.

Grupo S

8 inventarios y 18 especies forman un grupo debido a la presencia de *Ceriodaphnia quadrangula*, *Pleuroxus letourneuxi* y *Ephemeroporus phintonicus*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>C. quadrangula</i>
87.5%	<i>P. letourneuxi</i>
75%	<i>E. phintonicus</i>
62.5%	<i>M. chevreuxi</i>

37.5%	<i>A. wierzejskii</i>
	<i>D. crassa</i>
	<i>N. alluaudi</i>
25%	<i>A. azorica</i>
	<i>M. incrassatus</i>
	<i>L. mayeti</i>
	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>

§ = 6.4

Se trata igualmente de aguas temporales dulces, humosas, semiturbias o turbias, frecuentes en Lluçmajor (Sa Caseta, Betlem, Son Cugullut, Cas Frares, S'Aguila) y con una localidad en Menorca (Bassa Verda de Binissarmenya). *Macrothrix laticornis* aparece como especie característica de accidental.

Grupo T

5 localidades y 18 especies dominadas por *Pleuroxus letourneuxi*, *Dunhevedia crassa* y *Ceriodaphnia laticaudata*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>P. letourneuxi</i>
80%	<i>D. crassa</i>
	<i>C. laticaudata</i>
60%	<i>M. minutus</i>
40%	<i>N. alluaudi</i>
	<i>T. prasinus</i>
	<i>E. phintonicus</i>
	<i>B. schaefferi</i>
	<i>D. bicuspidatus odessanus</i>

§ = 7.2

Grupo formado por 5 charcas temporales de Lluçmajor (Cap Blanc, Cas Frares, Betlem).

Grupo V

9 inventarios y 13 especies con *Pleuroxus letourneuxi* y *Ceriodaphnia quadrangula*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>P. letourneuxi</i>
77.7%	<i>C. quadrangula</i>
66.6%	<i>M. minutus</i>
44.4%	<i>B. schaefferi</i>
33.3%	<i>A. elegans</i>

§ = 4.22

Comprende 2 localidades en Lluçmajor y 7 sobre las calizas miocenas de Menorca. Se trata de aguas temporales dulces transparentes de pequeñas dimensiones, sin contacto con suelos rojos que confieren turbidez.

Grupo Z

9 inventarios que engloban 7 especies, coexistiendo *Pleuroxus letourneuxi* y *Alona elegans*.

<u>Frecuencia, %</u>	<u>Especies</u>
100%	<i>P. letourneuxi</i>
	<i>A. elegans</i>
55.5%	<i>C. laticaudata</i>
	<i>M. minutus</i>

§ = 3.7

Dominan 6 localidades de aguas efímeras de Formentera (Ses Fontanelles, Porto Saler, Ses Quatra Boques), y alguna localidad de Lluçmajor y Menorca.

La mayoría de los grupos pueden asignarse a categorías de orden superior, y estas concuerdan plenamente con las grandes agrupaciones definidas para el conjunto de aguas de pequeño volumen ibéricas. Estas agrupaciones, al asimilarse a las correspondientes fitosociológicas, quedan al nivel jerárquico de alianza. Alonso (1985b) describe 6 grandes alianzas, características de distintos tipos regionales de aguas:

A) *DAPHNION LONGISPINAE*, en aguas permanentes, dulces o algo mineralizadas, con *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops serrulatus*, *Daphnia longispina*, y *Tropocyclops prasinus*; B) *SIMOCEPHALION VETULI*, en aguas dulces o algo mineralizadas, temporales y limpias, con *Simocephalus vetulus*, *Chydorus sphaericus*, *Megacyclops viridis*, y *Ceriodaphnia reticulata*; C) *MIXODIAPTOMION INCRASSATI*, en aguas dulces o algo mineralizadas, temporales y turbias, con *Mixodiaptomus incrassatus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Neolovenula alluaudi*, y *Metacyclops minutus*; *ARCTODIAPTOMION*, con dos subtipos: D) en aguas temporales, muy mineralizadas, pero no saladas, con *Daphnia magna*, *Arctodiaptomus wierzejskii*, *Simocephalus exspinosus*, y *Alona rectangula*, y E) *Arctodiaptometum salini*, en aguas temporales y saladas, con *Arctodiaptomus salinus*, *Cletocamptus retrogressus*, *Alona sp.*, y *Daphnia mediterranea*; F) finalmente en las salinas *ARTEMION*, con *Artemia salina*. Las alianzas A y B son las características de país húmedo, mientras que C, D, E y F lo son de regiones esteparias.

En las Baleares coexisten comunidades pertenecientes a las 6 alianzas descritas; la comunidad menos característica es el *Daphnion longispinae*, que en las islas ocupa las aguas de los embalses de la Serra y los numerosísimos estanques de irrigación, así como el litoral de aguas corrientes permanentes, principalmente los cauces permanentes de los valles encajados; correspon-

den a ella los tipos E (*Tropocyclopidetum prasini*) y O (*Chydoro-Eucyclopidetum serrulati*), ambas de tipo litoral, faltando las especies de diatómidos más características de esta alianza.

El resto de alianzas se distribuye siguiendo patrones regionales que en parte se corresponden con otras tantas agrupaciones de algas (Margalef, 1954).

En la tabla 2.7 se ordenan las comunidades baleáricas en las alianzas descritas. Algunos grupos o asociaciones se comportan como vicariantes unos de otros, si se atiende a su presencia o ausencia por islas; se debe al carácter vicariante o predominante de alguna de sus especies, como la predominancia de *Ceriodaphnia laticaudata* hacia la parte más meridional del archipiélago y de *Ceriodaphnia quadrangula* hacia la septentrional, dentro del M. *incrassati*. Opuestamente, se dan casos claros de vicarianza dentro de una misma agrupación, como la presencia de *Metadiaptomus chevreuxi* en las comunidades esteparias de Mallorca, y su ausencia o aparente sustitución por el oportunista *Arctodiaptomus wierzejskii* en Menorca.

2.1.5.1 Relación entre los grupos y los parámetros químicos

Una simple revisión de las agrupaciones surgidas tras el procedimiento estadístico, basado en la similaridad entre inventarios a partir de sus especies, permite distinguir grupos mayores bien estructurados que pueden definirse con el apoyo de la experiencia de campo y su comparación con esquemas jerárquicos ya establecidos en un marco geográfico más amplio. Aspectos de índole biogeográfico como la ausencia de determinadas especies en cada isla y su aparente sustitución por otras del mismo valor diagnóstico o por otras de mayor valencia ecológica permiten superar la aparente disgregación de algunos grupos y sumarlos en conjuntos indicadores de características ambientales comunes. En este apartado, una vez efectuada la construcción de unidades

TABLA 2.7. Número de localidades por islas (con uno o más inventarios) donde se reconoce cada una de las comunidades agrupadas por alianzas.

	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera
D. longispinae				
E	14	10	4	1
O	2	7	1	-
S. vetuli				
K	-	11	-	-
L	-	12	-	-
M	-	13	-	-
N	-	3	-	-
P	-	6	-	-
M. incrassati				
I	4	6	-	-
R	1	4	-	-
S	6	1	-	-
T	5	-	-	-
V	2	7	-	-
Z	2	1	-	6
A. wierzejski				
A	9	9	-	-
B	2	7	-	-
C	-	6	-	-
D	-	8	-	-
A. salini				
H	4	-	-	-
Artemion	2	-	1	2

genéricas a nivel de alianza, se intentará efectuar un test sobre el valor de las 18 agrupaciones inicialmente surgidas tras el clustering precedente, que a la vez permita unificarlos según el tipo de aguas al que puedan hacer referencia.

El hecho de asignar cada inventario a un grupo establecido mediante el clustering, permite utilizar el análisis discriminante para maximizar las diferencias entre estos grupos, esta vez en base a las características químicas de sus localidades. Se ha excluido el grupo H, perfectamente definido por la salinidad, que es el que reúne las aguas salinas con la mayoría de especies exclusivas o características de estos ambientes. Finalmente, las correlaciones elevadas entre parámetros químicos dificultan la interpretación de los resultados discriminantes, por lo que deben filtrarse previamente aquellos componentes

claramente correlacionados. De esta manera se han seleccionado los siguientes parámetros: conductividad, alcalinidad, calcio, magnesio, y potasio. La conductividad da cuenta de cambios parejos en la carga de cloruros y sodio principalmente. La matriz de correlaciones derivada de los 212 inventarios analizados es la siguiente (tabla 2.8):

TABLA 2.8. Correlaciones de los parámetros utilizados en el análisis discriminante.

	COND	ALC	Ca	Mg	K
COND	1.000				
ALC	.224	1.000			
Ca	.229	.182	1.000		
Mg	.520	.432	.513	1.000	
K	.302	.468	.341	.539	1.000

El cálculo de las funciones discriminantes lleva a una matriz de correlaciones entre las variables y aquellas (tabla 2.9):

TABLA 2.9. Correlaciones de las 4 primeras funciones canónicas (98.75% de la varianza). *, variable de mayor correlación con cada factor.

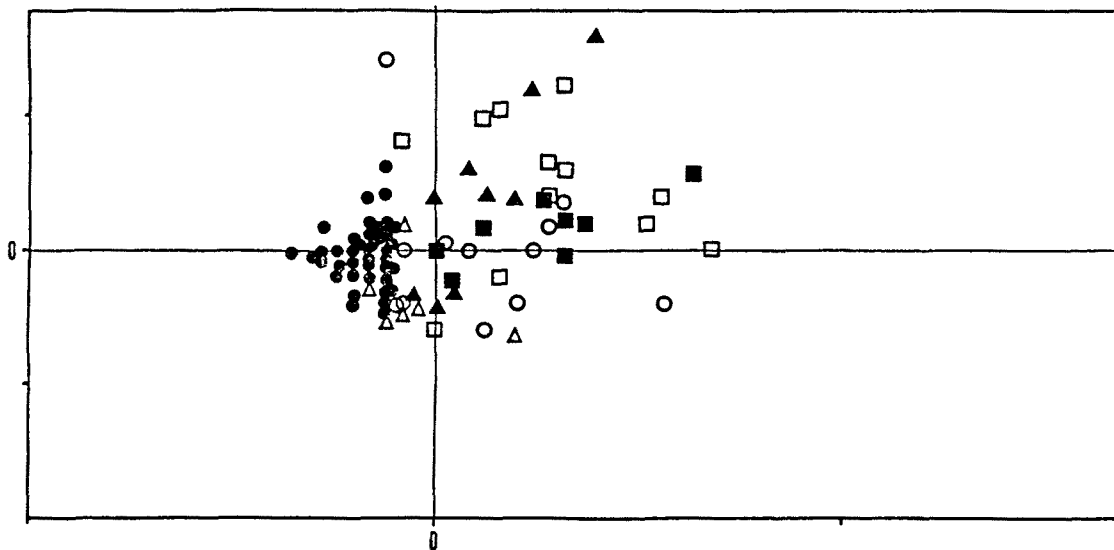
	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4
	43.85%	28.68%	20.50%	5.72%
Mg	.877*	-.009	.090	.465
ALC	.246	.680*	.576	.340
COND	.605	-.300	.644*	-.103
K	.115	-.221	.490	.813*
Ca	.310	.112	-.136	.646

En la figura 2.28 se proyectan en el plano F1/F2 los inventarios pertenecientes a las 17 subagrupaciones. Para cada uno de estos grupos puede definirse el espacio químico que ocupan, como sigue.

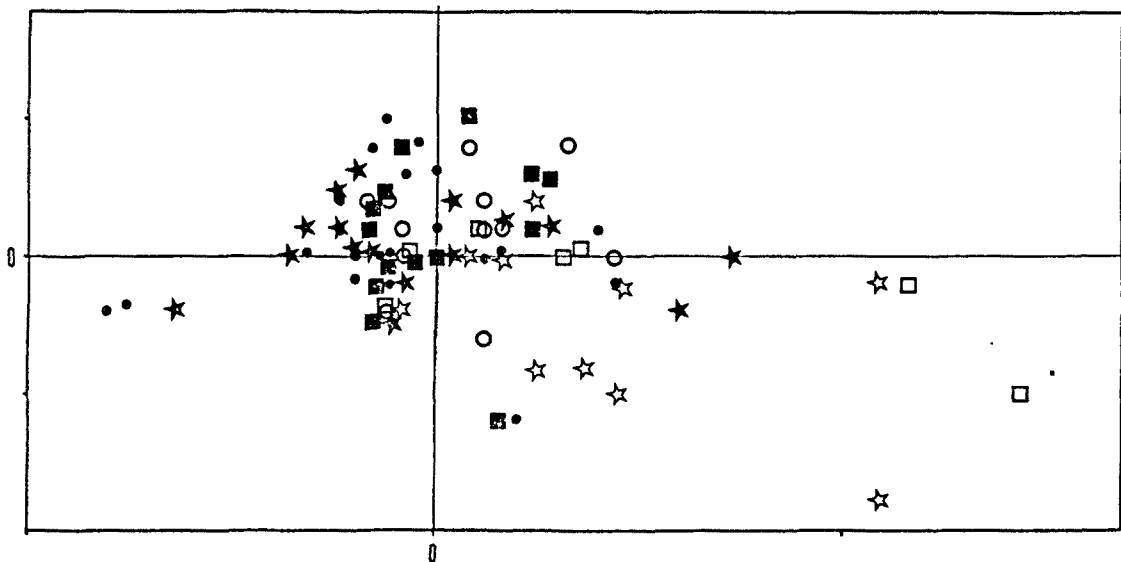
1.- Un conjunto muy relacionadas entre sí es el constituido por los grupos (i,s,t,v,z, r), representados en la gráfica por un único símbolo. Tradicionalmente constituyen la comunidad de aguas de clima árido y de aguas temporales más o menos enturbadas por arcillas en suspensión. En el eje FI ocupan el espacio definido químicamente por aguas principalmente de bajo contenido en magnesio. Este divalente posee no solamente mayor correlación que la conductividad sobre el primer factor canónico, sino también un coeficiente de carga mayor (1.11 frente a 0.21) sobre aquel factor, en referencia a las variables estandarizadas, y por tanto comparables. Además de su capacidad de flocular las arcillas, como divalente, junto al calcio, el magnesio es un elemento limitante para algunos cladóceros, como mostró experimentalmente Hutchinson (1933, 1967).

2.- Los grupos (k,l,m,n,p) conforman un espacio de ocupación uniforme triangular con un vértice crca del origen y una ocupación del espacio F1+/F2+. Se trata principalmente de la agrupación entre *Simocephalus vetulus*, *Megacyclops viridis* y *Chydorus sphaericus*. El grupo (n) es el de menor expansión hacia concentraciones crecientes de Mg y alcalinidad, y define aquellas localidades donde aparecen especies de quidóridos considerados de carácter estepárico, como *Alona iberica*, *Alona azorica* y *Dunhevedia crassa*, indicadoras de aguas dulces pobremente bicarbonatadas de la agrupación (pero con mayor contenido en Mg que las del *Mixodiatomion*). En aguas con aumento relativo de la alcalinidad se favorece la agrupación (p), con *S. rammneri*, mientras que en aguas con acumulación de magnesio derivado de sales fuertes se encuentra la agrupación (l), con *M. viridis*.

3.- En el conjunto de cuatro agrupaciones que definen el *Arctodiatomium wierzejski* s.l. (a,b,c,d), dos de ellas (c,d) están muy localizadas en el sector NE de Menorca, toda vez que en el plano F1/F2 indican elevado contenido en magnesio, y reducida reserva alcalina. Geográficamente esta área combina el



- , I-R-S-T-V-Z
- , K
- , L
- △, N
- ▲, P
- , M



- , E
- , G
- , D
- , B
- ☆, C
- ★, A

FIG. 2.28. Posición ocupada por los inventarios pertenecientes a cada una de las asociaciones surgidas mediante un análisis de agrupamiento, en un espacio I/II definido por los primeros ejes de un análisis discriminante efectuado sobre las características químicas de los medios y en base a las agrupaciones derivadas de su composición faunística. Arriba, grupos pertenecientes al *Simocephalon vetuli* y al *Mixodiaptomion*. Abajo, grupos pertenecientes al *Daphnion longispinae* y al *Arctodiaptometum wierzejski*. Ver texto.

efecto de la mineralización debido al impacto del viento de componente norte sobre tierras bajas no calizas en un sector favorable a la formación de balsas temporales fuertemente mineralizadas aunque no saladas. Los subgrupos (a,b) son menos definibles ecológica y geográficamente, y son expresión de agrupaciones oportunistas que solapan el espacio definido por otras comunidades más especializadas. Las agrupaciones (o,l), descritas por su ubicuidad y relativa dominancia en aguas fluyentes y estanques de regadío, sin formar unidades regionales importantes, llenan el espacio de las aguas bicarbonatadas escasamente mineralizadas y moderadas o pobres en magnesio.

2.1.5.2 Organismos indicadores

Una vez delimitados los principales parámetros que influyen la distribución ecológica de los crustáceos, se analiza el comportamiento especie por especie con el fin de descubrir el valor indicador sobre determinados rangos de aquellos factores. El método utilizado (Kadono, 1982) consiste en dividir para cada especie el total de muestras en dos subgrupos, aquellos en que la especie está presente y aquellos donde está ausente, tras lo que se realiza un test-t de comparación de medias. El análisis se realiza para aguas con menos de 5 mS/cm de conductividad, puesto que las aguas fuertemente mineralizadas y saladas arrastran gran número de correlaciones, reduciendo la sensibilidad del poder discriminante de las especies sobre los rangos de aguas dulces que son precisamente las que se pretende estudiar. Se han tomado como diferencias significativas entre la media de aguas ocupada por cada especie y las no ocupadas por la misma, las de $p < 0.05$ y $p < 0.01$. Las especies raras han sido generalmente excluidas por falta de significación de la media.

Los parámetros escogidos para testar el posible papel indicador de las especies son; conductividad, alcalinidad, Cl/SO_4 , Ca, Mg, y Ca/Mg. Ninguna especie es sensible a la relación Cl/SO_4 en el rango de variación que se dispone. Para las

demás concentraciones se han listado los resultados en las tablas 2.9 y 2.10.

Las especies del *Mixodiptomion* son indicadoras de bajo contenido en todos los parámetros y de una relación Ca/Mg elevada. En cambio algunas de las especies que se consideran propias de aguas mineralizadas, como las del *Arctodiptometum wierzejski*, no son buenas indicadoras sino más bien indiferentes a las concentraciones de sales, hasta tal punto que las concentraciones medias de las aguas ocupadas y las no ocupadas coinciden o son muy similares (*A. wierzejskii*, *D. longispina*, *D. magna*). Otras especies son indicadoras de mineralización (*Simocephalus* spp., *C. reticulata*, *E. serrulatus*, *C. sphaericus*, *S. rammneri*).

Unas pocas especies son indicadoras de valores bajos de alcalinidad y magnesio, siendo indiferentes a la conductividad: *D. atkinsoni*, *A. iberica* y *A. azorica*. *O. tenuicaudis* se muestra indiferente a la conductividad pero indicadora de concentraciones de magnesio por encima de lo esperado.

TABLA 2.10a. Diferencias para 4 factores entre las localidades donde se presenta cada especie y donde está ausente. Medias significativamente por debajo (-), p<0.05 y (--), p<0.01, o por encima (+) y (++) de las medias de las aguas no ocupadas.

