

Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos de los Pirineos y su interés biogeográfico

MARÍA ROSA MIRACLE

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Los lagos de los Pirineos habían quedado, por su localización, relativamente libres de la influencia humana. Actualmente, sin embargo, empiezan a experimentar alteraciones importantes asociadas principalmente a su aprovechamiento hidroeléctrico y a la expansión del turismo (básicamente recreativo y piscícola). Por ello se planteó con urgencia la necesidad de conocer algo de su limnología antes de que se alteraran más profundamente. El interés del estudio de estos lagos viene aumentado por el hecho de que constituyen reservas inestimables de agua de gran calidad debido a la degradación progresiva del agua en cotas más bajas. Muchos de estos lagos se encuentran dentro de parques nacionales (Aigües Tortes, Pantico-sa), o en el interior de reservas nacionales de caza (Alt Pallars-Aràn, Cerdanya, etc.), y actualmente existen varias zonas lacustres con diferentes grados de influencia humana.

Hasta los últimos años existía solamente un número muy reducido de trabajos sobre el plancton de los lagos de zonas muy limitadas de los Pirineos (MARGALEF, 1948, 1952, en la vertiente española, y PACAUD, 1935; LAGARRIGUE, 1949; ANGELIER, 1961; REY, 1968; REY & CAPBLANCH, 1975, en la francesa), o bien pequeñas notas sobre material recogido en excursiones esporádicas (DUS-SART, 1957; MONARD, 1928; ROY, 1931, 1932). Un reconocimiento o prospección de un número importante de lagos, más o menos simultáneo, cubriendo una buena parte de los valles pirenaicos, es una primera tarea que debe realizarse para poder establecer una tipología de la zona.

El zooplancton, mucho menos cosmopolita que el fitoplancton y a su vez menos diferenciado que el bentos, es muy adecuado para estudios comparativos. Esto, unido a la facilidad con que se pueden recoger muestras de los organismos suspendidos en el agua, filtrando ésta con un colador, hizo pensar en la planificación de una campaña de recogida de muestras de forma simultánea en un gran número de lagos, para lo cual se pidió la colaboración de excursionistas, montañeros y estudiantes de primer curso de Biología interesados en la montaña. Esta campaña se realizó durante el verano de 1976 con la intención de alcanzar un doble objetivo: 1) interesar y educar a estudiantes y público en general en los problemas de las aguas continentales, y 2) obtener datos suficientes para caracterizar las comunidades zooplanctónicas de los lagos y charcas de la alta montaña española.

El Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), que ya se había interesado desde 1974 en el estudio de los lagos de alta montaña y que estaba subvencionando algunas investigaciones importantes sobre los lagos de los Pirineos, facilitó los equipos de muestreo para distribuir en los centros excursionistas y en la Universidad.

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer los datos resultantes del estudio de las muestras procedentes de unos 150 lagos de los diferentes valles de la parte española de los Pirineos. Este estudio ha resultado particularmente interesante puesto que ha demostrado las escasas relaciones de la fauna de crustáceos pirenaicos con la de otras cordilleras europeas, como los Alpes, siendo en cambio mucho más próxima a la de las

montañas norteafricanas. La poca información que se tenía sobre estos lagos se evidencia en el hecho de que el copépodo más característico de sus comunidades, *Diaptomus cyaneus*, nunca había sido citado anteriormente en esta cordillera, de ninguna de sus vertientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Equipos de recolección idénticos fueron distribuidos a centros excursionistas y personas interesadas. Se trataba de equipos muy simples, ligeros y poco voluminosos que podían ser transportados con facilidad. Consistían en una bolsa de plástico que contenía: 1) un colador de 15 cm de sección, hecho de malla blanca de unos 200 μm de poro y mango de alambre; 2) una caja de cartón con 15 tubos y un cuentagotas bien embalados en poliuretano; dos de los tubos contenían formol; la caja era ya paquete de envío con la dirección del Departamento de Ecología impresa; 3) un folleto de instrucciones detallado y varias fichas para rellenar donde se pedía para cada lago nombre, coordenadas geográficas, tamaño aproximado, día y hora de recolección, número de veces que se había pasado el colador y otras observaciones adicionales voluntarias sobre plantas acuáticas, color y temperatura del agua, disco de Secchi y pH.

En las instrucciones se explicaba con todo detalle cómo recoger las muestras. En síntesis, se pedía: 1) pasar el colador por el agua de 50 a 60 veces por término medio, menos si el agua era verde, más si era muy transparente, y 2) guardar el filtrado en una solución de formol al 5%, dentro de los tubos debidamente numerados.