	$\mu\text{S/cm}$	Ca		Mg	Ca/Mg
		meq/l			
<i>T. cancriformis</i>	156 (--)	2.48 (-)	.40 (--)	6.66 (+)	
<i>M. brachiata</i>	316 (--)	1.32	1.10 (--)	.94 (-)	
<i>M. chevreuxi</i>	320 (--)	1.99 (--)	.44 (--)	5.20 (++)	
<i>D. obtusa</i>	423 (--)	2.71	.90 (--)	4.05 (+)	
<i>A. elegans</i>	432 (--)	2.19 (-)	.77 (--)	3.64 (+)	
<i>M. minutus</i>	479 (--)	1.73 (--)	1.12 (--)	3.11	
<i>E. phintonicus</i>	489 (--)	1.80 (--)	1.31 (--)	4	
<i>L. mayeti</i>	497 (--)	2.21 (--)	.73 (--)	5.61 (++)	
<i>P. letourneuxi</i>	528 (--)	1.94 (--)	.98 (--)	3.60 (+)	
<i>M. incrassatus</i>	542 (--)	1.94 (--)	1.57 (--)	2.57	
<i>B. schaefferi</i>	583 (--)	2.22 (--)	.98 (--)	4.56 (++)	
<i>N. alluaudi</i>	587 (--)	1.52 (--)	.99 (--)	2.55	
<i>C. dubia</i>	620 (--)	1.95	1.33 (--)	1.51	
<i>A. iberica</i>	670	1.04	1.75 (-)	.70 (--)	
<i>D. atkinsoni</i>	674	1.70 (--)	.96 (--)	2.73	
<i>C. quadrangula</i>	797 (--)	2.15 (--)	2.51 (--)	2.84 (+)	
<i>M. hirsuticornis</i>	803	2.40	2.00 (-)	3.27	
<i>C. laticaudata</i>	862 (--)	2.83	2.37 (--)	2.78	
<i>L. acanthocercoides</i>	994	2.42 (-)	3.51	2.22	
<i>D. crassa</i>	1007	2.28 (-)	3.28	1.52	
<i>Cyclops sp.</i>	1197	3.19	3.94	2.79	
<i>A. azorica</i>	1282	2.15	2.34 (-)	1.26	
<i>P. aduncus</i>	1360	2.72	4.32	1.33	
<i>T. prasinus</i>	1386	2.90	5.55	1.16 (-)	
<i>M. albidus</i>	1440	2.77	4.64	1.36	
<i>D. longispina</i>	1458	4.10	5.12	1.41	
<i>A. wierzejskii</i>	1460	3.80	4.63	1.90	
<i>D. b. odessanus</i>	1475	3.57	5.28	1.61	
<i>A. affinis</i>	1639	3.68	5.31	.86	
<i>C. sphaericus</i>	1694 (++)	3.26	5.89 (++)	1.26 (-)	
<i>S. vetulus</i>	1808 (++)	3.96	6.58 (++)	.87 (--)	
<i>T. ambigua</i>	1842	5.06 (+)	5.74	.87 (--)	
<i>A. rectangula</i>	1860	2.01 (--)	5.85	1.93	
<i>S. rammneri</i>	1888 (+)	3.69	6.60	.49 (--)	
<i>E. serrulatus</i>	1951 (++)	4.75	7.18 (++)	1.10 (--)	
<i>D. magna</i>	1977	3.61	4.97	2.62	
<i>S. exspinosus</i>	2036 (++)	8.01	8.30 (++)	.64 (--)	
<i>C. reticulata</i>	2057 (++)	3.84	7.44 (++)	.64 (--)	
<i>D. tenuicaudis</i>	2067	4.95	7.71 (++)	.63 (--)	
<i>D. bisetosus</i>	2119	4.22	9.18	1.06	
<i>D. curvirostris</i>	2191	3.54	6.37	.68 (--)	
<i>M. viridis</i>	2252 (++)	6.02 (+)	8.09 (++)	.74 (--)	
<i>M. rubellus</i>	2560	2.39	7.32	.42 (--)	

TABLA 2.10b. Valores medios y sus niveles de significación (cf. tabla 2.9) para la alcalinidad.

alc, meq/l

A. iberica	.44 (--)
A. azorica	1.07 (--)
M. brachiata	1.32 (-)
E. phintonicus	1.81 (--)
N. alluaudi	1.89 (--)
M. minutus	1.94 (--)
D. atkinsoni	1.98 (--)
C. dubia	2.24 (-)
M. incrassatus	2.32 (--)
P. letourneuxi	2.37 (--)
A. elegans	2.41 (--)
L. mayeti	2.42 (-)
D. crassa	2.46 (-)
M. chevreuxi	2.54 (--)
M. hirsuticornis	2.66
B. schaefferi	2.71 (--)
T. cancriformis	2.91
C. quadrangula	3.01 (-)
L. acanthocercoides	3.25
A. wierzejskii	3.32
C. laticaudata	3.45
M. rubellus	3.55
D. b. odessanus	3.60
D. longispina	3.68
Cyclops sp.	3.73
D. magna	3.84
S. vetulus	3.87
C. sphaericus	4.05
E. serrulatus	4.11
M. viridis	4.15
A. rectangula	4.16
T. prasinus	4.28
M. albidus	4.28
C. reticulata	4.34 (+)
D. bisetosus	4.35
D. obtusa	4.42
S. exspinosus	4.50
S. ramneri	4.68
P. aduncus	4.85
A. affinis	4.96
O. tenuicaudis	5.10
T. ambigua	5.10
D. curvirostris	5.80

2.2 LIMNOFAUNA Y BIOGEOGRAFIA INSULAR

2.2.1 INTRODUCCION: ALGUNOS ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO DE LOS LAGOS COMO ISLAS

En los apartados precedentes se han descrito las comunidades de crustáceos utilizando métodos estadísticos de los que derivan hipótesis inductivas sobre la partición del (hiper)espacio ecológico. Existe un segundo tipo de aproximación en ecología descriptiva (Margalef, 1974) que se ocupa de elaborar hipótesis apriorísticas sobre la distribución de los individuos en especies (MacArthur, 1957; Preston, 1962). La teoría del equilibrio dinámico de la biogeografía insular (MacArthur & Wilson, 1963, 1967) se basa igualmente en la forma de las curvas de la distribución de especies en islas para proponer modelos basados en un escaso número de variables físicas, en particular área insular y distancia al área fuente. Bajo esta hipótesis, existe una renovación de unas especies por otras a causa de sucesivas colonizaciones y extinciones del área. Es sobre las tasas de colonización y extinción donde operan los factores físicos mencionados.

Simberloff (1974) reconoce diferentes niveles o escalas de interacción durante la colonización de un área insular. En una primera fase se alcanzan equilibrios de especies no interactivos, en el caso de colonizaciones aleatorias e islas pequeñas y con relaciones interespecíficas muy reducidas. En un segundo nivel, con escala de tiempo mayor, se dan procesos interactivos o asociativos, con resultados ordenables dentro de la teoría de la sucesión ecológica. Ambos niveles pertenecen a la biogeografía ecológica, y pueden describirse con los métodos de la ecología descriptiva. Un tercer nivel comprende procesos en los que interviene la selección natural y la evolución de las especies, del que se ocupa la biogeografía histórica.

Por la dificultad de medir colonizaciones y extinciones en islas reales, la teoría de la biogeografía insular se ha vertido sobre el estudio de pequeñas islas realmente experimentales (Schoener, 1974), o de ecosistemas-isla, en general emplazados en la primera fase no interactiva antes comentada. Uno de los ejemplos más atractivos es la consideración de los lagos, estanques y charcas como islas, algunos de cuyos resultados se comentan a continuación.

El elemento de azar en la colonización de las aguas dulces intentó ser sistematizado por Talling (1951), quien además de repasar los mecanismos de resistencia a la desecación y de dispersión pasiva, sugirió la existencia de factores locales tales como la edad, área y distancia respecto a otras charcas, que más tarde serían centro de atención de la biogeografía insular (MacArthur & Wilson, 1963). Talling se apercibe de la complejidad de la abordabilidad analítica del tema, pues el azar de la colonización se une a la heterogeneidad de factores y al grado de sucesión de cada sistema. Un primer rudimento de enfoque analítico se presenta al estudiarse grupos de estanques ("neighbouring ponds"). En ellos se reconoce que, a pesar de no poderse identificar diferencias ambientales, persisten composiciones faunísticas no idénticas, al menos reconocidas en algas y vegetación superior.

Las inundaciones periódicas sobre un sistema de lagunas derivadas de meandros (oxbow lakes) en la llanura aluvial de un río, crean condiciones y mecanismos de colonización y sucesión similares a las islas, en un tiempo menor. Así, Elgmork (1964) describe dos tipos de comunidades, "permanentes" o típicas de las lagunas, y las "comunidades de inmigración", supervivientes en un tiempo sucesivo a la inundación. La progresiva dominancia de la macrovegetación en los estanques aislados explica gran parte de los cambios en la composición zooplanctónica. Así se llega a reconocer la edad del sistema como factor clave de su biota,

aunque no sea posible discernir entre la edad en sí (acúmulo de especies) y el grado de sucesión. En cuanto a la distribución de especies en estos sistemas conectados de lagunas, su discusión se apoya en la teoría del nicho y la exclusión competitiva; así se da la competencia entre cladóceros y ciclópodos, ejemplificado por *Simocephalus vetulus* y *Megacyclops viridis* (Parker, 1960 en Elgmork, 1964), par de especies que precisamente da forma a una asociación característica (Margalef, 1983) presente en nuestras islas.

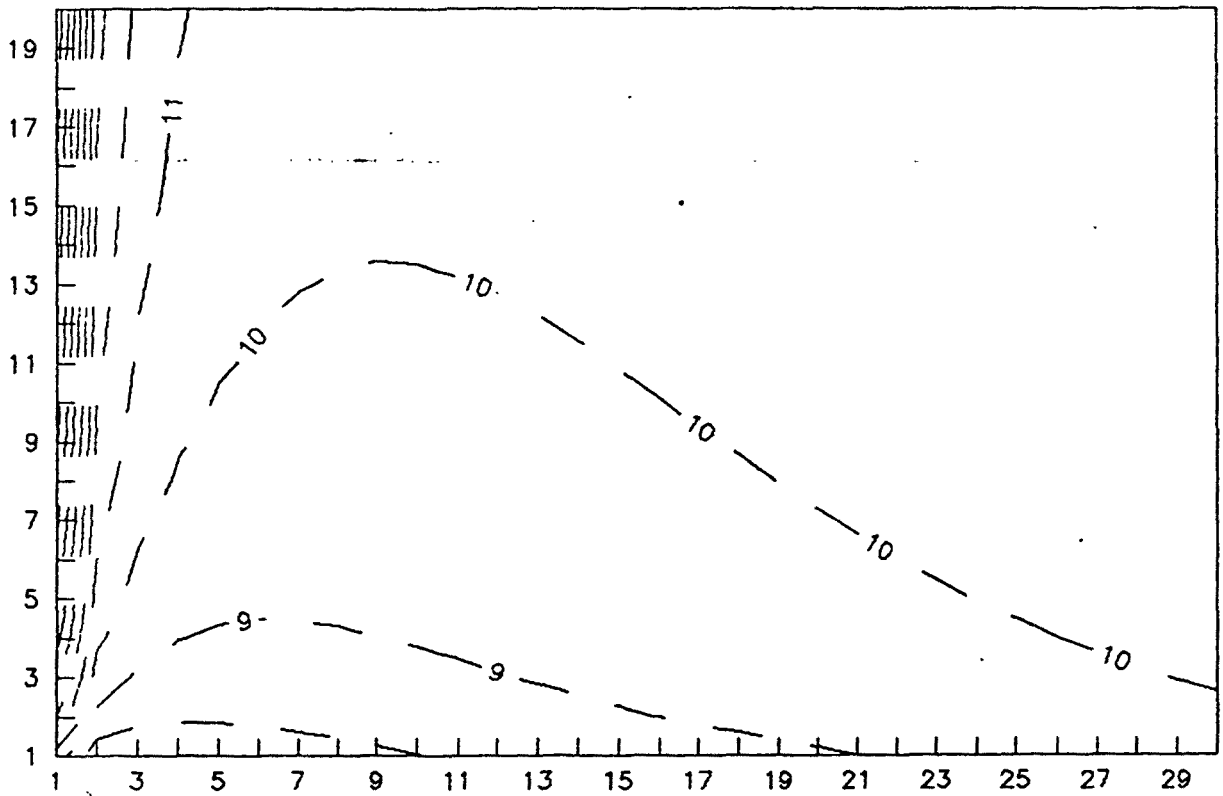
El estudio numérico del plancton de pequeños estanques tropieza con su gran fluctuabilidad, que hace que una combinación de especies y su abundancia en un tiempo dado "nunca ocurran de nuevo" (Elgmork, 1964), lo que, unido a los cambios físicos de tipo catastrófico, indica que los modelos para este tipo de plancton deban ser de no-equilibrio.

Otra perspectiva menos ambientalista pretende entender el número de especies S en el zooplancton de lagos a partir de la teoría del nicho de Levins que permite medir el solapamiento entre especies a partir de su abundancia relativa en distintas localidades (Lane, 1975).

La secuencia de embalses de un río o de lagos encadenados de alta montaña sugieren aproximaciones similares a las de MacArthur y Wilson (1967), a pesar de la unidireccionalidad de los flujos (Margalef y Armengol, 1976). Estos autores relacionan el número de especies de cada embalse con tres factores: área, edad y desarrollo del perímetro; un desarrollo elevado fomenta la invasión del plancton por la fauna litoral; su utilidad reside además en que es una función potencial de la superficie del lago, de manera que el modelo queda reducido a dos variables, edad y área:

$$N = 2.4 (\log S + (\log T + 3.3) / S)$$

N , total de especies; T , edad en años; S , área en Km^2



ESPECIES según Area(x) y Edad(y) del embalse

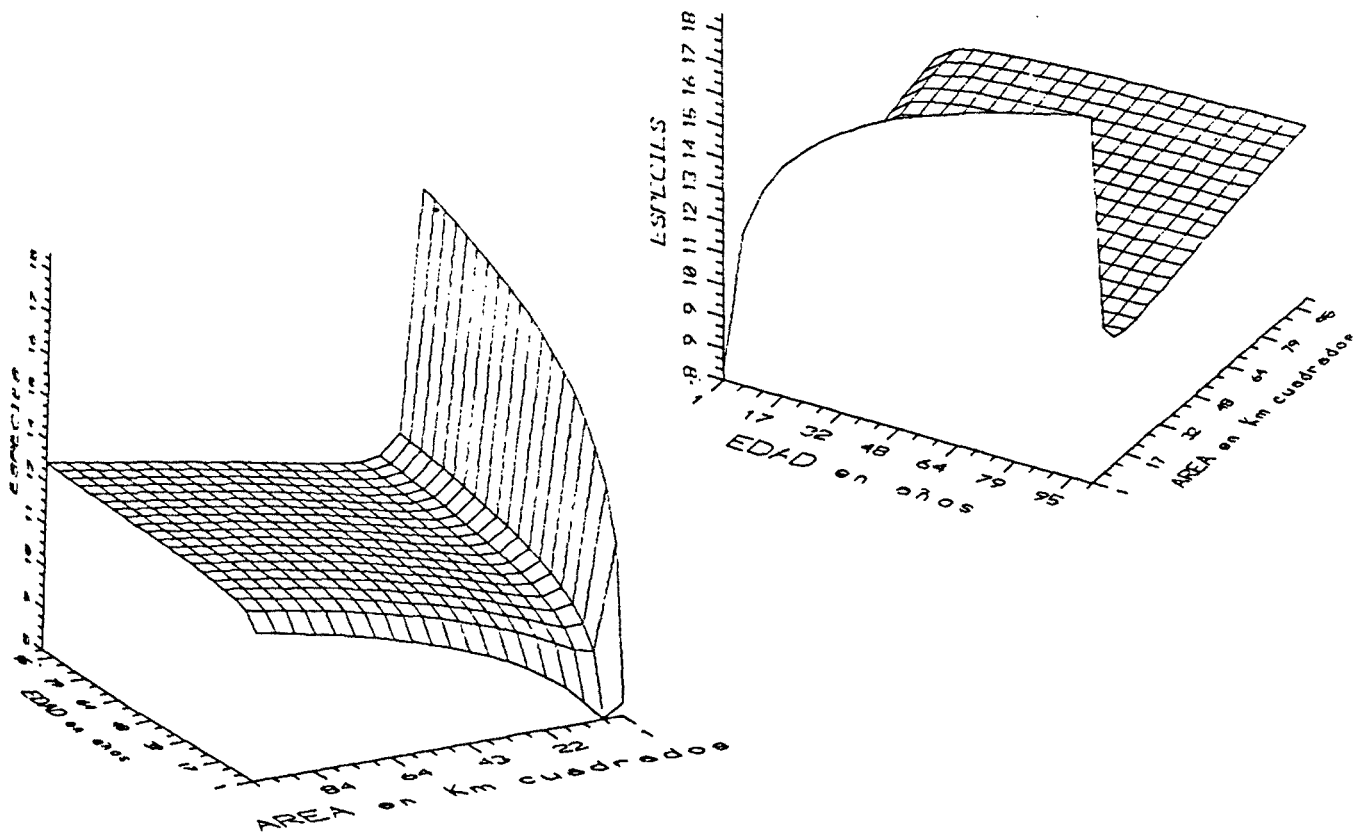


FIG. 2.29. Curva de Margalef y Armengol para el número de especies de crustáceos de un embalse.

Su representación gráfica (fig. 2.29) indica que a partir de superficies mayores a 2-3 Km² la variabilidad de S es muy pequeña respecto al área y la edad. Los embalses pequeños y antiguos tienden a presentar mayor número de especies que otros tipos de combinaciones de estos factores. Además, en embalses muy jóvenes existe un área intermedia, de 2 a 10 Km², con menor riqueza en especies que en áreas pequeñas o en las mayores. Esta regularidad debe ser expresión del doble efecto del área sobre el contingente de especies, y así deba existir un rango de áreas intermedias por debajo del cual impere el aporte de riqueza específica debido al litoral, y por encima el debido al área del sistema. En islas verdaderas puede tener su homólogo el efecto de los gradientes costeros sobre las comunidades vegetales de mayor a menor halofilia, determinando un aporte de riqueza mínimo, que, a diferencia de los lagos, ha de existir uniformemente en todo el rango de áreas insulares.

El estudio de estanques artificiales industriales, homogéneos en forma y tipo de lecho, se presta a la comparación de sistemas acuáticos similares y de diferentes edades (Barnes, 1983). Sin embargo, la complejidad de la sucesión, a través de la interacción biótica, hacen desaconsejables las aplicaciones del modelo de islas basado en procesos de inmigración y extinción dependientes sólo de cada taxon por separado. En realidad la probabilidad de extinción de cada especie cambia con la estructura del sistema, entrando en conflicto con los requisitos del modelo no-interactivo de la biogeografía insular.

El problema de la relación entre diversidad de crustáceos y tamaño de la masa de agua ha sido tratado con criticismo por Fryer (1985). Comparó el poblamiento de un par de centenares de estanques con el de los lagos; de entrada se reconoce la dificultad de medir debidamente los factores área y distancia a otros estanques, siendo variable con el tiempo la primera, y la segunda dependiente de la rigurosidad del inventario de sistemas

acuáticos. Fryer considera igualmente que Margalef y Armengol (1976) el significado del desarrollo del perímetro en la riqueza en especies.

El tercer aspecto crítico consiste en que las grandes masas de agua no se comportan como reservas de especies para las pequeñas charcas, como sucede en la relación continentes-islas verdaderas, pues su edad nunca es muy avanzada para tal función. En realidad existen islas, y como tal empobrecidas, porque hay viejos continentes suministradores de especies. No existen en cambio viejas masas de agua, al menos extensamente repartidas en el mundo.

Los resultados de Fryer no son muy esperanzadores en el estudio de las charcas como islas mediante regresiones estadísticas de la relación especies/área, aunque es posible distinguir al menos una regularidad, que consiste en un aumento gradual, aunque con mucha dispersión de los puntos, del número de crustáceos respecto al área, relación que mejora considerando exclusivamente el número de especies de quidóridos; pequeñas superficies del litoral de lagos continen más especies -7.53 en promedio- que extensiones homólogas en pequeños estanques -1.11 en promedio-; sin embargo, la discusión de este fenómeno no ofrece una explicación apropiada relacionada con la depredación o la riqueza en microambientes; en parte puede deberse a que, a igualdad de edades, si la dispersión es al azar, la probabilidad de una masa de agua de ser colonizada está directamente relacionada con su tamaño; para estanques y lagos de edades similares, los de mayor tamaño es de esperar que tengan faunas de quidóridos más ricas.

Siguiendo a Fryer, las especies no se distribuyen aleatoriamente en pequeños y grandes cuerpos de agua: 6 especies por lo menos se ubican exclusivamente en el litoral de lagos y no en las lagunas, entre ellas *Pseudochydorus globosus* y *Pleuroxus*

uncinatus, y menos explícitamente *Pleuroxus laevis*, *Peracantha truncata*, *Graptoleberis testudinaria*, *Alona costata*, *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Acroperus harpae* y *Eurycercus lamellatus* (Fryer, 1985). Excepto *A. affinis* el resto de especies no está presente en las aguas dulces de Baleares de características parecidas a las estudiadas por Fryer.