Una vez en el laboratorio, se comprobaron los datos de nombre, situación, altura y morfometría de los lagos para reconocer de qué lago se trataba, se completaban los datos y se estudiaba la composición específica y la representación de los diferentes organismos en las muestras. Debido al tamaño relativamente grande del poro de la malla, las muestras son sólo representativas de los crustáceos, copépodos y cladóceros, que habitan el lago, estando los demás grupos del zooplancton de organismos más pequeños, rotíferos y protozoos, muy mal representados,

exceptuando algunas especies grandes de rotíferos como las de los géneros *Asplanchna* o *Euchlanis*. Las muestras fueron tomadas en su gran mayoría en el litoral, por lo que muchas especies litorales, en especial los quidóridos, presentan frecuencias más elevadas de lo que les correspondería en muestreos de arrastre por el centro de los lagos. Sin embargo, los típicamente bentónicos o muy asociados a los macrófitos como ostrácodos, harpacticoides y rotíferos del perifiton son muy poco frecuentes en las muestras.

Este tipo de muestreo no permite obtener una información exhaustiva de la biocenosis zooplanctónica del lago, pero sí da una idea de las especies de crustáceos dominantes o constituyentes principales de aquélla. De muchos de los lagos se poseen varias muestras recogidas en diferentes puntos, y algunos fueron visitados varias veces por distintos recolectores, con lo que se pudo completar la información sobre la presencia y representación de las especies. No obstante, en los lagos muy oligotróficos, particularmente en los de mayor tamaño, las densidades de población del zooplancton son tan bajas que las muestras resultan muy pobres; por ello, se ha preferido asignar a las diferentes especies y para cada muestra un grado de representación de 1 a 5 en escala logarítmica, en vez de porcentajes concretos. En esta escala 1 viene a indicar que una especie tiene una frecuencia del 1 al 5% en la muestra, 2 del 5 al 10%, 3 del 10 al 25%, 4 del 25 al 50%, 5 más del 50% y + que es rara (menos del 1%, o si sólo se encuentran mudas o huevos del animal en cuestión).

LA ZONA ESTUDIADA. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La zona estudiada pretende cubrir la parte española y andorrana de la cordillera pirenaica. En esta parte de los Pirineos se estima que hay unos 500 lagos, que están localizados en su inmensa mayoría en los Pirineos Centrales. Dichos lagos son de origen glaciar; dentro de los diferentes tipos de lagos de esta procedencia, los más importantes y prácticamente únicos son en primer lugar los lagos de circo en los cabezales de los valles (Certescans, Sant Gerber,