Por el contrario, este autor presenta una lista de crustáceos con mayor poder de colonización de nuevos ambientes, con tiempos mínimos de llegada del orden de meses, muy sugestiva para entender el poblamiento de las aguas baleáricas afines al tipo de aguas de clima húmedo de Fryer, la Sierra Norte de Mallorca y la comarca septentrional de Menorca. Además de numerosos ostrácodos, consta de los siguientes cladóceros y copépodos (remarcados los presentes en Baleares):

- **Daphnia magna*
- **Daphia curvirostris*
- **Daphnia longispina*
- **Chydorus sphaericus*
- Eudiaptomus gracilis*
- Eucyclops agilis*
- **Diacyclops bicuspidatus*
- **Diacyclops bisetosus*
- **Acanthocyclops vernalis*
- **Megacyclops viridis*
- **Cyclops strenuus*
- Cyclops vicinus*
- **Cyclops furcifer*
- **Paracyclops fimbriatus*
- **Canthocamptus staphylinus*

La mayor parte de las hipótesis de la teoría insular de los sistemas acuáticos sólo han podido contrastarse mediante experimentos, puesto que las distribuciones en la naturaleza están fuertemente afectadas por la variabilidad espacial y estacional. Maguire (1963) diseñó experimentos rigurosos de colonización de pequeños recipientes ubicados a distancias controladas de sendos estanques o áreas fuente en Texas y Colorado, e igualmente distanciados regularmente del nivel del

suelo; su colonización por rotíferos y organismos unicelulares llevó a remarcar, a través del uso de índices de vagilidad y afinidad, la importancia del viento y la lluvia, así como el efecto de los mapaches, en determinar el enrarecimiento de la colonización de las cubetas más elevadas sobre el suelo y las más distantes al estanque.

El uso experimental de cubetas al estilo de Maguire, introduciendo además diferentes tamaños de las mismas, y el seguimiento de su composición algal llevaron a Dickerson & Robinson (1985) a contrastar los principales supuestos de la teoría de MacArthur y Wilson; su trabajo contribuye a esclarecer el efecto del área, la tasa de renovación de especies y el efecto de distancia o insularidad sobre la evolución del poblamiento acuático. Las principales conclusiones confirman por una parte la teoría del equilibrio, al llegarse a estadios de colonización donde el número de especies S fluctúa sin incrementarse gradualmente, tras un periodo inicial en que aumenta paulatinamente la riqueza específica (fase no-interactiva), hasta valores superiores incluso a los de la fase de equilibrio; este máximo intermedio parece deberse a la falta de interacción derivada de la no saturación de las poblaciones ($N \ll K$).

Estos experimentos revelan la existencia de una elevada tasa de extinción y de renovación en la fase de equilibrio. Al mismo tiempo no se confirma el efecto proporcional del área sobre la riqueza en especies, siendo más ricos los recipientes menores, a igualdad del resto de condiciones. Por tanto, se concluye que, a través del cambio de condiciones debido a la relación superficie volumen de los recipientes, es en realidad el cambio en la diversidad ambiental el que consolida la relación general especies-área, y no el área en sí; la teoría insular, en cambio, supone un efecto directo del área sobre la riqueza en especies, deducible de la mayor cantidad de individuos que un área mayor puede contener, favorecida además por la mayor probabilidad de recibir propágulos que se diseminen al azar.

Igualmente el efecto insularidad o distancia, aunque se comprueba existente, reduciéndose el total de especies con la distancia al estanque, parece deberse más al aumento de especies "transeúntes" en las cubetas próximas al mismo que al del establecimiento de verdaderas especies colonizadoras.

Parecen posibles nuevos enfoques alrededor de la biogeografía insular de las aguas estancadas cuando se trata un nivel jerárquico superior, el nivel de 'archipiélago'. En los próximos apartados se aplican los métodos de la ecología descriptiva a este nivel de complejidad, esto es, al conjunto de charcas de cada isla tomado como unidad; se pretende que la caracterización, mediante índices, de un pattern o distribución actual de especies en islas (=charcas o inventarios), permite reconocer en cierta manera las características del proceso de colonización, del que se quiere estimar su edad relativa (grado de equilibrio, madurez). Se exploran dos tipos de aproximaciones: una analítica, basada en cómo se reparten en el espacio las especies tomadas de dos en dos (apartado 2.2.2); y una sintética, describiendo la evolución espectral y temporal de algunos índices de diversidad (apartado 2.2.3). Estos últimos se basan en la diferente frecuencia de aparición de cada especie en el total de localidades inventariadas.

2.2.2 RECONOCIMIENTO DEL GRADO DE ASOCIACION EN COMUNIDADES DESDE UN PUNTO DE VISTA ESTADISTICO

Al estudiar el número S de especies en cada charca para un grupo regional de aguas, puede resultar interesante la distribución de cada especie en relación a las restantes, en particular cómo se comportan los subgrupos formados por pares de especies. La distribución de las especies S de una taxocenosis homogénea (paseriformes, hormigas, entomostráceos) en un conjunto de islas igualmente homogéneas ecológicamente, permite construir una relación del número de pares de especies que nunca aparecen reunidas frente a las que lo hacen un número 1, 2, .. I de ocasiones. El cálculo probabilístico de que un determinado

apareamiento nunca observado sea debido al azar es sencillo; por ejemplo, si de 50 localidades la especie A vive en 11 de ellas, y la especie B en 18, y ninguna de las cuales es una de las once primeras, la probabilidad de que se deba al azar es

$$\frac{\begin{matrix} \lceil 50 \rceil & \lceil 39 \rceil \\ \lfloor 11 \rfloor & \lfloor 18 \rfloor \end{matrix}}{\begin{matrix} \lceil 50 \rceil & \lceil 50 \rceil \\ \lfloor 11 \rfloor & \lfloor 18 \rfloor \end{matrix}} = 0.0034$$

Esta cifra podría usarse a favor de sostener una fuerte exclusión competitiva entre ambas especies. Sin embargo, las 50 especies en juego pueden formar teóricamente hasta 1225 pares de especies, de manera que ha de esperarse que algunos de los pares no lleguen a formarse si las especies se distribuyen con independencia entre sí. El ejemplo desarrollado en este caso sigue la idea presentada por Connor y Simberloff (1979), quienes simularon el conjunto de avifauna de cierto número de islas oceánicas estudiado por Diamond (1975) y mostraron similares resultados en cuanto a número de apareamientos ausentes entre una simulación al azar y los datos de observación. Así refutaron la creencia en ciertas reglas causales que parecían regir la distribución de aquella avifauna. Se han desarrollado hipótesis nulas tanto para tratar las frecuencias de aparición de pares de especies (modo R) como para calcular el número de especies compartidas esperadas entre pares de islas (modo Q). Con el último análisis se ha llegado a demostrar la aleatoriedad en las distribuciones de floras y faunas de invertebrados en distintos archipiélagos, mientras que la distribución de vertebrados terrestres, y particularmente aves, es resultado de los efectos de la exclusión competitiva (Simberloff, 1978). En el siguiente apartado se utiliza la matriz en modo R para varios conjuntos taxonómicos y geográficos con el fin de comparar entre sí el diferente grado de asociación de las especies e intentar de esta manera concebir si la distribución de especies en localidades obedece más a una situación "estructural" (comunidades indicado-

ras) o "coyuntural" (aleatoriedad o ordenación simplemente derivada de la desigual frecuencia de aparición de las especies).

2.2.2.1 Modelo aleatorio: simulación de una hipótesis nula

Se entiende por hipótesis nula aquella construcción de una distribución de especies en inventarios o islas que no obedece a ninguna causalidad constante, de manera que puede simularse a partir de la generación de números al azar. Para posibilitar una comparación con los datos de observación, dicha simulación puede estar sometida a las restricciones derivadas del caso real:

1. definición del total de especies en juego S , del total de inventarios I , y de la frecuencia de cada especie.

2. definición de la riqueza de cada inventario, al obligarle a asumir la riqueza S_i correspondiente a la del inventario real.

Las simulaciones que siguen sólo tienen en cuenta el primer tipo de restricciones, dejando como resultado de procesos al azar el número de especies final de cada inventario. De esta manera interesa comprender el significado del distinto número de especies en cada ambiente acuático, en relación con su nivel de sucesión o antigüedad.

Mediante programación se introducen aleatoriamente presencias sucesivas de especies sobre una matriz inicialmente vacía de especies/inventarios. Cada número al azar generado corresponde a una casilla de la matriz, donde transforma en "1" su valor, inicialmente "0", excepto en el caso de que la especie ya esté presente en tantos otros inventarios como los correspondientes de la observación real. Paralelamente se construye una matriz homóloga correspondiente a los datos de observación. Tras completar ambas matrices, se pasa a calcular en ambas y por separado las frecuencias de aparición de pares de especies. Cada dos especies i y j tienen una determinada frecuencia de aparición, lo que permite clasificarlas en una clase de frecuencia

determinada; se tiene así un histograma donde el eje de abscisas son 0,1,2,3, ..., n inventarios de aparición de pares de especies, y en las ordenadas se expresa el número de pares de especies que aparecen precisamente en cada una de aquellas clases.

Se presentan los resultados concernientes a la simulación de la colonización del modelo al azar comparado con las observaciones reales para 4 tipos de agrupaciones de especies (fig. 2.30, 2.31): (1a) una comunidad natural de crustáceos, el *Mixodiaptomion*, de la península ibérica. Se han agrupado todos los inventarios que contienen *Mixodiaptomus incrassatus* (en Alonso, 1985); (1b) una taxocenosis, la de los eufilópodos ibéricos recogidos en el mismo autor, comprendiendo los anos-tráceos, concostráceos y notostráceos; (2a) un área geográfica homogénea ecológicamente, el llano de Lluçmajor con sus balsas periódicas, y (2b) un área geográfica heterogénea como la isla de Mallorca, comprendiendo su parte montana y sus aguas salobres, además de las aguas de llanura. La falta de ajuste entre observación y simulación al azar contiene información referente a las características de los grupos de especies comprendidos en las 4 categorías estudiadas.

Al comparar la relación entre la frecuencia de parejas que no llegan a darse (clase $x=0$) y la suma de las que existen al menos en un inventario, pueden darse dos tipos de situaciones diferentes a la aleatoria:

1. La clase 0 contiene una frecuencia mayor de ausencias que la esperada. Es atribuible a que se están tratando conjuntamente dos o más comunidades diferentes; en el siguiente ejemplo se observa que es el resultado de englobar nuevos inventarios adicionales que contienen nuevas especies:

matriz inicial

matriz considerando una nueva comunidad

I

```
1000111 | 1000111 000000 ----- ceros de aparición obligada
S 0110010 | 0110010 000000
1011011 | 1011011 000000
|
| 0000000 101000
| 0000000 100111 nueva comunidad
| 0000000 010100
|
```

aumenta el número de parejas ausentes

2. La clase 0 contiene un número menor de ausencias que la esperada. Resulta del hecho de que las especies tienden a concentrarse en unos inventarios más que en otros -o también que el muestreo ha sido más intensivo en unas localidades que no en otras-. Cuando este resultado se da dentro de los límites de una comunidad bien definida, como ocurre en el *Mixodiptomion*, se deduce que los inventarios más ricos en especies no acumulan cualquier colección al azar de las mismas, sino que, a mayor riqueza en especies en ciertos inventarios, éstos poseen las mismas especies entre sí, no difiriendo tanto como los inventarios más pobres. Por tanto, queda expresada la sucesión, con mayor homogeneidad, y por tanto mejor expresión de la fidelidad de las especies a lo largo de la misma. La frecuencia de aparición de dos especies cualesquiera distribuidas al azar depende de su frecuencia de aparición individual respectiva. Se conserva, como restricción impuesta a la simulación, la frecuencia real observada de cada especie; por ello la variable aleatoria "frecuencia de pares de especies" no sigue una distribución al azar (Poisson) sino de contagio. Por ejemplo se tienen los siguientes valores para la media M , varianza V y

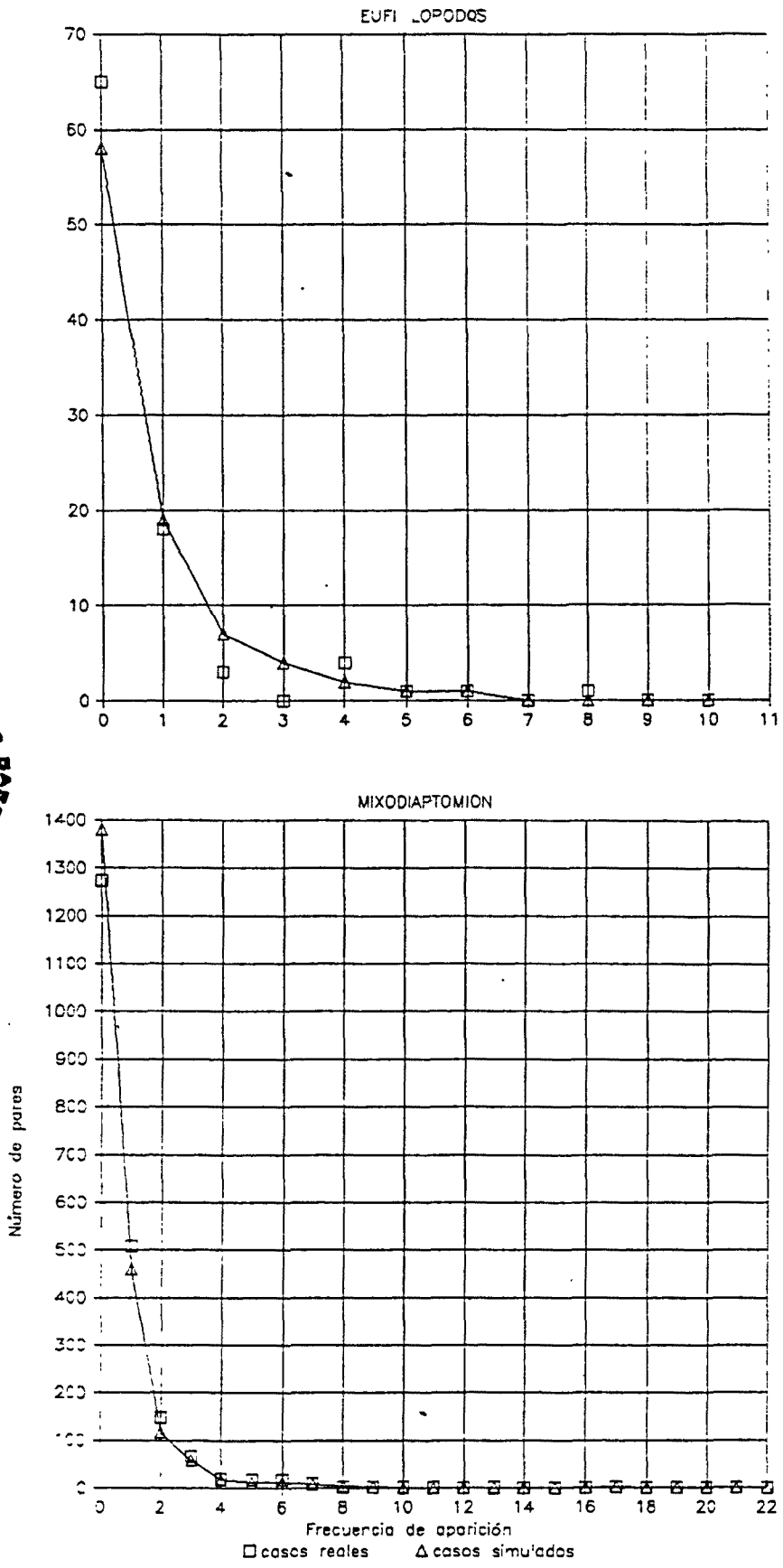
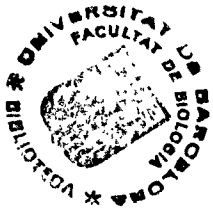


FIG. 2.30. Frecuencias de aparición de pares de especies pertenecientes a una taxocenosis (eufilópodos) y una biocenosis (*Mixodiaptomion*).

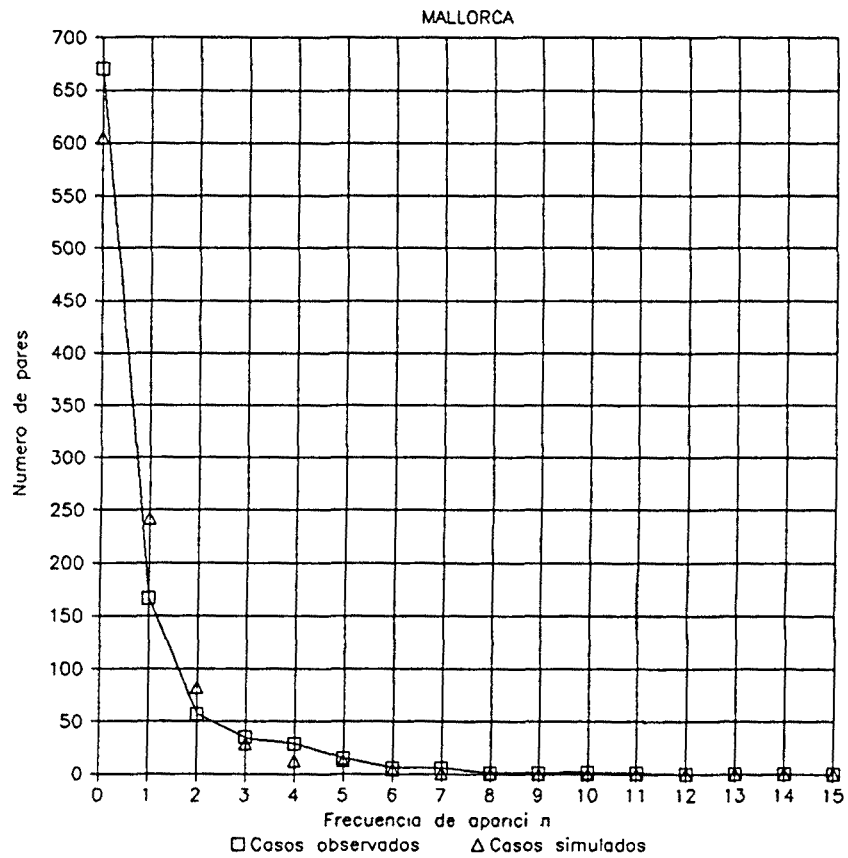
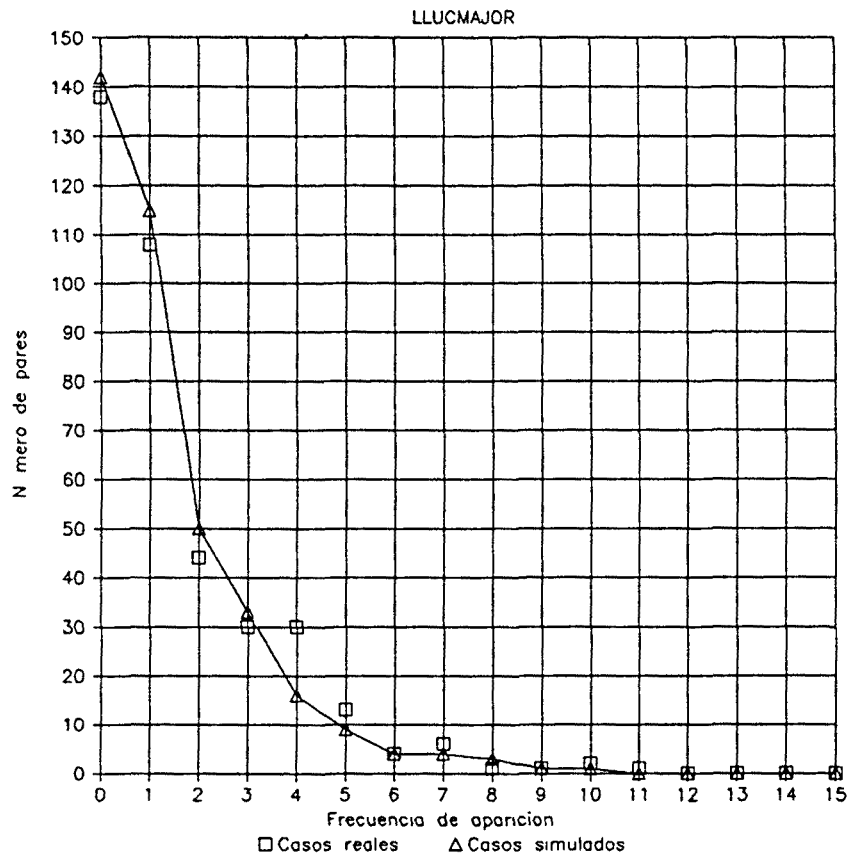


FIG. 2.31. Frecuencias de aparición de pares de especies pertenecientes a un área ecológicamente homogénea (Llucmajor) y otra más amplia (Mallorca).

cociente M/V de dos distribuciones observadas y simuladas (Hip. nula):

	M	V	M/V
Eufilópodos			
Hip. nula	0.637	1.076	0.59
Observados	0.560	0.993	0.56
Mixodiaptomion			
Hip. nula	0.625	2.095	0.29
Observados	0.746	2.470	0.30

El aspecto que interesa contrastar estadísticamente es el de las frecuencias para la clase 0 (pares de especies ausentes) y las de todas las presentes reunidas (1 grado de libertad). Simulaciones reiteradas en 10 ocasiones dan desviaciones típicas de las frecuencias esperadas de la clase cero del orden del 1%, por lo que en este nivel de exploración se trabaja con una única simulación por cada caso. Bajo el nivel de significación del 5% de error puede trazarse una divisoria entre aquellos procesos de colonización debidos al azar y los resultados de otros mecanismos causales.