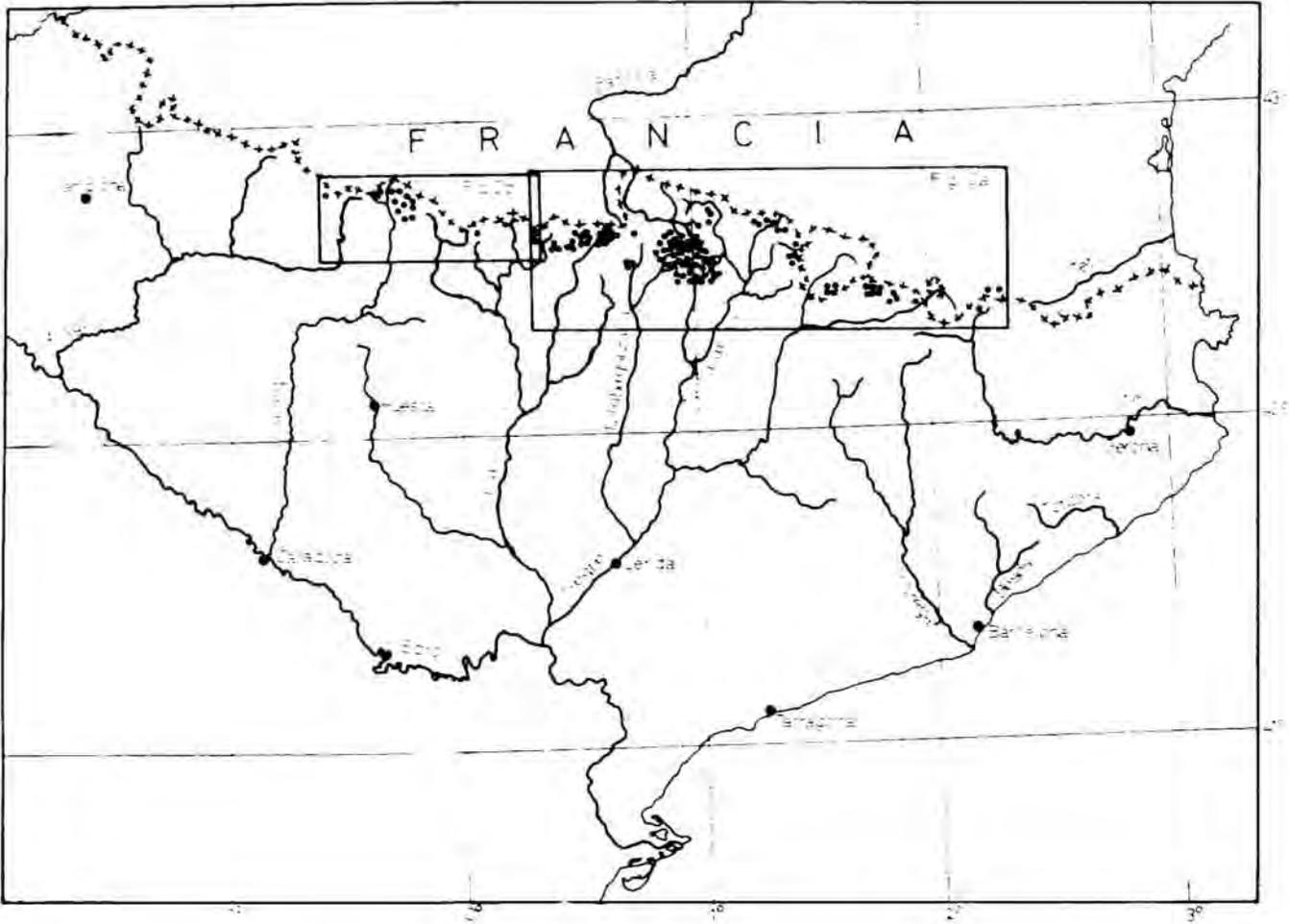


FIG. 1. — Situación de las localidades estudiadas (puntos negros) en relación con las cuencas hidrográficas y coordenadas geográficas. — *Situation of the sample points (black dots) in relation to the main valleys and geographical coordinates.*

Malniu) y, en menor proporción, los lagos denominados de barra rocosa (HUTCHINSON, 1957), en el fondo de los valles altos, alargados en el sentido de la vaguada (Llau-

TABLA 1. — Límites de algunas características de los lagos estudiados. Algunos parámetros como temperatura, alcalinidad, clorofila, disco de Secchi y profundidad corresponden a un número mucho menor de lagos (todos aquellos de los que se disponía de datos) que los demás. — *Ranges of some features of the lakes studied. Ranges of some parameters, as temperature, alkalinity, chlorophyll contents, Secchi disc and depth are based in a smaller number of lakes, all those from which data were available.*

	<i>Límites extremos</i>	<i>Límites de más del 50 %</i>
Altitud (m sobre el nivel del mar)	1200-2960	2200-2400
Superficie (máxima, Ha)	0.5-61.2	1-10
Profundidad (máxima, m)	1-107	5-25
Alcalinidad (meq/l)	0.01-1.9	0.09-0.2
Temperatura (julio-agosto, superficie °C)	4-25	12-16
Disco de Secchi (m)	4-20	5-16
Clorofila (µg/l. superficie)	0.2-5.5	0.5-1
N.º especies cladóceros planctónicos	0-5	1
N.º especies copépodos planctónicos	0-4	1-2
N.º total especies cladóceros	0-8	1-4 (media, 2,5)
N.º total especies copépodos	0-5	1-5 (media, 2,3)

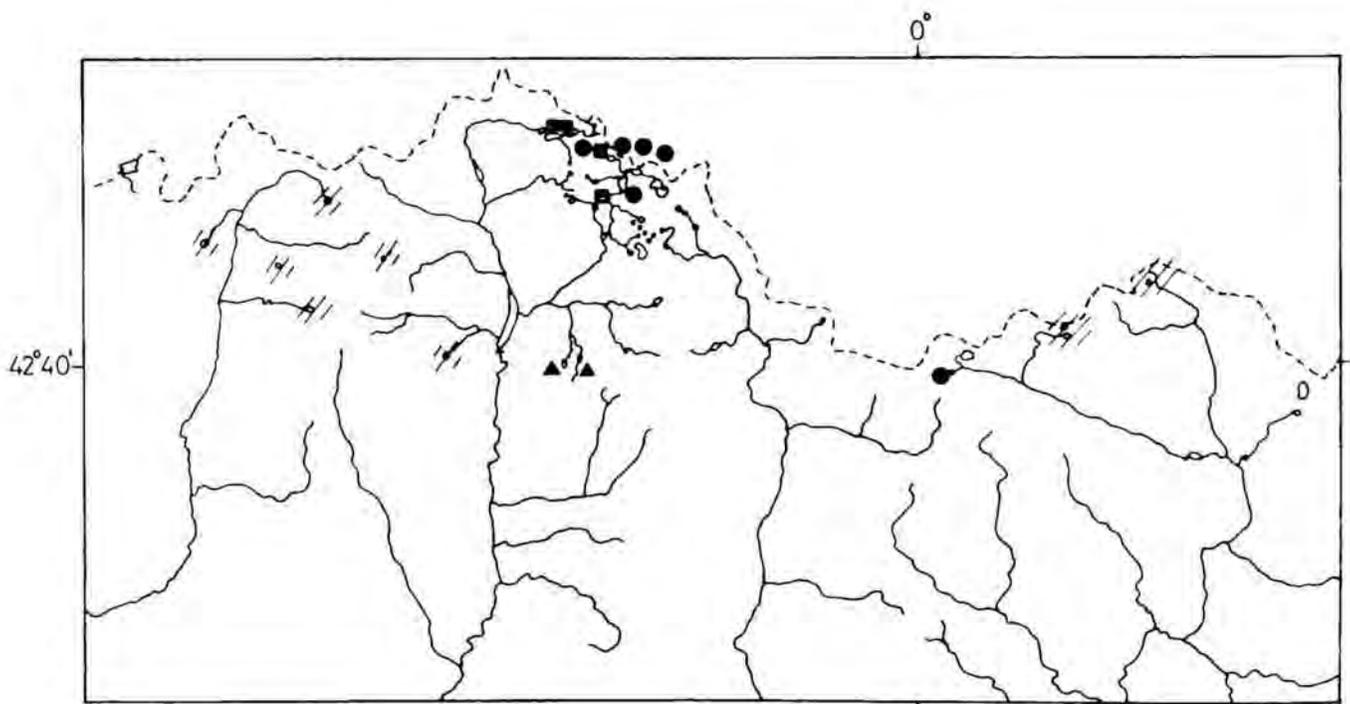
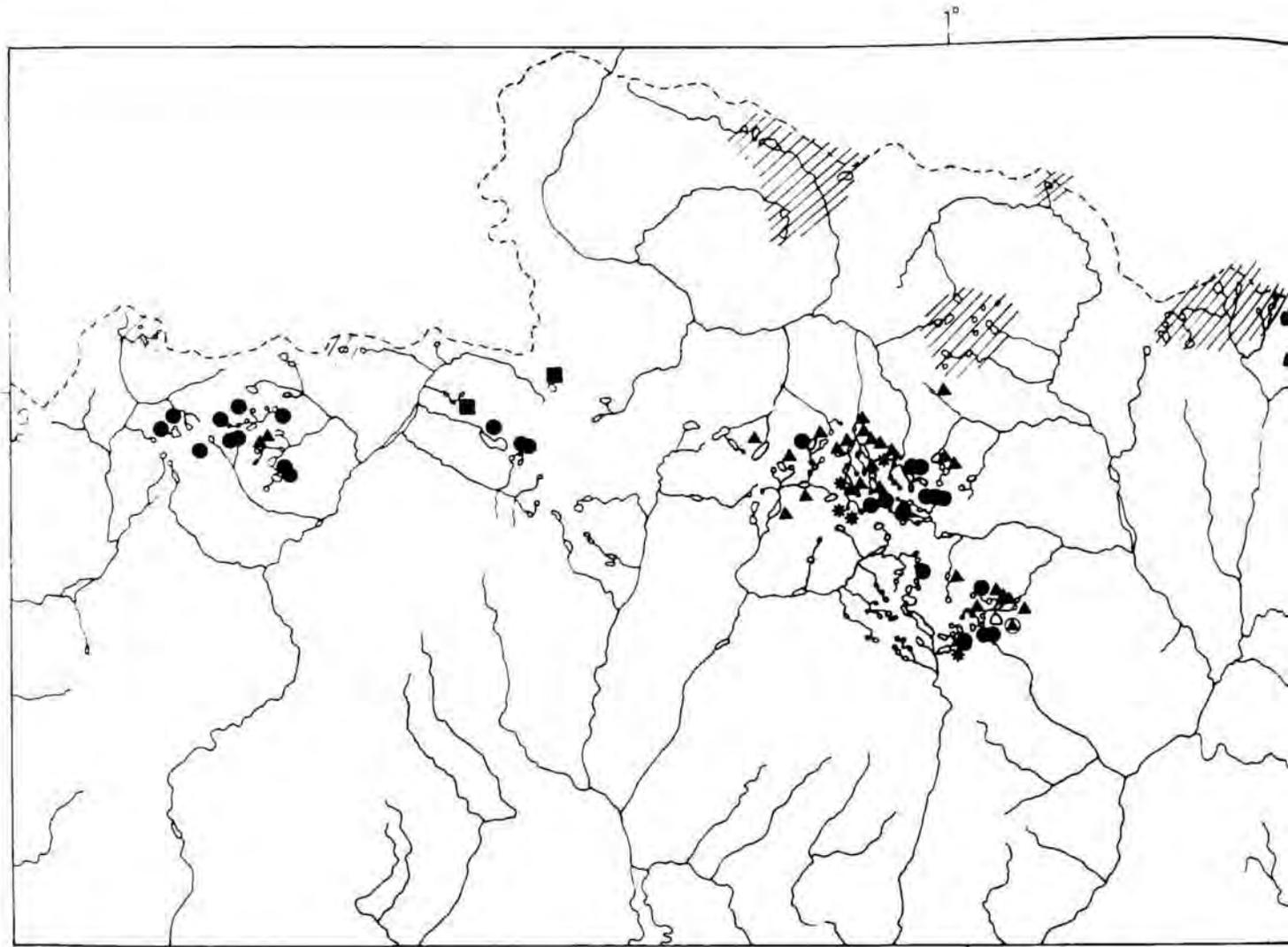