En la tabla 2.11 se listan los resultados de observación y simulación efectuados sobre (1) tres grupos taxonómicos, branquiópodos y copépodos, rotíferos (De Manuel, 1990) y heterópteros y coleópteros adultos (Pons, 1987), todos colectados en Menorca, y (2) tres áreas geográficas ecológicamente uniformes, el llano de Lluçmajor, el sector silíceo mineralizado de Menorca, y los lucios del Coto de Doñana (Armengol, 1976).

La comparación entre grupos taxonómicos lleva a concluir que existen comportamientos particulares para cada uno. Únicamente en los crustáceos se mide un mayor y significativo número de ausencias de pares de especies, lo que revela que son sensibles indicadores ecológicos y que su dispersión entre charcas está bloqueada por la existencia de asociaciones

TABLA 2.11. Frecuencias de aparición de pares de especies para diferentes grupos taxonómicos en Menorca (arriba) y para tres áreas geográficas (abajo). La significación entre casos observados y simulados se mide por una chi-cuadrado.

Clase de frecuencia	Crustáceos	Rotíferos	Insectos
	Frecuencias observadas/esperadas		
0	707 / 631	803 / 835	1955 / 2253
1	183 / 229	209 / 192	743 / 635
2	83 / 123	39 / 35	247 / 167
3	55 / 57	14 / 10	101 / 52
4	28 / 29	8 / 6	51 / 23
5	25 / 26	3 / 1	21 / 12
6	12 / 12	2 / 1	14 / 8
7	8 / 8	0 / 0	11 / 5
8	5 / 3	1 / 0	3 / 2
9	6 / 4	1 / 0	5 / 1
10	4 / 2	1 / 0	3 / 1
resto	12 / 4	0 / 0	6 / 0

chi-cuadrado p < 0.01 p < 0.05 p < 0.01

Clase de frecuencia	Llucmajor	Tramuntana	Doñana
	Frecuencias observadas/esperadas		
0	138 / 142	424 / 418	835 / 917
1	108 / 115	147 / 145	453 / 417
2	44 / 50	31 / 47	118 / 116
3	30 / 33	24 / 27	63 / 48
4	30 / 16	15 / 13	39 / 26
5	13 / 9	9 / 4	15 / 6
6	4 / 4	6 / 3	8 / 6
7	6 / 4	4 / 3	5 / 2
8	1 / 1	2 / 4	3 / 0
9	1 / 1	2 / 1	0 / 2
10	2 / 1	0 / 1	0 / 0
resto	1 / 0	2 / 0	1 / 0

chi-cuadrado p < 0.75 p < 0.75 p < 0.01

adaptadas a los tipos de medios acuáticos.

Rotíferos e insectos muestran una menor frecuencia en la clase cero, esto es, hay más frecuencias de pares de especies que las esperadas. Se interpreta como debido a que existen localidades donde se concentra mayor número de especies, y que

este efecto no está controlado por la afinidad entre aquellas especies, sino por el azar. Es por tanto consecuencia de la mayor estabilidad de ciertas localidades, que acumulan aleatoriamente mayor número de especies ("refugios"), lo que aumenta el número de apareamientos reales posibles. De este tipo de distribución se deduce que dominan las colonizaciones aleatorias, no controladas excesivamente por otros factores ambientales que los derivados de la diferente estabilidad de los medios acuáticos. En los insectos este tipo de comportamiento acumulatorio está mucho más marcado ($p < 0.01$), mientras que en los rotíferos la situación es intermedia con un modelo completamente aleatorio ($0.01 < p < 0.05$).

El segundo tipo de simulaciones comparan el comportamiento de los crustáceos en diferentes áreas geográficas. Las especies que ocupan las áreas ecológicamente homogéneas de Lluçmajor y de la comarca silícica de Menorca muestran distribuciones de pares de especies indiferenciables del modelo aleatorio ($p < 0.75$): no se segregan en comunidades ni se acumulan en determinados inventarios. De ellos se espera una colonización aleatoria. Los crustáceos procedentes de una recolección intensiva en los lucios de Doñana no indican tampoco que exista segregación en diferentes comunidades, aunque sí la existencia de acumulaciones de especies en algunos inventarios con diferente estadio de la sucesión.

El resultado generalizable de este tipo de cálculos es que permiten describir comparativamente si, en una distribución de especies en un número de localidades, predominan los determinantes ecológicos (diferentes comunidades), históricos (acumulaciones en inventarios privilegiados) o aleatorios. Prueba de ello es que las frecuencias de apareamiento disminuyen al máximo (fuerte segregación ecológica) cuando se contrastan áreas muy heterogéneas (crustáceos en toda Mallorca o Menorca: $p < 0.001$). Su uso para niveles intermedios de heterogeneidad ecológica puede resultar útil para comparar entre conjuntos taxonómicos cuales son las facilidades de intercambio de sus especies entre las localidades de una determinada región.

2.2.3 CONTRIBUCION A LA ECOLOGIA DESCRIPTIVA DE LA INSULARIDAD

El presente apartado trata de la utilización del índice de diversidad como descriptor sintético de la distribución de las especies según su frecuencia de aparición en las localidades inventariadas. En primer lugar se utiliza la curva especies/inventarios para valorar la bondad o representatividad del muestreo, y se calculan las diversidades de las distribuciones observadas. En segundo lugar se intenta una simulación de la evolución en el tiempo del índice de diversidad durante un proceso de colonización sometido a diferentes restricciones, con la pretensión de hallar índices descriptores de las sucesivas etapas de la colonización de un sistema insular.

2.2.3.1. Representatividad del muestreo

Para estimar el grado de representatividad del total de especies halladas se ha utilizado la variación del número de especies de crustáceos conforme aumenta el número de inventarios (fig. 2.32); analizando la recta de regresión por mínimos cuadrados de los logaritmos de ambas variables, se observa un parecido en las curvas, con el mayor crecimiento al principio de la serie. Es esperable que las pendientes de las rectas de regresión estén en relación directa con el número máximo de especies halladas, puesto que éstas ocupan un amplio rango que va de 9 en Formentera hasta 95 en 90 inventarios tomados al azar para Península Ibérica (Alonso, 1985b).

Para una misma área, en este caso Menorca, pueden compararse las curvas especies/inventarios para los mismos tres diferentes grupos zoológicos examinados en el apartado precedente. Crustáceos (branquiópodos y copépodos) e insectos (heterópteros y coleópteros) tienen pendientes parecidas, alrededor de 0.3; el número de rotíferos crece más rápidamente, con una pendiente de 0.51, que lleva a superar el número de especies de crustáceos a partir del estudio de una veintena de inventarios.

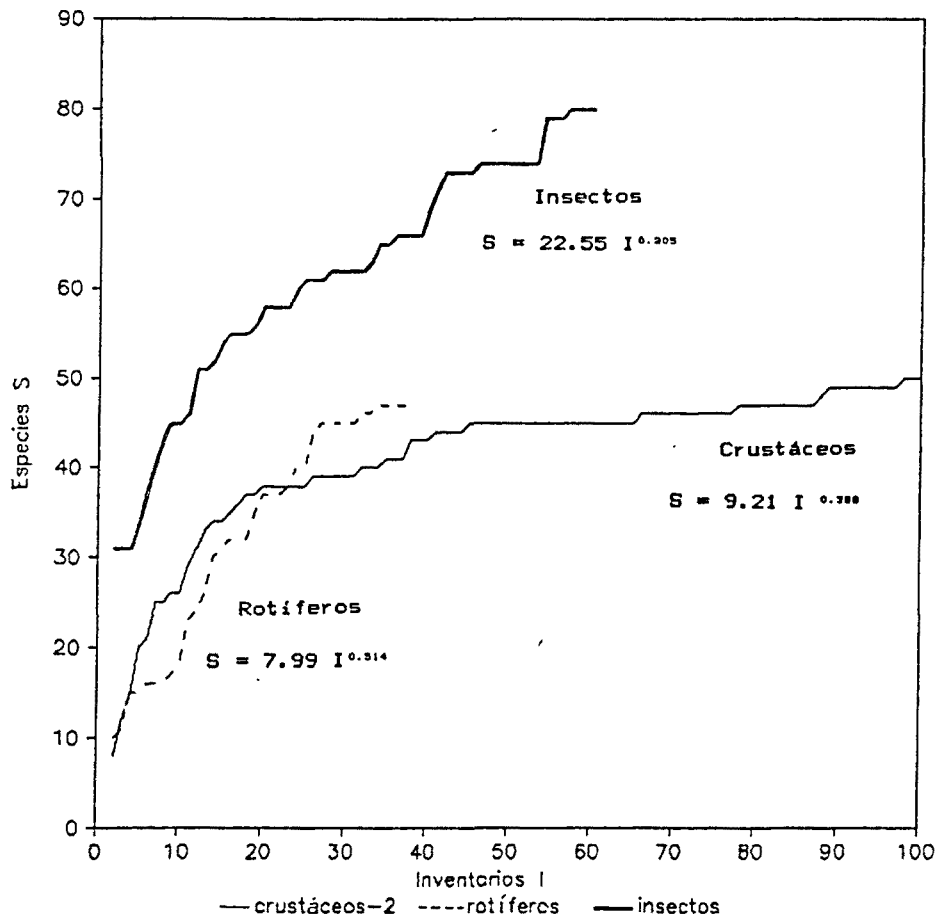
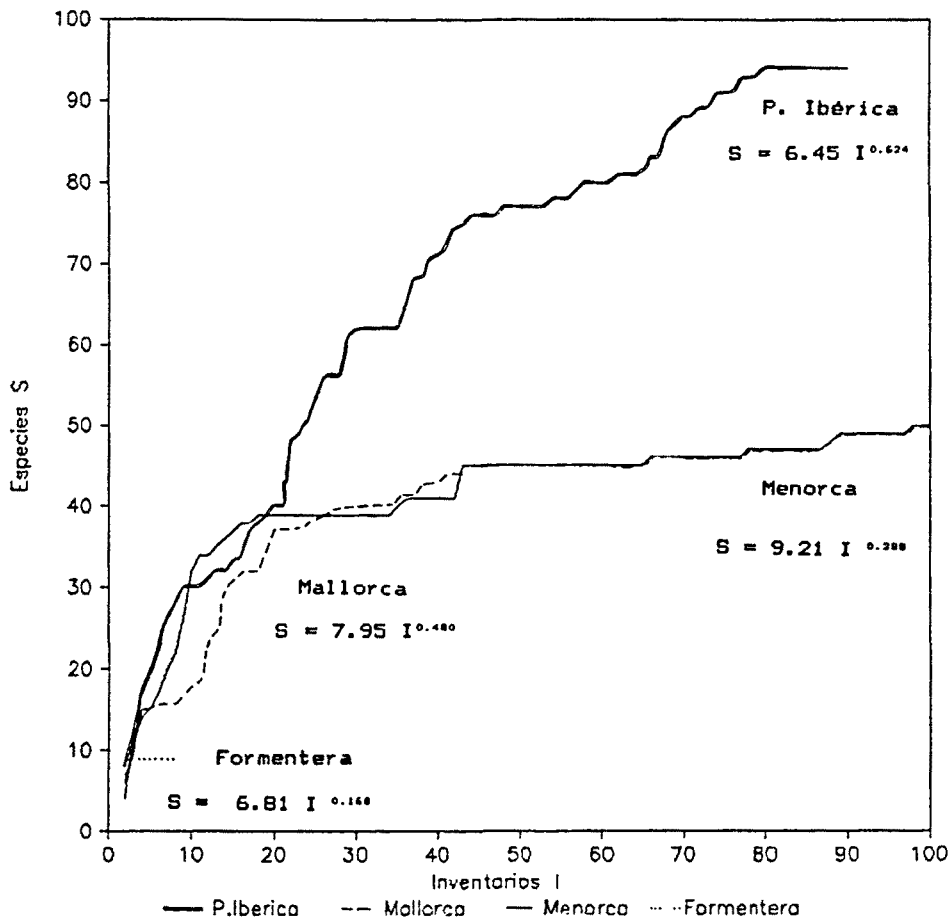


FIG. 2.32. Forma en que aumenta el número de especies al comprender mayor número de inventarios, para los crustáceos de áreas geográficas, y para tres grupos zoológicos en una misma área (Menorca).

El número de especies promedio de crustáceos presentes en un inventario se sitúa sobre valores próximos tanto para las islas como para la masa continental, siendo en promedio algo más de 5 especies por inventario. Este dato refuerza la comparabilidad de las muestras entre islas y continente, puesto que reduce la posibilidad de que exista un diferente grado de selección en cuanto a la idoneidad de los ambientes muestreados por su riqueza en especies.

El único promedio que sobresale es el de Formentera, con 3.8 especies por inventario; en esta isla, más abundante en balsas temporales que en Ibiza, no se han encontrado diaptómidos ni ctenodafnias, que forman parte habitual de las comunidades correspondientes de las islas mayores. No parece plausible una explicación de estas ausencias en términos del efecto directo del área, quizás se deba al pequeño volumen de sus cubetas.

Entre taxones, el promedio de especies por inventario es mayor en insectos, con unas 7 especies, que en rotíferos (5) y crustáceos (4).

2.2.3.2 Diversidad del eje especies comunes - especies raras

Al poderse clasificar las especies por su frecuencia de aparición en diferentes inventarios, se hace factible el cálculo de un índice de diversidad de Shannon sobre estas clases de frecuencia. Cabe esperar una relación entre el efecto del área o de la insularidad sobre la expresión de la diversidad; en este caso, si las especies raras son menos frecuentes en áreas pequeñas o insulares, la distribución de las clases de frecuencia de aparición ha de mostrar, a través de una menor pendiente desde el número de las raras al de las comunes, un mayor índice de diversidad en las islas (fig. 2.33). El mismo sentido tiene el que la diversidad H_q basada en la densidad de individuos de las comunidades orníticas de Córcega sea mayor que la del área continental de Provenza (Blondel, 1986). En nuestro caso, el

índice H aumenta similarmente en las islas y el continente en las fases iniciales del cálculo espectral; La fase de ralentización se consigue antes en el continente, no intersectándose las curvas respectivas desde este momento.

El análisis espectral de la diversidad por taxones sigue los patrones que se derivan de la curva especies/inventarios. La distribución de crustáceos e insectos resulta en un patrón de diversidad muy similar, siendo constantemente menor el de los rotíferos.

Como información sintética, el índice de diversidad así definido es una propiedad de la región considerada, que integra además información referente a la frecuencia relativa de sus ambientes y comunidades. Por ello la interpretación del índice es compleja. Al tratar de desglosar las diferentes contribuciones a la diversidad, es apropiado hacerlo en relación a dos factores independientes: la riqueza total y la equitatividad. Una mayor diversidad es posible a través de un mayor número de clases de frecuencia, es decir, un mayor número de inventarios que permitían aumentar el número máximo de posibles clases de abundancia. Es por tanto deseable corregir la diversidad, para poder comparar sus valores en regiones con diferente esfuerzo de muestreo (número de inventarios). La equitatividad responde de esta corrección, que es la diversidad dividida por la diversidad máxima posible según el número real de clases de frecuencia observados I_r ; este valor es menor o igual al total de inventarios obtenidos I_0 . Esta diversidad máxima es

$$H_{\max} = \log I_r$$

y la equitatividad E

$$E = H/H_{\max}$$

El valor de E, como medida de la diversidad independiente del número de inventarios muestreados, ordena las curvas de igual forma que la diversidad H. Su variación espectral muestra fluctuaciones progresivamente decrecientes con el aumento del

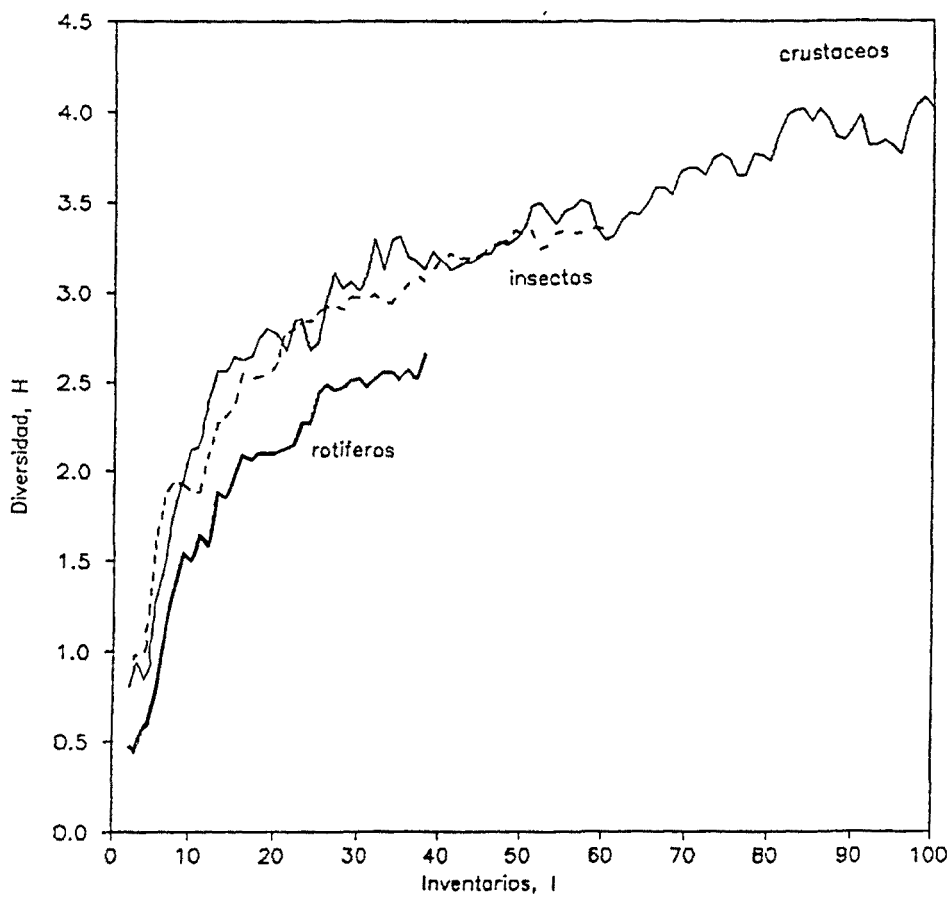
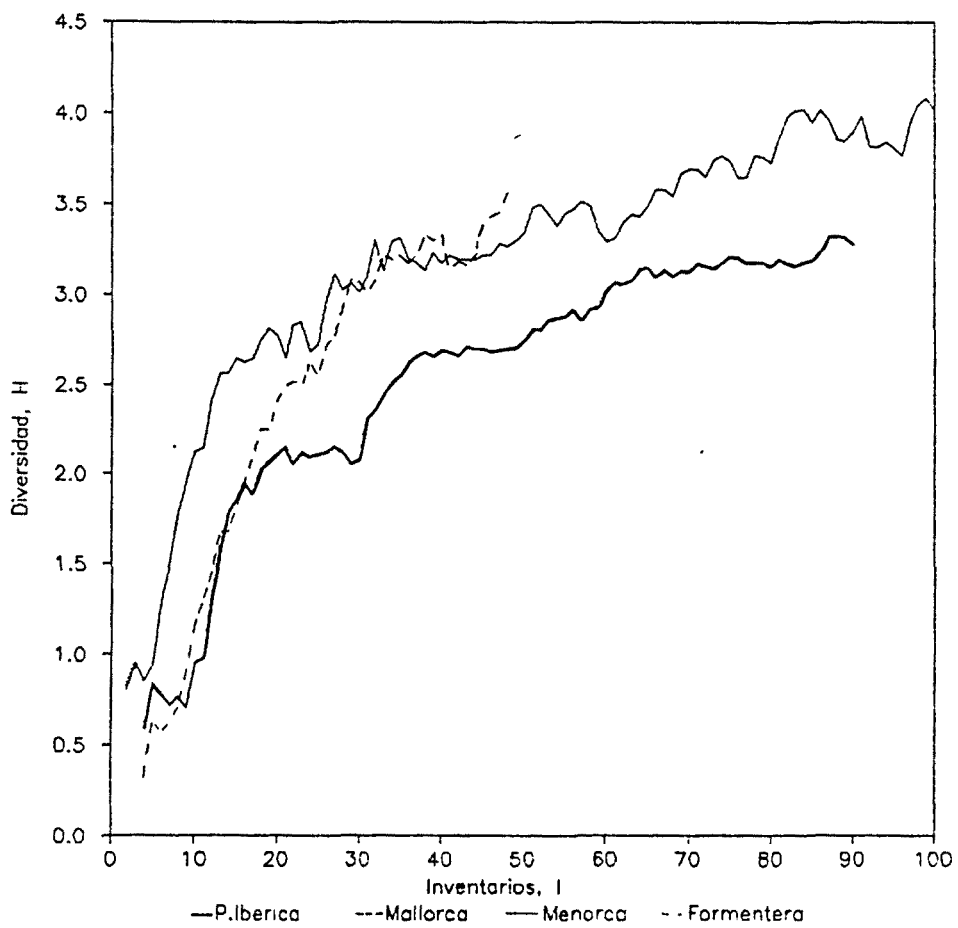


FIG. 2.33. Cambio gradual de la diversidad de Shannon al considerar mayor número de inventarios.