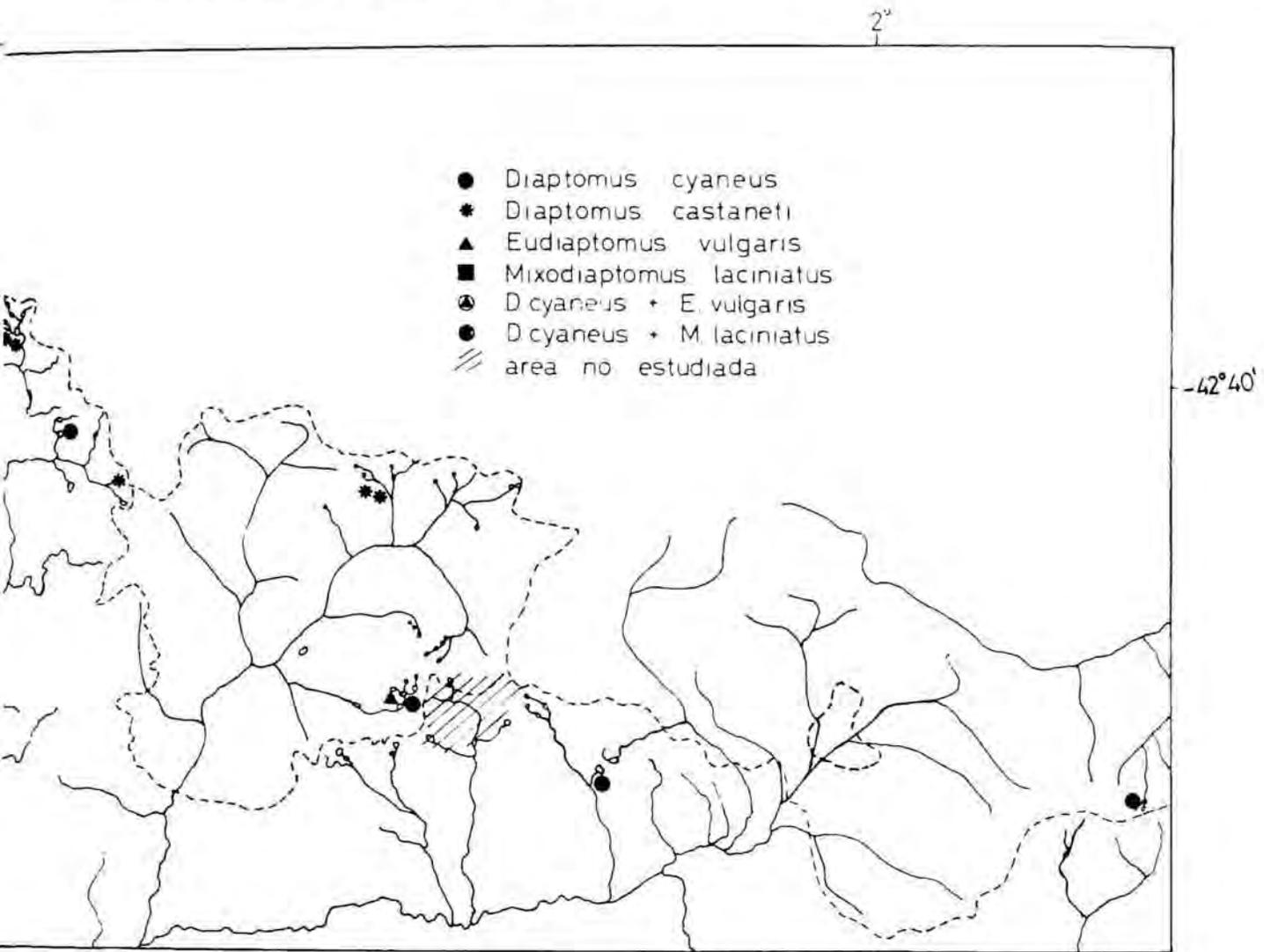