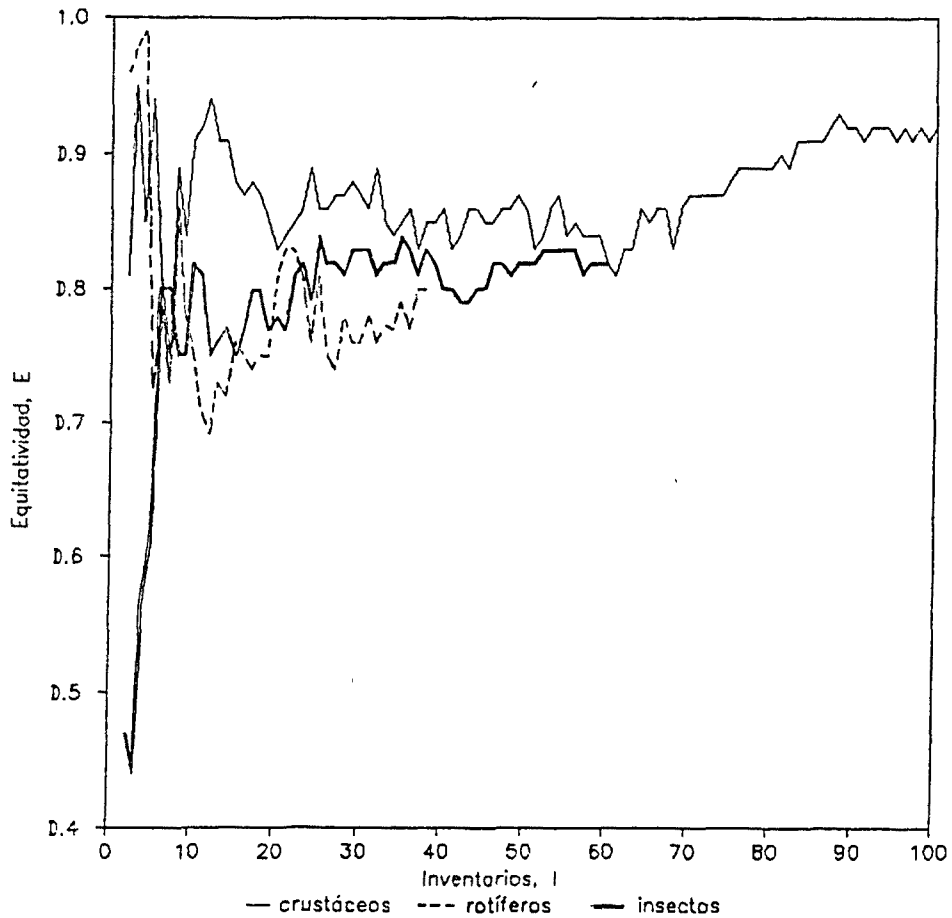
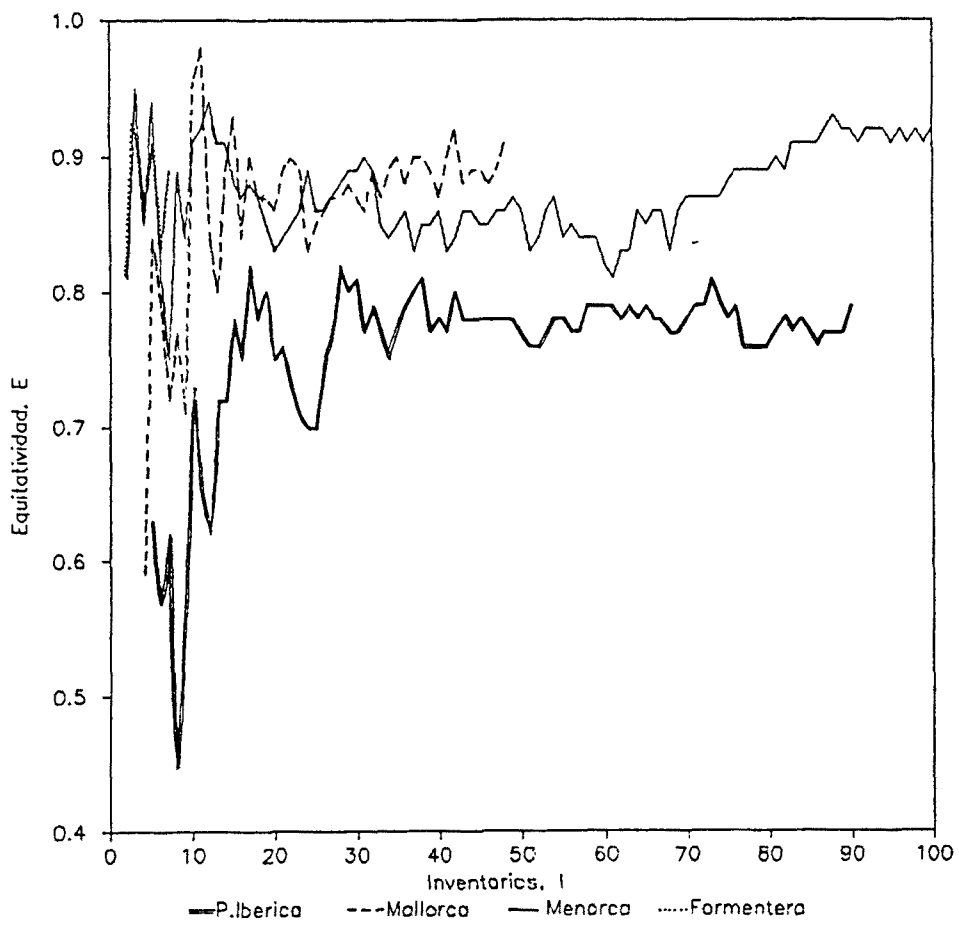


FIG. 2.34. Comportamiento de la equitatividad al considerar mayor número de inventarios.

número de inventarios considerados (fig. 2.34). A lo largo de los mismos, y al contrario que la diversidad, no se aproxima a su valor máximo, sino que fluctúa sobre determinado valor promediable. En las dos islas se tienen valores finales sobre el 90% de equitatividad, mientras que en el continente se observa un 80%.

Entre taxones, los resultados son los esperados, con menor equitatividad para los rotíferos, seguido de los insectos, y algo mayor para los crustáceos. Puede aceptarse de esta manera que las curvas espectrales de diversidad H deben sus posiciones relativas a sus respectivas equitatividades.

2.2.3.2 Simulaciones en el tiempo

El resultado de las distribuciones actuales de especies en inventarios se debe a fenómenos de orden histórico y ecológico. La vagilidad de los organismos juega un papel importante, igual que las relaciones de competencia, depredación, y de adaptación ambiental. Por ello los intentos preliminares de simulación que se presentan continen restricciones derivadas de cada uno de estos elementos. Se trata de simular un proceso de colonización de una matriz de inventarios/especies, donde cada casilla corresponde a la presencia de una especie determinada en una localidad, de manera que las casillas se van llenando con "1" ó "0"; posteriormente a las entradas o colonizaciones. Estas pueden resultar al azar o quedar sometidas por restricciones. Durante el proceso de colonización se calculan algunos índices globales como los desarrollados en el apartado anterior. De esta manera se intenta contrastar la estabilidad de las índices como predictores del estado de la colonización.

La hipótesis nula consiste en una colonización totalmente al azar y equiprobable para todas las especies; la llegada de una especie no es objeto, además, de cambios ulteriores en el tiempo por parte del resultado de otras colonizaciones, esto es, no se ve afectada por el resto de componentes de la biota. No se

contempla que la especie introducida tiene posibilidades de expansionarse desde la propia área insular, sino que las colonizaciones de nuevas localidades proceden del área fuente "continental". De esta manera el proceso de colonización de localidades discretas que forman parte de una "isla" (o de islas que forman parte de un archipiélago) se supone un proceso meramente acumulativo, al azar bajo hipótesis nula, y sometido a restricciones bajo hipótesis alternativas.

La simulación consiste simplemente en generar números al azar dentro del rango del total de casillas contenidas en la matriz especies/inventarios, transformando en "1" cada casilla afectada por una colonización. A efectos del estudio de esta matriz en el tiempo, cada 100 colonizaciones al azar se considera una unidad de tiempo, donde se calculan propiedades diversas. Se asume por tanto que la colonización es un proceso lineal en el tiempo. Cada ensayo de simulación se realiza por duplicado bajo dos condiciones diferentes respecto al estoc disponible de especies (30 y 100 respectivamente).

Después de las pruebas al azar se simulan algunas restricciones o limitaciones a la propagación y/o persistencia de las especies:

1. Restricciones debidas a la posibilidad diferencial de colonización. Cada especie tiene probabilidades diferentes de ser introducida, pues existen en la realidad buenas y malas colonizadoras. En la simulación se ha expresado de forma que cada especie posee un número máximo de inventarios a poder colonizar, definido por la posición que ocupa una especie determinada en una función linealmente decreciente. La influencia de esta restricción en los cálculos de la diversidad consistirá en variar las cantidades de especies de las distintas clases de abundancia.

2. Restricciones derivadas de la exclusión competitiva. Caso de una colonización positiva, cada especie puede encontrarse

con una comunidad suficientemente formada como para que su persistencia se vea favorecida o limitada. El caso de la competencia puede ser el más general. La simulación consta simplemente de prohibir la entrada de una especie si las inmediatas superior o inferior del mismo inventario ya están presentes. A la larga se promueve la existencia de "1" y "0" alternando, aunque en casillas no predefinidas, tendiendo a aumentar la repartición de especies en el espacio.

La evolución durante 50 unidades de tiempo (5000 colonizaciones individuales) del poblamiento insular, con una matriz de 30 ó 100 especies, y 100 inventarios (fig. 2.35), conduce a los los resultados que seguidamente se comentan.

La diversidad H sigue una pauta similar en todos los casos, con una fase de crecimiento seguida de otra de estabilización fluctuando alrededor de 3 a 5. La evolución de H es más irregular cuando se dispone de pocas especies, y además no se excluyen competitivamente. La diversidad más elevada se obtiene cuando existen muchas especies con distintas posibilidades de colonización y no compitiendo entre sí (la fase no interactiva). Un número levado de especies (más de 80) sometidas a exclusión competitiva llevan a valores de diversidad inferiores (< 4) a las correspondientes a un número mucho menor de especies (menos de 30) no interactivas (> 4).

2.2.3.2.1 Ajuste a la teoría del equilibrio dinámico

La teoría de MacArthur y Wilson (1967) predice un estado estacionario en el número de especies insulares, resultado del equilibrio dinámico entre colonizaciones y extinciones. Este modelo es abordable en los procesos de colonización utilizados en las simulaciones precedentes, introduciendo extinciones periódicas al azar sobre las casillas individuales ocupadas por "1" de la matriz especies-inventarios. Se elige un determinado número de casillas a las que, en caso de estar ocupadas, se provoca el paso de "1" a "0". La relación entre estas extinciones

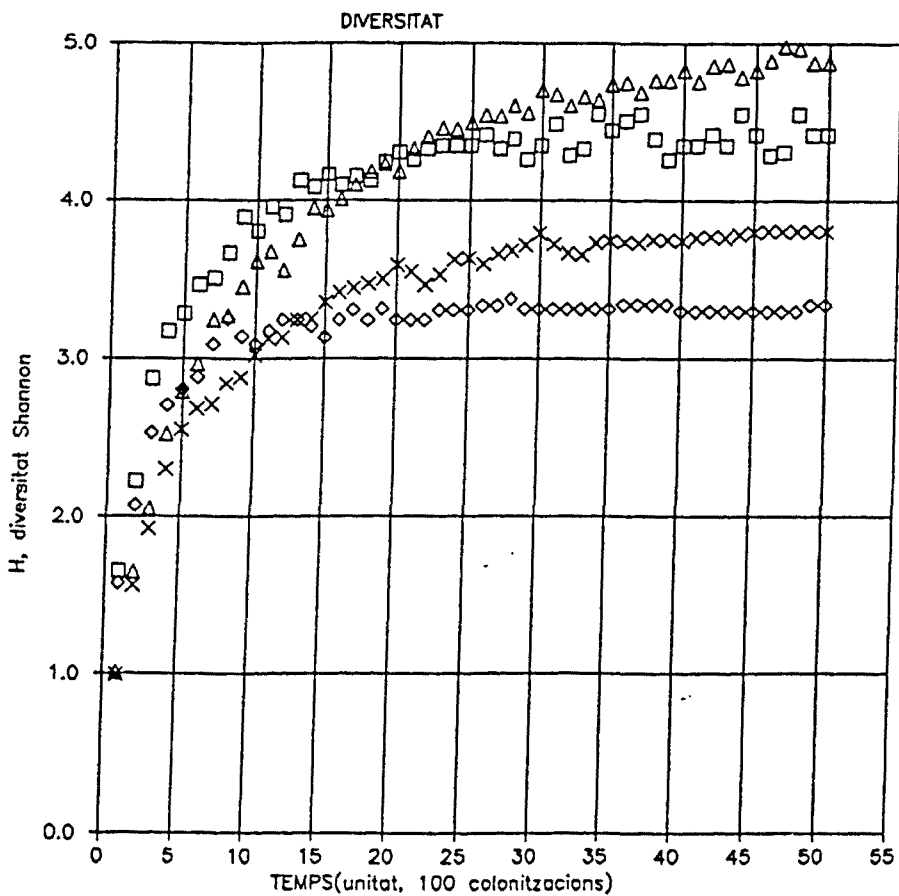
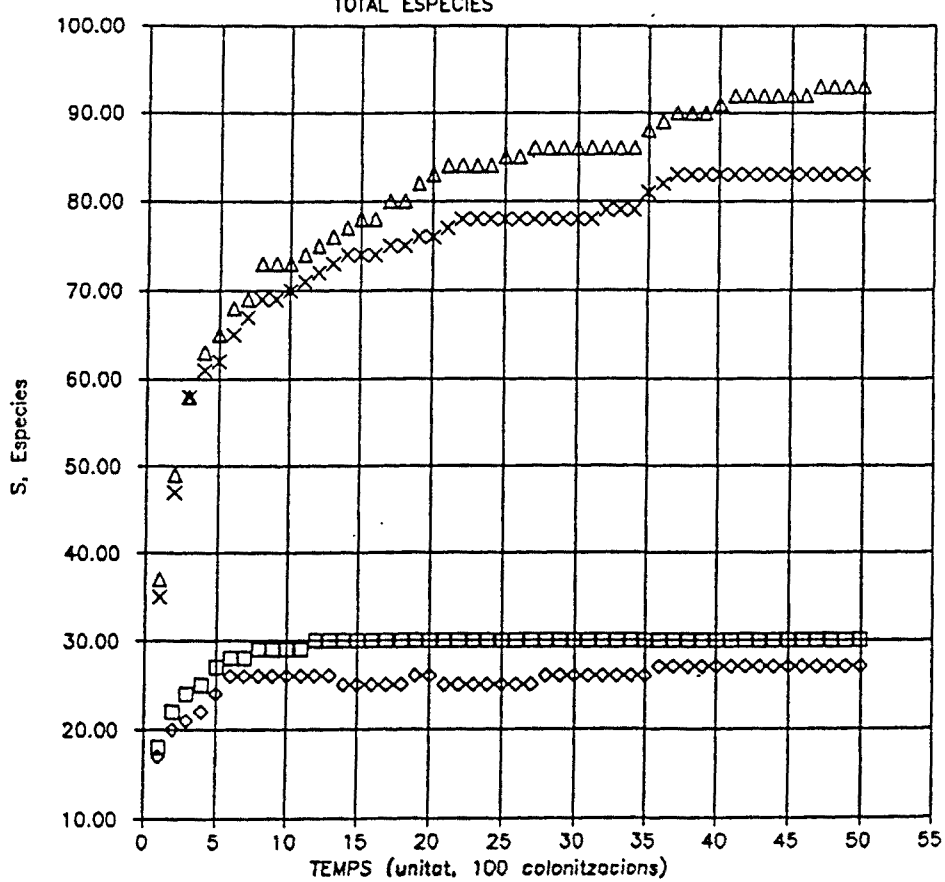
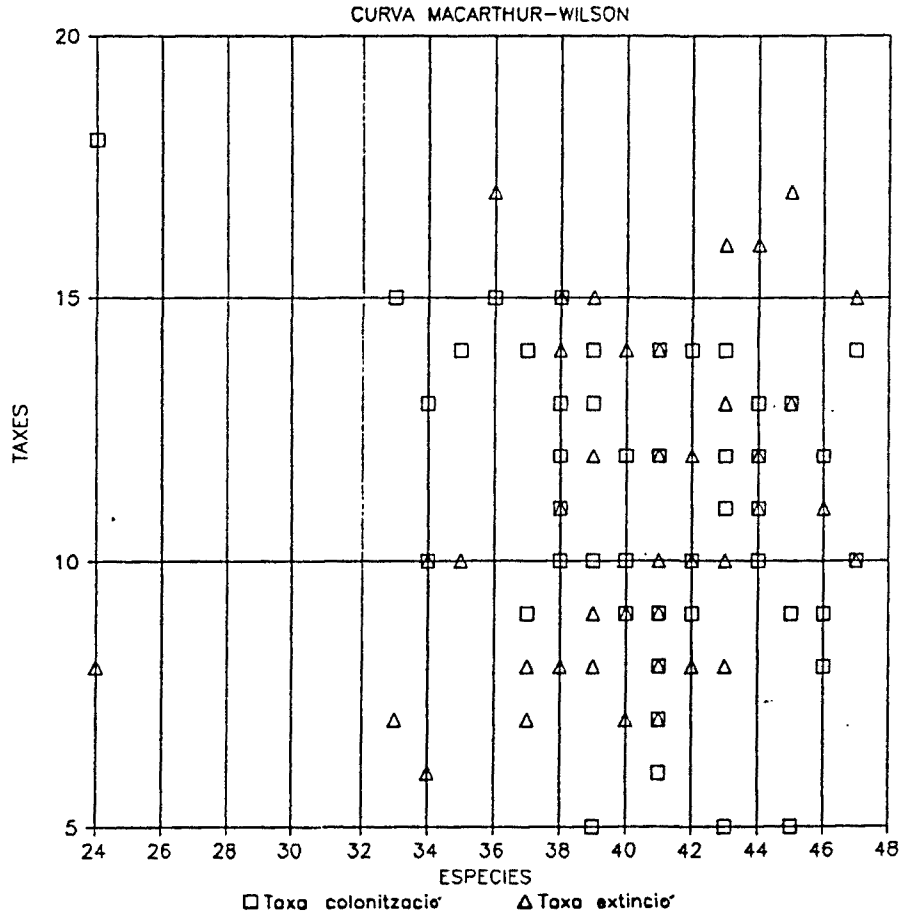


FIG. 2.35. Simulaci3n de una evoluci3n en el temps del n3mero de especies y de la diversidad, bajo diferentes condiciones: (1) sin exclusi3n competitiva, a partir de un estoc continental de 30 (cuadrados) o 100 (tri3ngulos) especies; (2) con exclusi3n competitiva, a partir de 30 (rombos) o 100 (aspas) especies.

a



b

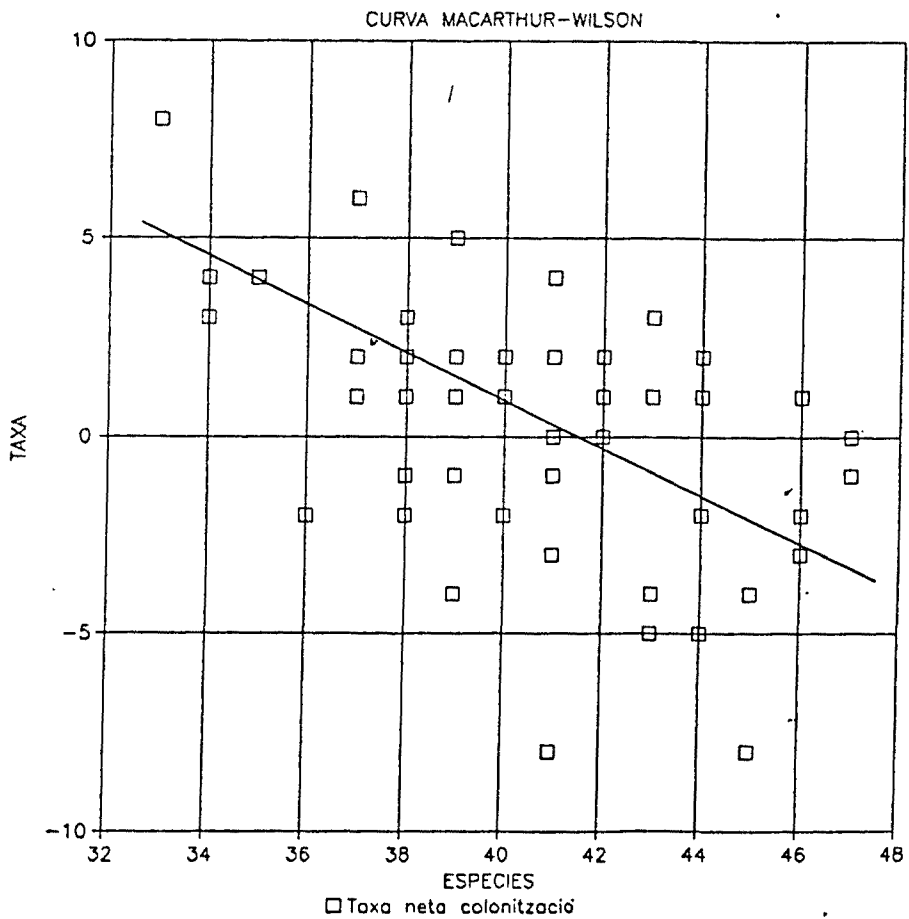
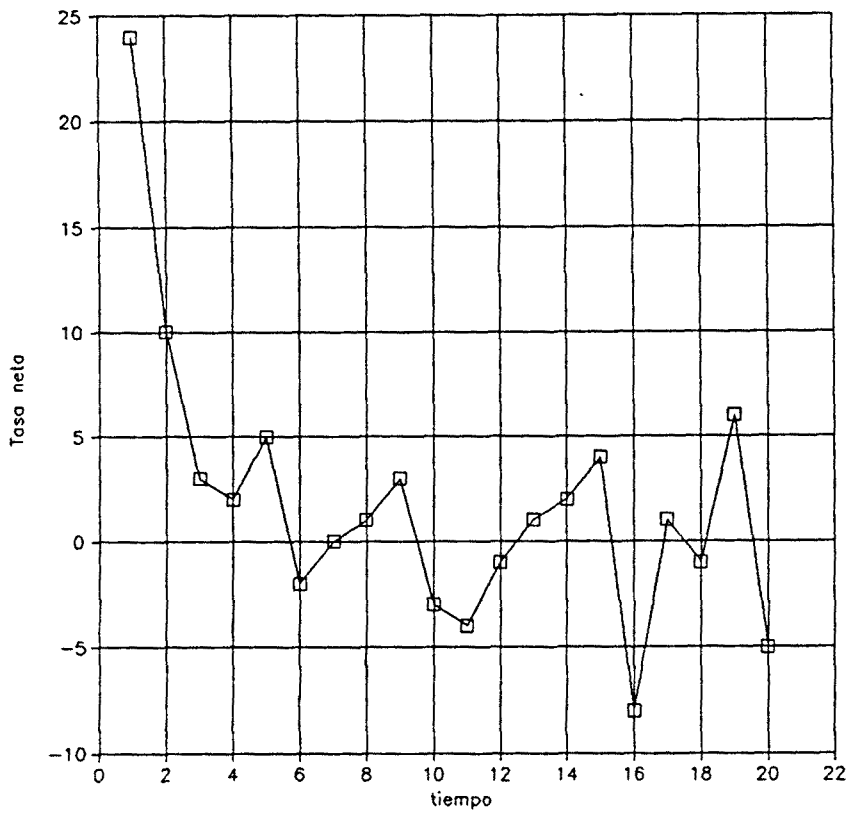


FIG. 2.36. Falta de relación entre las tasas de colonización o extinción y el número efectivo de especies en cada momento (a), aunque existe correlación negativa entre la tasa neta de aumento del número de especies y el total de especies (b).

locales de poblaciones y la extinción de especies insulares no es directa, ya que depende del número de aciertos de las extinciones locales y de si cada extinción local contribuye o no a una extinción total de la especie.

Según aquellas condiciones de simulación, el cálculo, sobre el total insular, de las tasas de colonización de nuevas especies y de extinción no es dependiente del número de especies presente en cada momento (fig. 2.36a), aunque la tasa neta de colonización resultante está correlacionada negativamente con aquel número de especies. De esta última correlación surge un mecanismo de regulación. Si partimos de un estoc inicial de 100 especies en el "continente", y bajo las restricciones derivadas de su desigual probabilidad de colonización y de la existencia de exclusión competitiva, la simulación conduce el número de especies insulares hacia un núcleo de regulación entre 33 y 47 especies (fig. 2.36b). La tasa neta de cambio del número de especies oscila alrededor del valor cero (fig. 2.37a). Finalmente, no parece existir ajuste entre la diversidad y la tasa de cambio (fig. 2.37b), de manera que no resulta apropiado predecir la intensidad de renovación de especies (turnover) en base a cambios en la diversidad de las clases de abundancia.

a



b

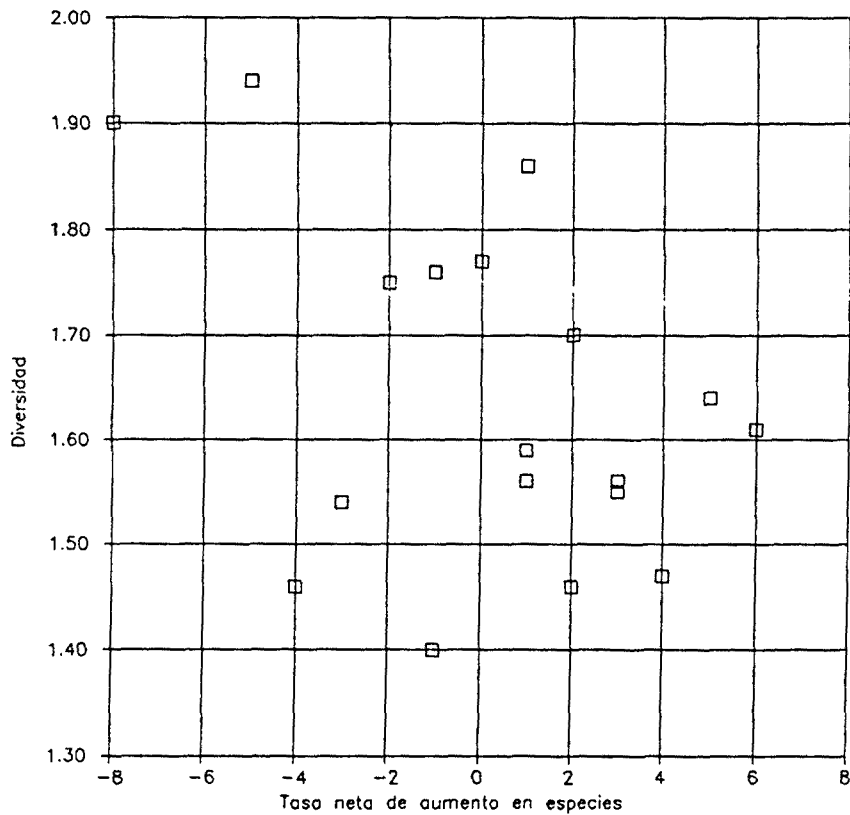


FIG. 2.37. a, fluctuaciones en el tiempo de la tasa neta de aumento del número de especies alrededor del valor cero. b, valores de diversidad en relación a la tasa de renovación de las especies.

CAPITULO 3. MISTACOCARIDOS Y MALACOSTRACEOS EPIGEOS E HIPOGEOS

3.1 REVISION TAXONOMICA Y DISTRIBUCION

3.1.1 DEROCHEILOCARIS Pennak & Zinn (*Mystacocarida*)

Introducción histórica. La subclase *Mystacocarida* (Pennak & Zinn, 1943) fue descrita como un nuevo orden de crustáceos, originario de la fauna intersticial de las playas de Massachusetts y Connecticut, siendo uno de los hallazgos que estimuló la profundización en el estudio de los medios freáticos 'en pequeño'. La originalidad morfológica del grupo no fue juzgada con unanimidad a la hora de situar sistemáticamente la especie, y mientras se propuso la creación de la nueva subclase (Drach, in Pennak, 1950), Armstrong (1949) los consideraba como una subdivisión de los copépodos. Hoy día, tomando en consideración los restantes grupos arcaicos conocidos de crustáceos, su individualidad sistemática está fuera de dudas, y constituye, junto a las subclases *Copepoda*, *Branchiura* y *Cirripedia*, la clase *Maxillopoda* erigida por Dahl (Bowman & Abele, 1982).

En la región mediterránea, donde ya Stanko Karaman y Chappuis habían iniciado la exploración de la fauna freática de las aguas dulces, la búsqueda de mistacocáridos no se hizo esperar, y en 1951 Angelier y Delamare desarrollaron paralelamente un amplio programa de prospección intersticial. Remane, por su lado, encontró los primeros mistacocáridos en Sète aquel mismo año, seguido de Chappuis, Remane y Delamare, que los colectan en Canet-Plage (1951), describiendo *Derocheilocaris remanei* (Delamare & Chappuis, 1951).

La primera constatación sorprendente fue la gran similitud morfológica que la nueva especie compartía con la especie americana, describiéndose caracteres diferenciales muy poco significativos, algunos de los cuales, basados en las prolon-

gaciones sensoriales de la placa rostral, aún resultaron erróneos (Hessler & Sanders, 1966).

Los años cincuenta conocieron un rápido avance en el conocimiento de la distribución de los mistacocáridos dentro y fuera del Mediterráneo. Bajo el mismo género *Derocheilocaris* fue descrita una nueva especie en las costas de Chile (Dahl, 1952); nuevas poblaciones a lo largo de la costa atlántica, desde Gascuña hasta Sudáfrica, fueron tratadas como formas tipo o variantes subespecíficas de *D. remanei* (Noodt, 1954). La costa catalana fue explorada en esta época por Delamare (1954b), quien encuentra *D. remanei* en Sitges, al mismo tiempo que Delamare y Chappuis (1954) describen detalladamente la especie tipo del Rosellón, toda vez que separan en una categoría subespecífica, *D.r. biscayensis*, las poblaciones atlánticas de Europa (Delamare, 1953b).

Los trabajos sobre freatobiología litoral de toda esta época fueron sintetizados en una obra extensa (Delamare, 1960), donde el espacio dedicado a los mistacocáridos ocupa más del 10% de la edición. Si la caracterización de los preferendum ambientales de las especies parecían quedar bien tipificados, los aspectos morfológicos y biogeográficos aún permanecían confusos.

El problema taxonómico de los mistacocáridos fue tratado después de los sesenta, década en que prevalecieron estudios de tipo autoecológico. Sin embargo, Hessler y Sanders (1966) revisaron en profundidad la especie americana *D. typicus*, que, al compararla con *D. remanei*, les llevó a constatar la constancia micromorfológica entre las dos especies; es oportuno mencionar que ambas, por otra parte, difieren notablemente por el número y morfología de sus estadios larvarios, así como por la fase en que ocurre la eclosión.

El conservadurismo morfológico no ha impedido la descripción de nuevas especies, siempre escasamente diferenciadas,

dentro del género *Derocheilocaris*. Para el Viejo Mundo, en Israel Masry y Por (1970) describen una nueva especie y una subespecie. Hessler (1972), estudiando material atlantoafricano, describe dos nuevas especies. MacLachlan y Grindley (1974) describen una nueva especie sudafricana, tratándose del mismo taxon que Noodt describiera con el nombre de *D. remanei katesae*, estableciéndose más tarde la sinonimia entre ambas bionomías (MacLachlan, 1979).

En contraposición a este estado de la taxonomía del género tipo, los mistacocáridos sudamericanos se individualizan por poseer un estatus morfológico y una variabilidad interespecífica más diferenciados. Renaud-Mornant (1976) considera las especies neotropicales formando un género aparte, *Ctenocheilocaris*, que engloba la especie descrita por Dahl (1952), autor que ya preveía en su tiempo un diagnóstico de orden superior. Las 4 especies neotropicales (Renaud-Mornant, 1979) son claramente diferenciables, y algunas muestran una distribución sublitoral que puede llevar a la pista de una buena interpretación histórica del grupo. De hecho, Zinn (1986) relata la existencia de muestras de meiobentos marino intersticial procedentes de 20-30 m de profundidad, al sureste de Estados Unidos, de donde se han extraído mistacocáridos innominados. Esto hace pensar que el espacio de diferenciación central de los mistacocáridos aún no ha sido identificado, de modo que difícilmente pueden extraerse conclusiones biogeográficas sólidas con las especies supralitorales conocidas. Sea como sea, parece factible que las glaciaciones hayan recortado la distribución de *D. remanei* y *D. typicus* hacia el norte (Hessler & Sanders, 1966), y también que la deriva continental haya sido el modelador general de las distribuciones (Friauf & Bennet, 1974).

Derocheilocaris remanei Delamare-Deboutteville & Chappuis
(figs. 3.1 - 3.2)

Localidad revisada. Mallorca: Playa de Es Dolç (Ses Salines, 29.05.87). A 1 m del mar, 65.9 mS/cm, pH: 7.24. Una nueva prospección en diferentes puntos de la playa el 29.03.89 resultó negativa.

Descripción. La población balear se ha comparado directamente con material tipo de la costa Rosellonesa.

La talla de los ejemplares mayores es de 560 μm . La región cefálica consta de una cápsula cefálica rectangular, con apéndices antenales, mandibulares y maxilares, además de un labro, muy característico y de grandes proporciones. La cápsula cefálica va precedida anteriormente de la placa rostral, que corresponde al segmento antenular, y seguida posteriormente del segmento portador del maxilípedo, el cual es libre y conforma lo que algunos autores llaman postcefalosoma, aunque aquí se considera el primer segmento del tórax. De esta manera, son 5 los anillos torácicos, los 4 últimos con apéndices unisegmentados. El abdomen consta de 6 segmentos, el último provisto de una potente furca.

La placa rostral, en posición dorsal, tiene forma cuadrangular. Su perímetro queda recortado en 4 lóbulos, dos frontales y dos laterales. Sobre los frontales, los márgenes laterales internos delimitan una escotadura medial escasamente ensanchada, subparalela. Los 4 lóbulos llevan sobre los márgenes anteriores dos pequeñas expansiones agudas de tipo sensorial.

Las primeras antenas constan de 8 artejos, los dos primeros con una marca espiniforme en el cuerpo del artejo y una seda externa. La base del segundo artejo lleva una seda ventral y, en los márgenes interno y externo, un proceso sensorial. Los

restantes segmentos llevan sedas distales, en número de 6-4-5-4-5-5. Las segundas antenas constan de un simpodio con un lóbulo interno proximal y una serie de espinitas distales, además de una larga seda. Del simpodio arranca un exopodio de 9 artejos, de los que 1,4,5 y 6 tienen una espina, los 7 y 8 una espina alargada pennada, y el 9 tres espinas pennadas, largas y robustas; de éstas, una sobrepasa en longitud el doble del endopodio entero; el artejo 3 lleva una seda fina, igualmente diferenciada en los ejemplares tipo. El endopodio tiene 5 segmentos, el primero con dos espinitas distales internas; además de éste, sólo el artejo 3 lleva otra seda. El segmento distal es alargado, notablemente más delgado que el anterior, y va acompañado de dos sedas basales; su extremo apical es más o menos ganchudo.

Las mandíbulas tienen el simpodio con una gnatobase alargada y dentada en su extremo. El exopodio lleva 8 artejos, el basal robusto, seguido de 4 segmentos cortos y 3 segmentos más alargados distales. Los tres primeros segmentos carecen de sedas. A partir del artejo 4 surgen sedas únicas laterales, que se alargan cuanto más distales, hasta el segmento apical, que lleva tres sedas desiguales. El endopodio lleva 4 segmentos con 1-1-2-3 sedas.

Las primeras maxilas tienen 6 artejos, los dos primeros con el margen interno con dos enditos cada uno, que llevan 5-1 y 2-3 sedas respectivamente. Los segmentos 3 y 4 llevan 2 sedas. El segmento 5 lleva una seda en cada margen. El segmento distal es más estrecho y corto que los anteriores, y lleva, igual que los ejemplares tipo de la especie, 8 sedas. El primer segmento de las segundas maxilas lleva 9 sedas. El artejo 2 puede homologarse a un basipodio, y tiene 4 enditos, de los que se contabilizan 3-3-4-4(5) sedas desde el proximal al distal. Siguen tres artejos similares armados con una espina y una seda. Finalmente un artejo distal lleva 5 sedas aplanadas.

El gran desarrollo del labro es característico de la subclase. De proporciones subrectangulares, su parte anterior tiene forma de capuchón circular, mientras la parte posterior es semicircular, y posee unas acanaladuras simétricas.

Los maxilípedos tienen estructura segmentaria completa: un simpodio dividido en una región coxal y otra basal, donde arranca un endopodio triarticulado y un exopodio atrófico provisto de dos sedas. La región coxal y la basal tienen enditos que contabilizan 4 y 9 sedas respectivamente. En la parte externa del simpodio se encuentran dos sedas. Los dos artejos distales del endopodio llevan igualmente dos sedas, situadas distomarginalmente en el penúltimo artejo, y apicalmente en el artejo terminal.

Los segmentos torácicos, contando el portador de los maxilípedos, y los abdominales, excepto el último, llevan mediolateralmente unas ranuras oblicuas dentadas interiormente. Los 4 últimos segmentos torácicos llevan pares de apéndices unisegmentados reducidos. De los apéndices nacen dos sedas en el primero y tres en los restantes. Los machos llevan en el último apéndice dos ganchos subterminales curvos internos, flanqueando la parte medial del segmento. Este rasgo se supuso expresión de dimorfismo sexual, siendo demostrado convincentemente por Hessler y Sanders (1966) para *D. typicus*.

Los 6 segmentos abdominales carecen de apéndices, y el último da soporte a la furca. La parte ventral de este segmento muestra una región esclerotizada dividida simétricamente. La furca consta de dos brazos furcales cónicos y curvados. Cada rama lleva escamitas internas que sobresalen en los márgenes laterales. La setación consta de una seda dorsal anterior y dos mediales posteriores; todas ellas son plumosas. Tres expansiones dorsales del último segmento abdominal coronan el diseño del conjunto furcal. La central arranca de un proceso supraanal de tipo opercular, y lleva una seda larga central y una prolongación

espinosa. Las dos expansiones laterales son asimétricas, con la parte interna más pronunciada.