FIG. 2.— Distribución de las especies de diaptómidos en los lagos pirenaicos estudiados en el presente trabajo. (Se han añadido dos localidades para *D. castaneti* registradas por MARGALEF, 1952, en Andorra.) — Distribution of diaptomid species in the lakes of the Pyrenees studied (two more localities for *D. castaneti* in Andorra have been added from MARGALEF, 1952).



set, Negre de Boí, Llong). Estos últimos son originados por la acción diferencial de una lengua glaciaria sobre el valle debido a irregularidades del sustrato, formándose así lagos cerrados por barras rocosas a lo largo de los valles, frecuentemente subdivididos en una serie escalonada de rellanos en donde se hallan dichos lagos (lagos «paternoster» según el texto de HUTCHINSON, 1957, debido a su similitud con las cuentas de un gigantesco rosario). Podrían citarse como ejemplo los lagos del valle de Ratera: Amitges, a 2.320 m, Barbs, a 2.200, Ratera, a 2.120 y Sant Maurici, a 1.980 m. Faltan en los Pirineos los grandes lagos marginales tan importantes en otras cordilleras como los Alpes. Por ello, los lagos de los Pirineos son todos de pequeñas dimensiones, aunque algunos de los lagos de circo pueden ser muy profundos (Mar, 83 m; Certescans; 107 m).

Los lagos de la vertiente sur de los Pirineos se sitúan en su mayoría entre los 2.200

y los 2.400 m de altura (contrastando con la vertiente norte, en que la zona lacustre de máximo desarrollo está situado unos 100-150 m más abajo). La mayor parte están modelados sobre sustrato granítico y por encima del bosque, siendo el paisaje circundante más frecuente el prado alpino con manchas de *Rhododendron* y *Calluna*; sin embargo, se encuentra polen en abundancia en las aguas situadas en zona boscosa y también en las de más arriba. Muchos de los lagos tienen orillas más o menos turbosas.

Características ecológicas de estos lagos se pueden encontrar en diversos trabajos (MARGALEF *et al.*, 1976; MARGALEF, 1949; REY & CAPBLANCH, 1975). En la tabla 2 se dan para cada uno de los lagos algunas características. Las muestras estudiadas provienen de una estrecha y larga franja pegada a la frontera de España con Francia y Andorra, que va desde 2° 10' hasta 0° 25', con una latitud alrededor de los 42° 30' - 42° 50' (figuras 1 y 2).

TABLA 2.—Relación de los lagos muestreados con algunas características limnológicas, número de especies de crustáceos, tipo de comunidad zoplanctónica y composición específica (símbolos de las especies en la tabla 3 y al pie, valores de abundancia relativa según se definen en «Métodos»). La abundancia total (*) se refiere al número total de organismos encontrados en las diversas muestras: ++, muchos (>200); +, bastantes (25-200); -, pocos (<25).

N.º lago	Nombre	Valle	Altura	Superficie (Ha)	Profundidad (máx., m)	Fecha muestreo
1	Carançá # 1	Tet	2000	2,5		6-11-77
2	Carançá # 2	Tet	2000	< 1	< 2	6-11-77
3	Nuria	Freser	2000	1-2		16-10-76
4	Puigcerdá	Segre	1200	2,3	2,4	18-7-76
5	Guils	Segre	2250	8,1	15	5-7-76
6	Malniu	Segre	2250	2,9	25	2-6-75
7	Sec	Segre	2230	1	3	26-6-74
8	Engors # 1	Segre	2520	< 1	1	20-7-76
9	Engors # 2	Segre	2500	< 1	2	25-10-75
10	Llarg	Segre	2480	3,6		21-7-76
11	Aparellat d'abaix	Segre	2558	1,5		21-7-76
12	Aparellat de dalt	Segre	2560	1		21-7-76
13	Portella o Bull	Segre	2580	1	2	5-7-77
14	Major de la Pera	Segre	2360	3,6	7	13-8-76
15	Petit de la Pera	Segre	2305	1,8	5,5	13-8-74
16	La Pleta	Madriu (Valira)	2350	2-3		6-7-77
17	Vallcivera # 1	Madriu (Valira)	2289	1	< 2	6-7-77
18	Vallcivera # 2	Madriu (Valira)	2300	3-4		6-7-77
19	Estats	Vallferrera	2471	7-8		5-8-76
20	Sotllo	Vallferrera	2352	5,7	9	4-8-76
21	Port de Bouet	Vallferrera	2500	< 1		3-8-76
22	Baiiau, estanyet	Vallferrera	2420	< 1		7-8-76
23	Aguilo	Ribera de Cardós	2204	2-3	4	3-7-76
24	Romedo de baix	Ribera de Cardós	1998	10,4	26	8-8-76
25	Romedo de dalt	Ribera de Cardós	2108	12,5	26	6-8-76
26	Certescans	Ribera de Cardós	2234	61,2	107	6-8-76
27	Naorte	Ribera de Cardós	2150	4,3	22	11-8-76
28	Closell	Ribera de Cardós	2090	1,3	5	9-8-76
29	La Gola # 1	N. Pallaresa	2250	11,9		10-8-74
30	La Gola # 2	N. Pallaresa	2320	4,5		10-8-74
31	La Gola # 3	N. Pallaresa	2340	3,5		10-8-74
32	S. Gerber # 1	N. Pallaresa	2180	7-8	51	11-8-76
33	S. Gerber # 2	N. Pallaresa	2040	< 1	3	11-8-76
34	S. Maurici	Ratera	1900	20,6	25	12-8-76
35	Ratera	Ratera	2185	2,9	5	23-7-76
36	Barbs	Ratera	2195	< 1	2	18-9-77
37	Amitges bassa	Ratera	2360	< 1	1	18-9-77
38	Amitges gran	Ratera	2362	7,5	25	11-8-76
39	Amitges petit	Ratera	2362	2,5		18-7-76