Comentarios taxonómicos y biogeográficos. Se trata de la segunda cita de *mistacocáridos* para la fauna iberobaleár (fig. 3.2). La población mallorquina sigue la tónica de una escasa diferenciación morfológica intrapoblacional, aunque quizás podrían definirse patrones biométricos intraespecíficos, por ejemplo en la robustez del labro, al disponer de abundante material y separando los diferentes estadios de crecimiento.

Distribución y ecología. El conjunto de localidades habitadas por *D. remanei* coinciden en una serie de características (Delamare-Deboutteville, 1960): granulometría fina, con un máximo granulométrico de 0.2 mm, buena circulación, y por tanto ausencia de arcillas; composición silícica de los granos, cuya resistencia a la rodadura les confiere angulosidades que facilitan la circulación hídrica. Además, una oxigenación adecuada del agua, y la estabilidad de la masa de arena frente al hidrodinamismo, garantizan las posibilidades de existencia de la especie, por otra parte euriterma y eurihalina. En un resumen zoogeográfico sobre la especie, Coineau (1979) reconsidera brevemente los requerimientos mencionados, sin nombrar la necesidad de arena silícica.

En la playa de Es Dolç la mayoría de granos son calcáreos. No existe participación de limos ni arcillas en sus intersticios, siendo muy pobre la fracción inferior a 0.1 mm de diámetro (fig. 1.4). Los fragmentos mayores de bivalvos y otros restos orgánicos e inorgánicos ocupan escasamente el 1.1% del total en peso. En resumen, la fracción de arena mayor a 1 mm de diámetro es importante. Delamare (1960) encuentra *mistacocáridos* en arenas gruesas de forma accidental, estimando que ello no afecta la supervivencia de los mismos por no implicar una reducción del volumen de la matriz de espacios vacíos ocupados por agua.

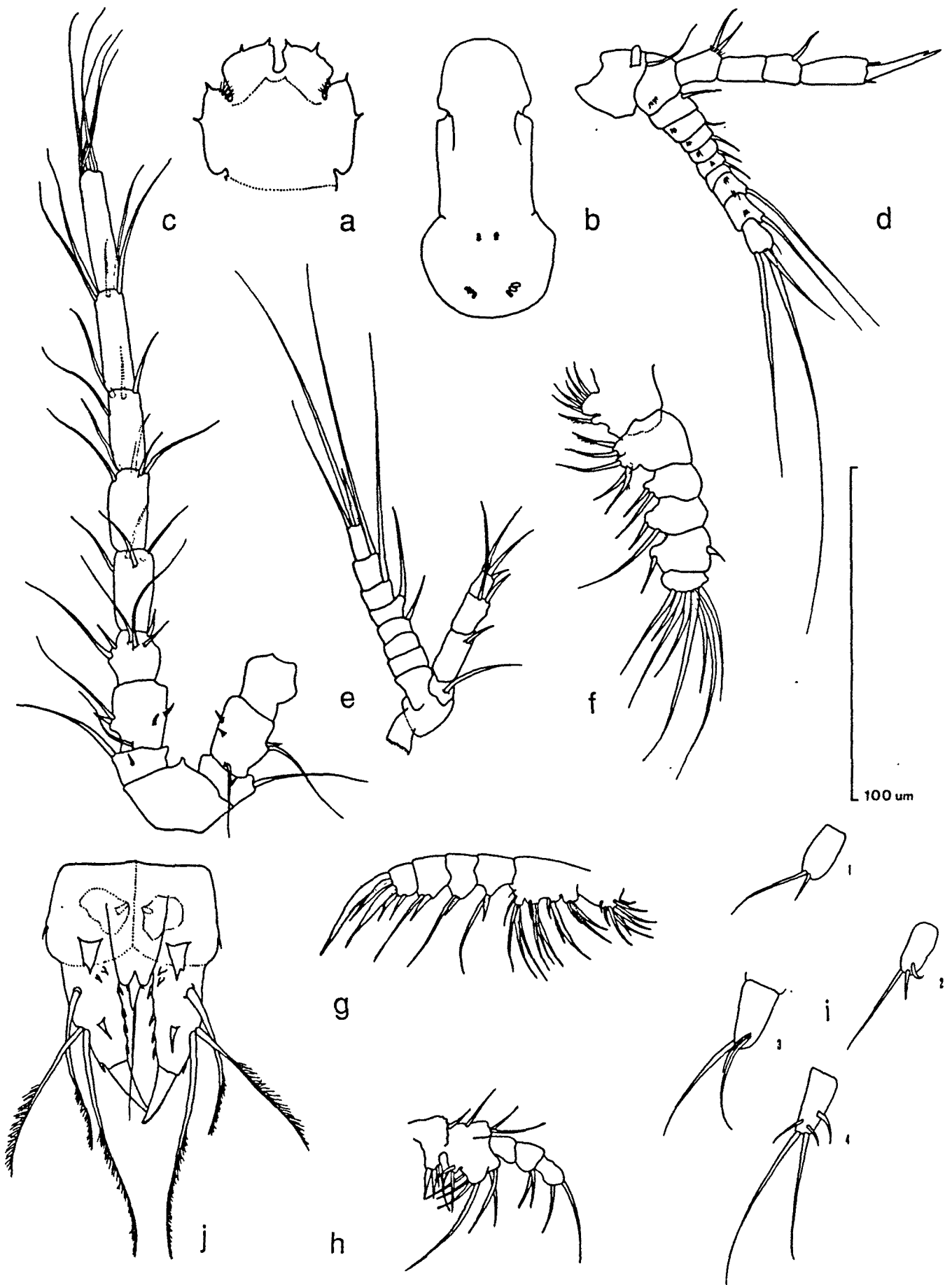


FIG. 3.1. *Derocheilocaris remanei*, playa de es Dolç: a, antena 1; b, antena 2; c, mandíbula; d, maxila 1; e, maxila 2; f, maxilípido; g, apéndices torácicos; h, sexto pleonito y ramas furcales.

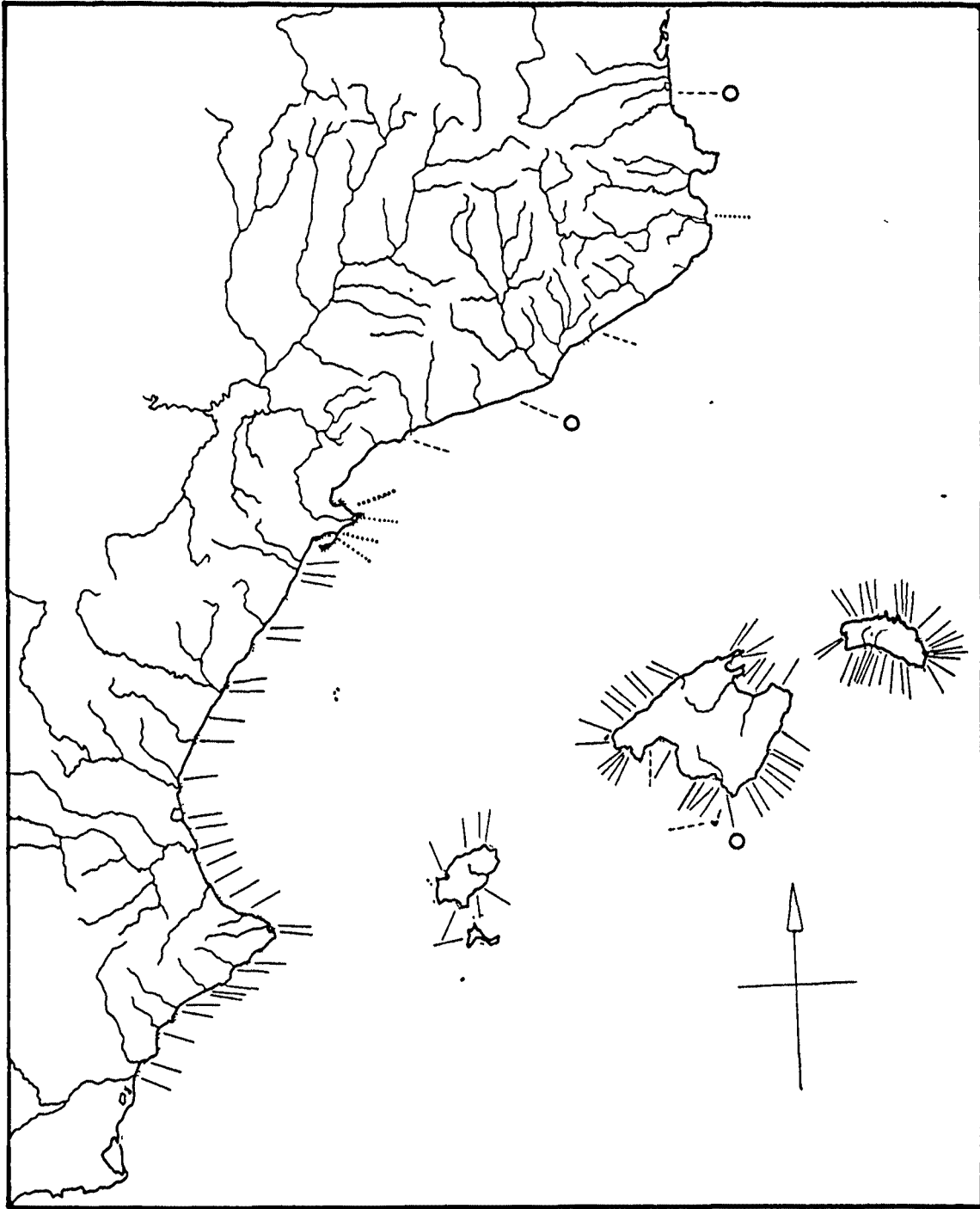


FIG. 3.2. Localidades litorales prospectadas mediante sondeos Karaman-Chappuis o Bou-Rouch. (----), Delamare (1954b); (.....), Sabater, 1985; (—), observaciones propias. En círculos, sondeos positivos con mistacocáridos.

3.1.2 IBEROBATHYNELLA Schminke (*Syncarida*, *Parabathynellidae*)

Los sincáridos del orden *Bathynellacea* son pobladores genuinos del medio intersticial dulceacuícola, y están repartidos por todas las regiones zoogeográficas habitables del planeta.

El género *Iberobathynella* era un supuesto endémico de la Península Ibérica y Baleares, con poblaciones satélites en el Norte de Africa (Boutin & Coineau, 1987); pero Schminke y Noodt (1988) han descrito una *Iberobathynella* procedente de California, y han sinonimizado la *Texanobathynella* de Delamare con aquel género.

Los caracteres diagnósticos del género son los siguientes: antenas 1 con 7 segmentos, uniflageladas; antenas 2 con 3 segmentos, y con 4 sedas en el último artejo; maxila con una seda lateral interna en el segundo artejo; las coxas de los toracópodos 1-7 acaban en un proceso agudo en su parte interna; simpodio de los urópodos con una hilera de espinas desiguales; el exopodio de los urópodos lleva una seda basiventral.

En las Baleares, Margalef (1951e) colectó el primer sincárido reconocido en la fauna española, procedente de los gours de las Coves de Gènova, Mallorca. Aunque Serban (1977) realizó una descripción exhaustiva del toracópodo 8 del macho, de valor diagnóstico, siempre ha ido arrastrándose la denominación de *Iberobathynella* cf. *fagei*, puesto que esta especie, con su localidad tipo en el sureste francés, requiere una revisión detallada de los pereiópodos sexuales. Posteriores hallazgos en otras localidades de Mallorca y en Menorca muestran manifiestamente la uniformidad de este taxon balear, aparentemente ausente en las Pitiusas.

Iberobathynella fagei (Delamare & Angelier, 1950)

(figs. 3.3 - 3.5)

Localidades revisadas. Mallorca: Coves de Gènova (Palma, 27.06.81; 3.06.87), Cova de les Rodes (Pollença, 29.03.89). Menorca: Cova den Curt (Ferreríes, 24.07.86), Font de Sa Vall (Es Migjorn Gran, 5.08.89).

Descripción. Los machos adultos miden entre 1.6 y 1.8 mm, las hembras son algo mayores. La antena 1 posee 7 artejos. La antena 2 es triarticulada y rudimentaria, y el artejo distal posee 3 sedas distales, una de ellas pennada y larga, y 1 seda lateral. El labro es una placa truncada distalmente por un borde armado de 8 dientes cónicos; a ambos lados existen 2 prolongaciones de extremo agudo y muy tenues. La superficie del labro posee series de microfaneras.

La mandíbula posee una serie de 6-7 dientes en la parte incisiva, progresivamente de mayor tamaño hacia el extremo. Hacia la región molar hay una pequeña lámina con pequeñas sedas. La serie molar consta de 6-7 sedas pennadas. El palpo consta de un artejo y una larga seda que alcanza el extremo del cuerpo mandibular.

Maxila 1 de 2 enditos; el interno es muy corto y posee 4 espinas pennadas de diferentes tamaños; el endito externo va armado de 7 robustas espinas dentadas, acompañadas de cerdas rígidas finas, y 3 sedas subterminales externas; la espina terminal es más robusta que las precedentes y carece de dientes, aunque es ligeramente serrulada.

Maxila 2 trisegmentada; el artejo basal posee una seda interna; en el macho de Cova de les Rodes esta seda es muy larga, y alcanza la seda lateral interna del tercer artejo; segmento 2 con una seda laterointerna y 3 sedas apicales sobre una protu-

berancia del artejo; segmento distal con 4 sedas pectinadas, 5 sedas sencillas lateroexternas, 5 sedas apicales y 1 seda laterointerna; el margen interno provisto de pelos.

Pereiópodos birrámeos; P2-P7 con una epipodio branquial; los exopodios 2-7 son trisegmentados, el primero bisegmentado; en los machos menores los segmentos 2,5,6,7 siguen bisegmentados mientras los 3-4 son trisegmentados; la quetotaxia de los artejos del exo y endopodio son monótonas en los 7 pereiópodos (ver figura). En el octavo toracópodo aparecen los apéndices sexuales en el macho y en la hembra, en ésta mucho menores. Su descripción precisa en Serban (1977).

El telson consta de un par de brazos furcales y un par de urópodos birrámeos. La base de la furca lleva una seda lateral característica del género; el borde interno de la furca consta de 7 espinas dentadas anchas, las dos distales mayores; además, 2 sedas subterminales. El simpodio de los urópodos es alargado, y va armado de una serie de fuertes espinas cuyo número oscila entre 6 y 10. El endopodio es curvado y asimétrico, y lleva una sola seda externa hacia su mitad; sus bordes laterales son ligeramente festoneados en la región distal; el exopodio, algo mayor que el endopodio y subrectangular, posee 4 sedas distales, y 1 seda interna proximal.

Taxonomía. Las *Iberobathynella* iberomagrebíes se dividen en dos grupos atendiendo a la presencia o ausencia de un opérculo anal (Schminke, 1973; Camacho & Coineau, 1987). En el grupo *lusitánica*, sin opérculo, un subgrupo caracterizado por la falta de sedas internas subdistales en el endopodio de los urópodos, reúne las especies *I. fagei*, *I. maghrebensis* Boutin & Coineau, *I. espaniense* Serban & Comas, e *I. imuniensis* Camacho. En el ámbito balear no es posible seguir su variabilidad por la escasez de ejemplares existencia de ejemplares que divergen de la morfología típica, coexistentes con los ordinarios (Cova de Can Sion, Mallorca).

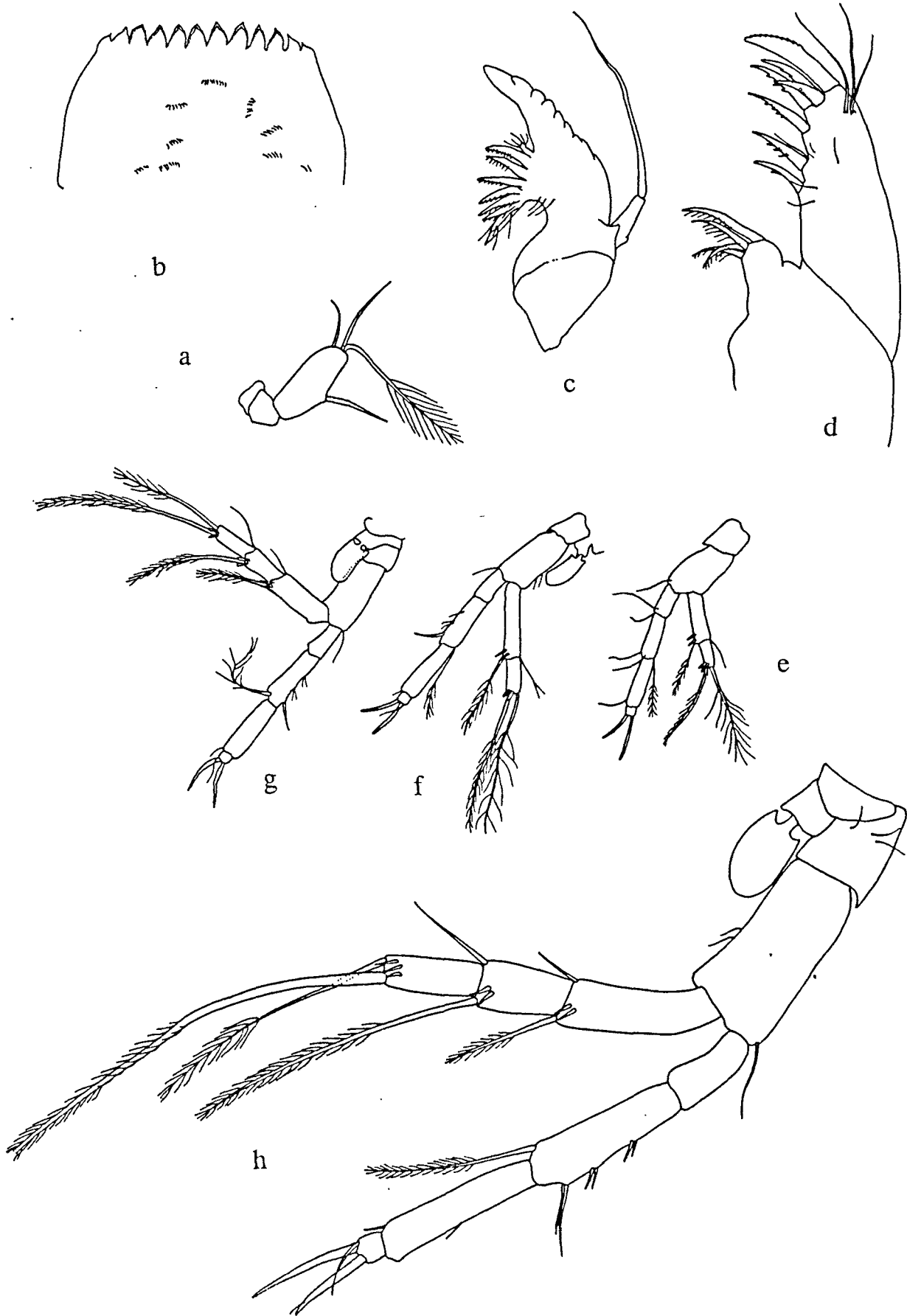


FIG. 3.3. *Iberobathynella fagei*, Font de sa Vall, macho 1.69 mm: a, antena 2; b, labro; c, mandibula derecha; d, maxila 1; e, P1; f, P2; g, P3; h, P5.

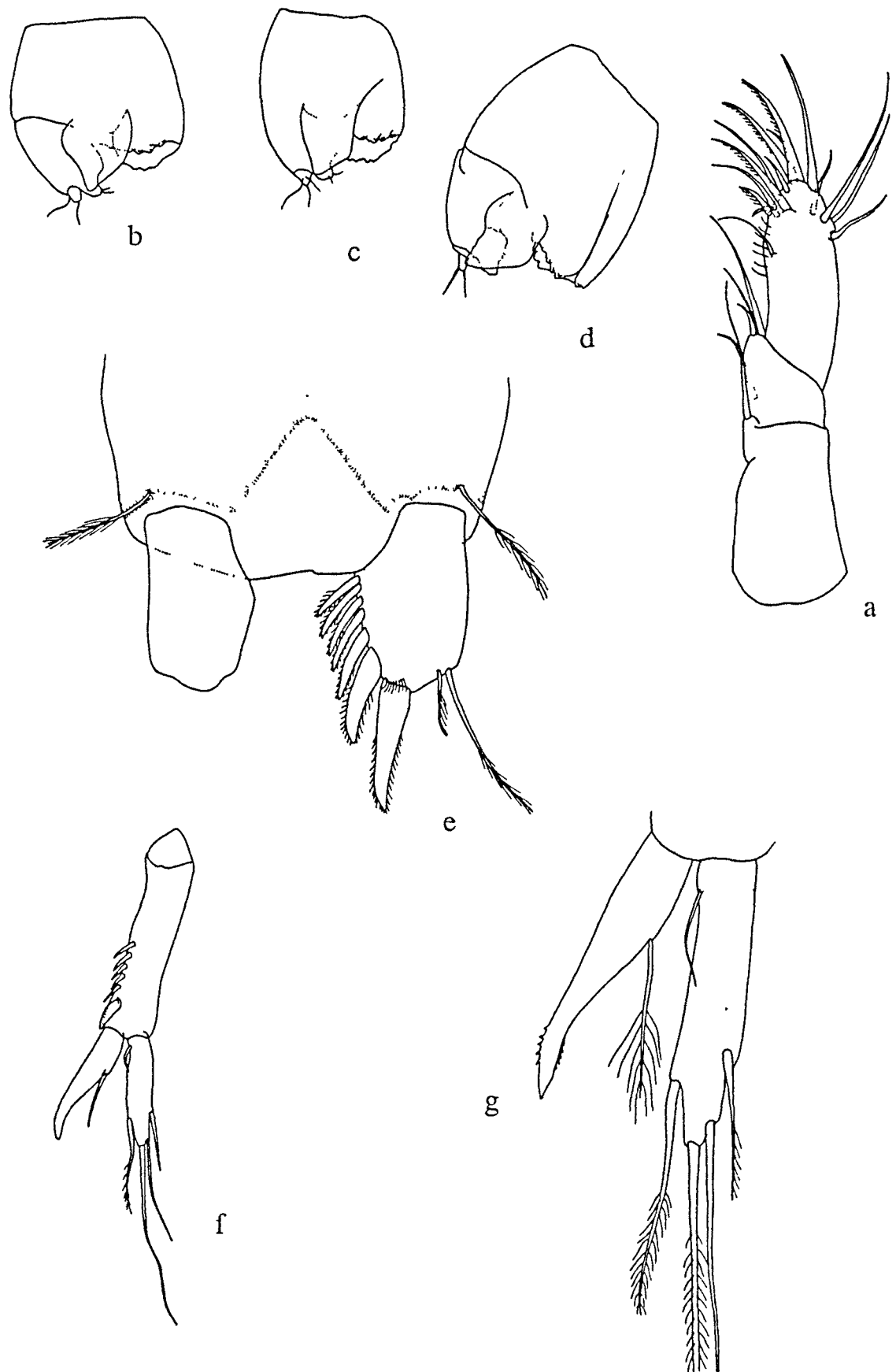


FIG. 3.4. *Iberobathynella fagei*, Font de sa Vall, macho 1.69 mm: a, maxila 2; b, P8; e, telson; f, urópodo; g, detalle del urópodo; c, P8 de un macho de la misma localidad; d, P8 de un macho de Coves de Gènova.

Distribución y ecología. Pertenece esta especie a la fauna de las aguas vadosas, y aparece en fuentes cársticas y medios fluviales subterráneos. En Menorca, las dos localidades donde aparece son cursos de agua permanente, y se encuentra enterrada en sus depósitos arcillosos. En la Cova den Curt convive con *Pseudoniphargus mercađali*. En la Cova de ses Rodes cohabita con la fauna anquialina con *Typhlocirolana* y *Metacrangonyx*.

Biogeografía. *I. fagei* se encuentra ampliamente repartida en el norte, levante y sur de España, Pirineos Orientales y Baleares. La agrupación de especies a la que tentativamente se le adscribe no delimita ninguna subregión biogeográfica dentro del conjunto iberoafricano. En su conjunto, sin embargo, la presencia de *Iberobathynella* en Baleares aporta parte del carácter ibérico de su estigofauna. Este carácter se refuerza si se tiene en cuenta que se trata de especies límnicas, que han perdido su conexión con las aguas salobres y las facilidades de dispersión que este tipo de vida supone. Por otra parte, la vasta distribución de la especie obliga a replantear si este esquema general para los sincáridos es realmente aplicable a *I. fagei* (Camacho & Coineau, 1989).

En cuanto a la microdistribución balear, en Mallorca se encuentra en la zona vadosa y en el límite de las aguas freáticas, siempre en relación con la Serra de Tramuntana, y ausente en macizos cársticos como los del Levante mallorquín o las fuentes de los promontorios aislados del centro de la isla. Se concentra en una región no invadida por las aguas durante la transgresión del mar tortonense. En Menorca, su presencia es difícil de interpretar, por contraponerse al presunto carácter talasoide general de su estigofauna. Tanto pudiera tratarse de una persistencia pretortoniana como de un reinvasor pleistoceno, en los tiempos de la Gran Balear, durante el Würm.

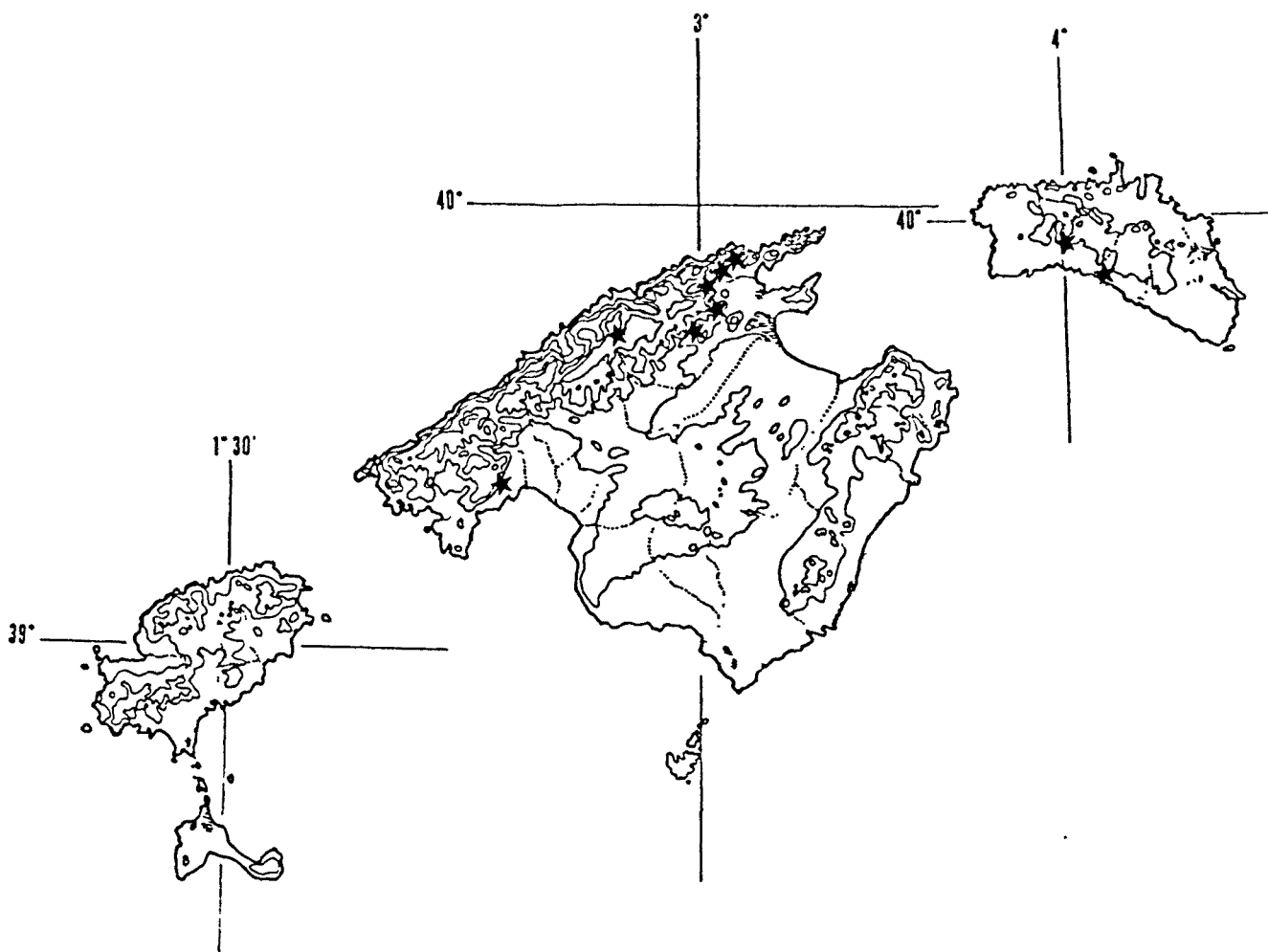


FIG. 3.5. Distribución de *Iberobathynella fagei* en Baleares.

3.1.3 MONODELLA Ruffo (*Thermosbaenacea*, *Monodellidae*)

Introducción histórica. El hallazgo de un nuevo crustáceo freatobio en aguas termales salinas de Túnez en 1924, llevó a crear el orden *Thermosbaenacea* Monod (1927), remarcando la originalidad morfológica de la especie tipo, *Thermosbaena mirabilis* Monod. El avance en el conocimiento de nuevas especies y sus hábitats no se dió sino a partir de 1949, en que fue reconociéndose que el dominio mediterráneo estaba ocupado por un género diferente, menos especializado morfológicamente, y más primitivo: *Monodella* Ruffo. En Italia Ruffo describió la especie tipo *M. stygicola* (1949, a,b); Stella (1951, 1953) describió *M. argentarii*; Karaman (1953) describió en el carst de Dubrovnic *M. halophila*. Más tarde Rouch (1964) estudió comparadamente nuevo material del Peloponeso, describiéndolo como *M. argentarii*, toda vez que sinonimizaba con esta especie las *Monodella* yugoslavas de Karaman.

Con el trabajo unificador de Rouch se aceptó la consolidación de *Monodella argentarii* como especie generalizada en la región centro-oriental del mediterráneo, criterio que impera hasta la actualidad. En efecto, *M. argentarii* Stella es reconocida en las cavidades costeras yugoslavas (Sket, 1986a), y en la recopilación del poblamiento estigológico de la Grecia meridional e insular (Pesce y Maggi, 1983a). En Israel, sin embargo, existe otra especie, *M. relictata* (Por, 1962), al igual que en las aguas más internas yugoslavas, con *Limnosbaena finki* (Mestrov & Lattinger-Penko, 1969); esta última especie fue descrita inicialmente como perteneciente al género *Monodella*, pero fue separada en un género aparte por Stock (1976a), al reconocer la uniformidad del género *Monodella* tras descubrir su repartición anfiatlántica, con *M. texana* (Maguire, 1965) y *M. sanctaecrucis* (Stock, 1976a). Esta condición anfiatlántica queda aún superada al describirse *M. somala* de Somalia (Chelazzi & Messina, 1982). Boutin and Cals (1985) apuntan la existencia de

una nueva especie de *Monodella* en el Marruecos atlántico y de un nuevo género en Camboya (Cals & Boutin, 1985). El auge en la exploración de los medios anquialinos centroamericanos y canarios aporta igualmente interesantes descubrimientos respecto a los termosbaenaceos (Bowman & Iliffe, 1986, 1988; Yager, 1987a). En la actualidad (Wagner, 1990) el grupo cuenta con 6 géneros, de los cuales *Monodella* es el de mayor expansión geográfica.

En el Mediterráneo occidental una nueva *Monodella* en Andalucía (Bou, 1975; Wagner en prep.) y una cita en el sur de Francia (Bou, 1975) son los únicos datos para el área continental. Están ausentes igualmente en Córcega y Cerdeña, aunque se han colectado en Sicilia (Caruso & Costa, 1978). En las Baleares, en cambio, su existencia está bien documentada. Orguidan et al. (1974), Stock (1978) y Goubault y Lescher-Moutoué (1979) reconocen el género *Monodella* en diversas cavidades y pozos costeros de Mallorca, y Pretus (1989b) en Menorca y Mallorca reconoce la especie *M. argentarii* según la diagnosis de Rouch (1964).

Taxonomía del grupo *argentarii*. Especies muy alejadas, de las que se supone un aislamiento muy antiguo, son muy parecidas morfológicamente. *M. somala* Chelazzi & Messina vive en aguas dulces fuertemente mineralizadas del este de Africa, y parece diferir en escasos rasgos respecto de *M. argentarii* Stella, en todo caso no difiere en ningún aspecto relevante de la segmentación o quetotaxia de los apéndices cefalotorácicos. Esta sorprendente afinidad implica que *M. argentarii* es un núcleo de referencia para diferentes poblaciones, entre ellas las baleáricas, en el que deben buscarse caracteres diagnósticos alternativos que ayuden a resolver el problema evolutivo que plantea su vasta e inconexa distribución.

En esta línea Cals y Cals-Usciati (1986), y Monod y Cals (1988) han descrito con detalle la estructura y topología de las

megasetas y los campos de espínulas de la mandíbula y maxilípedo, abriendo una vía descriptiva que reconoce la posición y ornamentación de las faneras más importantes. El número y disposición de los campos de espínulas de los segmentos 2 y 3 del maxilípedo es distinto en *M. atlantomarocana* y *M. argentarii* (Boutin y Cals, 1985). En las *Monodella* de Baleares se observa igualmente diferenciación estable en estas características microestructurales. Además la totalidad del tegumento está formado por escamas diferenciadas y espinosas, que contrasta con el tegumento liso de *M. argentarii*. A continuación se describe comparativamente la morfología de las *Monodella* de Baleares, para las que se propone un nuevo estatus taxonómico.

***Monodella scabra* n. sp. (figs. 3.6 - 3.14)**

Localidades revisadas: Menorca: Cova de ses Figueres (Sant Lluís, 27.06.87 y 17.01.90), serie tipo. Mallorca: Cova de Sant Martí (Alcudia, 13.06.87), Cova de sa Gleda (Manacor, 15.06.87). En ningún caso han aparecido hembras con la cavidad incubadora expandida.

Las muestras proceden de las aguas superficiales en las tres lagunas mencionadas. Un trampeo a diferentes profundidades en la localidad tipo, mediante botellas de plástico convenientemente preparadas y cebadas, dió resultados negativos para esta especie, al igual que el filtrado en profundidad mediante la red Cvetkov. Las zonas más densas en ejemplares son las de superficie, y en particular las cercanas a raíces vivas expuestas al agua libre o a restos de vegetación acumulada en el fondo.

Los límites de algunos parámetros físicos y químicos del agua para las tres localidades son: 2240 - 5670 μ S/cm de conductividad, 692 - 2307 mg/l de cloruros y 5.32 - 6.95 meq/l de reserva alcalina.

Descripción. Se expone una descripción comparada de *M. scabra* respecto a *M. argentarii*. Para esta última especie se dispuso de varios machos y hembras procedentes de la localidad tipo, en Monte Argentario (Italia), amablemente cedidos por Rudolf Zilch (Erlangen, Alemania). La terminología morfológica referente a las piezas bucales sigue la de Stock (1976a).

La mayor longitud corporal corresponde a una hembra de 3.7 mm. La cabeza y los segmentos corporales presentan 4 pares de sedas sensitivas dorsales y dorsolaterales. El tegumento es escamoso y cada escama está provista de una serie de relieves de aspecto espinoso diminutos. Estas estructuras se observan con mayor facilidad sobre los pedúnculos antenales y sobre los urópodos. Caparazón de aspecto globoso, lateralmente expandido, carente de pedúnculos oculares. Toracópodos birrámeos, en cambio los pleopodios són inexistentes, salvo los dos primeros pares, formados por un único segmento portador de sedas. Telson con grandes urópodos birrámeos.

Anténulas birrámeas, con el pedúnculo triarticulado. El primer artejo lleva 7 largas sedas plumosas laterales internas, 4 externas subdistales, y 6 sedas sensoriales. El segundo artejo lleva una doble serie de 5 sedas laterales internas, unas pennadas y largas, y otras cortas y desnudas; el margen externo lleva dos sedas; subdistalmente existen 4 sedas sensoriales. El tercer artejo con un saliente apical provisto de cuatro sedas. El flagelo externo consta de 10 artejos, los cuales llevan, desde el segundo o quinto hasta el último, un estetasco; en los machos todos los artejos llevan estetasco. El flagelo menor consta de 6 artejos en los ejemplares mayores.

Antenas con un pedúnculo de cinco artejos y un flagelo de 6 artejos subiguales. Los tres primeros artejos del pedúnculo son cortos, el primero y segundo glabros; el tercero con dos sedas; en el flagelo, dos sedas en el extremo apical interno

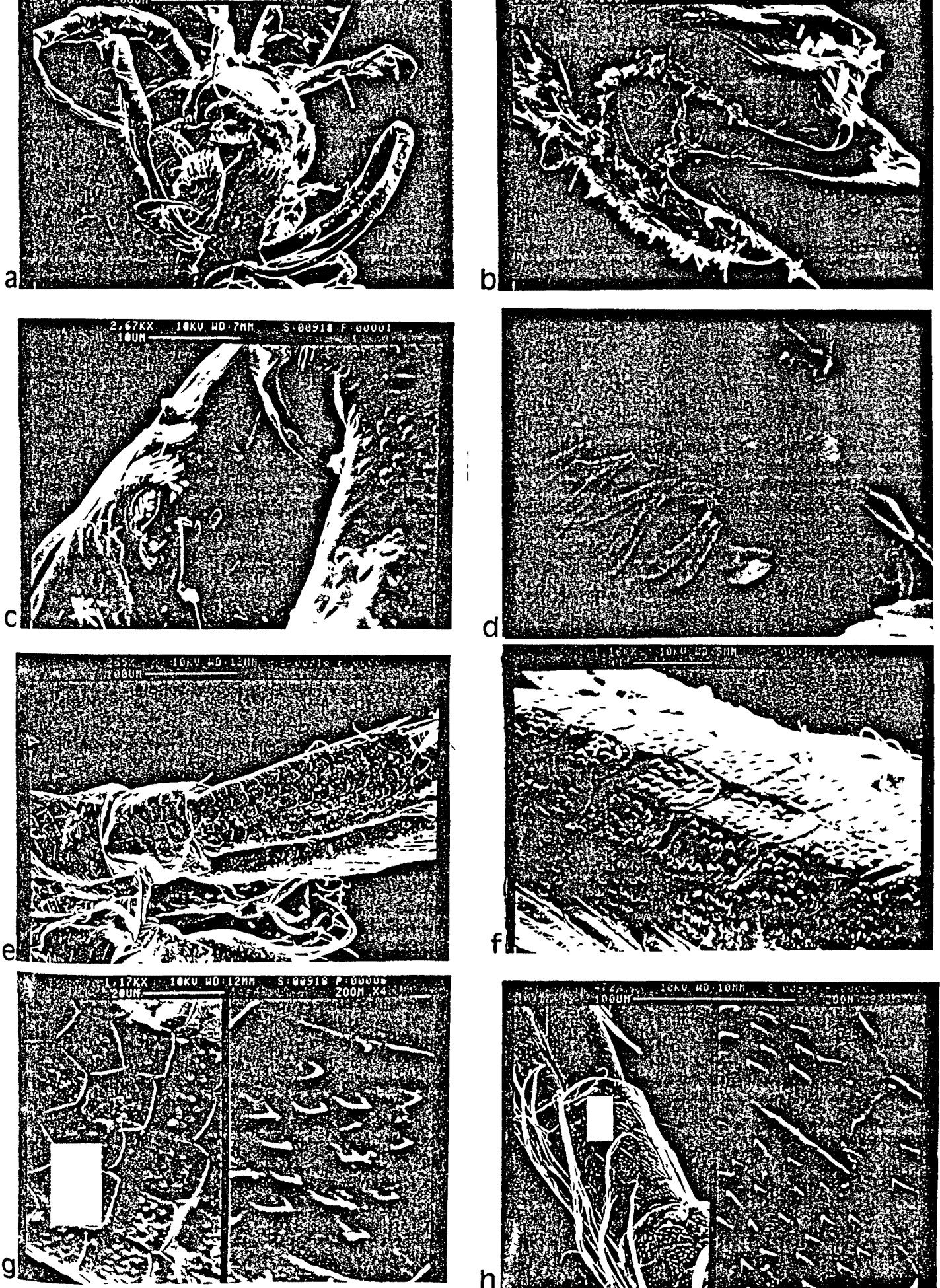


FIG. 3.6. *Monodella scabra* n. sp., Cova de ses Figueres: a, cabeza del macho; b, c y d, detalles de la articulación y microornamentación del endopodio del maxilípodo; e, urópodo; f, endopodio del urópodo; g, detalle del exopodio del urópodo; h, pedúnculo de la antena 1.