List of sampled lakes with some limnological features, number of crustacean species, zooplankton community type and species composition (symbols for species in table 3 and as a foot note, indexes for relative abundance as defined in the text in «Métodos»). Total abundance (*) refers to total number of organisms found in the various samples: ++, many (>200); +, some (25-200); -, few (<25).

Tempe- ratura	Alcalinidad meq/l	Abundancia* total/Secchi	N.º especies crustáceos	Tipo de comunidad	Especies con su abundancia relativa
0	< 1	—	5 (6)	III a	Dcy(5) Cab(1) Esp(4) Dlo(+), Aaf(2) Csp(1)
0	< 1	—	5 (5)	I b	Cab(5) Avs(4) Dlo(4)
	< 1	—	2 (6)	I b	Avs(2) Ese(3) Pfi(+), Cst(+), Sve(4) Csp(2)
16	< 1	++	5 (8)	I b	Cab(3) Avs(+), Ese(4) Dlo(1) Are(+), Aaf(1) Csp(4) Gte(+), Apr(3) Fte(2)
10	0.2	++/4	1 (2)	I b	Cab(5) Agu(+), Pdo(5)
6.2	< 0.5	++/5	1 (4)	I b	Cab(4) Ese(+), Dlo(3) Apr(3) Klo(2) Pdo(4) Aov(1) Syn(1) Fco(+)
11	< 0.5	++	4 (4)	V	Cdi(5) Dad(2) Cab(1) Dlo(3)
21	< 0.5	—	1 (2)	I a	Cab(+), Csp(+), Bus(+)
5	< 0.5	—	1 (2)	I b	Cab(+), Dlo(+), Aaf(+)
8	< 0.5	—	1 (8)	I b	Cab(+), Esp(3) Mfu(1) Cst(+), Dlo(+), Agu(+) Ain(+), Csp(4) Tlo(+), Pvu(+)
12	< 0.5	—	2 (9)	I b	Cab(3) Esp(3) Mfu(+), Pfi(1) Dlo(2) Mhi(1) Aaf(+), Ana(+), Gla(1)
12	< 0.5	—	2 (7)	I b	Cab(3) Esp(2) Cst(+), Dlo(2) Mhi(1) Ain(2) Csp(1)
10	< 0.5	—	3 (6)	I b	Cab(4) Esp(2) Pfi(1) Dlo(2) Agu(+), Cre(1)
16	< 0.5	++/5	3 (7)	I b	Cab(3) Ese(+), Dlo(5) Blo(5) Ela(+), Aaf(+) Csp(1) Apr(2)
18	< 0.5	++/5	3 (7)	I b	Cab(3) Dlo(5) Blo(+), Ela(+), Ptr(+), Ppe(+) Apr(+), Kqu(+)
6	< 0.5	—	3 (5)	II a	Evu(2) Cab(3) Ese(3) Mfu(1) Dlo(2)
6	< 0.5	+	3 (6)	III a	Dcy(5) Cab(2) Dlo(1) Aqu(3) Aex(+), Csp(3)
	< 0.5	—	1 (7)		Ese(3) Mfu(2) Bzs(+), Smu(2) Ela(2) Csp(2) Ppe(3)
15	< 0.5	—	1 (1)	I b	Dpu(5)
15	< 0.5	—	3 (6)	III a	Dcy(2) Cab(1) Ese(3) Dlo(1) Aaf(2) Csp(4)
14	< 0.5	+	1 (3)	III b	Dca(4) Cst(+), Csp(3) Tlo(2)
16	< 0.5	—	(4)		Ese(3) Ain(2) Aaf(5) Csp(1)
4	< 0.5	—	1 (2)	I a	Cab(5) Cst(+)
14	0.07	+/9	5 (10)	III b	Dca(2) Cab(1) Avr(+), Ese(2) Cst(+), Hgi(1) Dor(+), Ela(+), Aaf(1) Csp(3) Edi(+), Llo(1), Lst(1) Cep(+)
16	0.01	—/12	2 (5)	I b	Cab(2) Cst(+), Hgi(5) Ela(1) Ssp(+)
10	< 0.1	—/20	4 (5)	III b	Dca(4) Cab(1) Dlo(+), Dob(3) Csp(3) Klo(+) Bus(+)
17	< 0.1	+/7	2 (2)	I a	Cab(1) Dlo(2) Apr(5) Klo(2) Pdo(3) Cun(4)
21	0.05	++/4	3 (4)	II a	Evu(3) Cab(1) Ese(+), Dlo(5)
14	< 0.5	—/9	2 (2)	I b	Cab(+), Dlo(+), Kqu(+), Pdo(+), Cun(4)
16	< 0.5	—/F	1 (1)	I a	Cab(+)
16	< 0.5	—/F	2 (2)	I b	Cab(+), Dlo(+)
14	< 0.5	+/10	3 (3)	II a	Evu(4) Cab(+), Dlo(4) Apr(1) Klo(2)
	< 0.5	++	2 (5)	II a	Evu(5) Dlo(1) Agu(+), Aex(+), Ptr(1) Apr(2) Klo(5) Pvu(+), Aov(1) Phu(1) Tro(+)
16	0.2	—/6	2 (8)	I b	Cab(4) Ese(+), Dlo(5) Blo(+), Ela(+), Aaf(+) Cla(1) Csp(+), Apr(3) Klo(+), Pvu(2) Edi(+)
10	0.09	—/F	3 (6)	I b	Cab(4) Ese(3) Cst(+), Smu(+), Ela(2) Aaf(1) Csp(3)
	< 0.5	+	2 (5)	I b	Cab(+), Ese(3) Dlo(5) Aqu(2) Aaf(5)
	< 0.5	++	2 (2)	I b	Cab(+), Dlo(5) Klo(+), Pdo(+)
13	0.08	—/11	3 (7)	III a	Dcy(2) Cab(3) Esp(1) Dlo(2) Ela(1) Aaf(1) Csp(2) Apr(5) Klo(2) Pdo(+)
16	0.2	—	2 (3)	I b	Cab(4) Cst(+), Dlo(3) Apr(2) Klo(5) Pdo(3) Avo(+)

N.º lago	Nombre	Valle	Altura	Superficie (Ha)	Profundidad (máx., m)	Fecha muestreo
40	Amitges mitjá	Ratera	2401	5,5		26-7-76
41	Llosa d'avall # 1	Ratera	2345	< 1	2-3	26-7-76
42	Llosa d'avall # 2	Ratera	2345	< 1	2	26-7-76
43	Munyidera	Ratera	2231	5		17-7-76
44	Port de Ratera # 1	Ratera	2470	1		26-7-76
45	Port de Ratera # 2 ^T	Ratera	2530	< 1		4-8-76
46	Port de Ratera # 3 ^T	Ratera	2550	1		28-7-76
47	Port de Ratera # 4	Ratera	2550	2-3		28-7-76
48	Port de Ratera # 5	Ratera	2480	1		17-7-76
49	Negre	Paguera	2334	52	70	10-8-76
50	Tort	Paguera	2330	} 51 + 52	10	24
51	Trullo	Paguera	2326			
52	Trescuro	Paguera	2170	5,5	4	23-7-76
53	Cap de Port	Paguera	2525	7,5	24	18-7-76
54	Ferro	Paguera	2500	1-2		18-7-76
55	Llastra	Paguera	2400	2,1	16	18-7-76
56	Coveta	Paguera	2400	2,3	10	10-8-76
57	Cabana	Paguera	2400		10	20-7-76
58	Amagat	Paguera	2600	2-3		21-7-76
59	Fongero	Paguera	2500	2-3		24-7-76
60	Serull	Paguera	2180	1-2		12-7-76
61	Monastero	Paguera	2180	2-3		12-7-76
62	Frescau # 1	Flamisell	2210	5		4-8-74
63	Frescau # 2	Flamisell	2215	< 1	< 2	4-8-74
64	Gento	Flamisell	2036	26,5	26	31-7-76
65	Tort	Flamisell	2190		28	31-7-76
66	Redo	S. Nicolau	2120	5-6	11	2-7-75
67	Llong	S. Nicolau	1980	8	12	7-8-76
68	Llebreta	S. Nicolau	1650	11	9	7-8-76
69	Dellui	S. Nicolau	2357	6	11	12-8-76
70	Nere	S. Nicolau	2295	4-5	44	1-7-76
71	Serrader	S. Nicolau	2125	4,5	16	11-8-76
72	Cavallers	N. de Tort	1782	47	75	25-7-76
73	Negre # 1	N. de Tort	2127	10,2	20	11-8-76
74	Negre # 2	N. de Tort	2138	< 1	< 2	15-7-74
75	Negre # 3	N. de Tort	2140	< 1	< 2	15-7-74
76	Mangades	N. de Tort	2360	9,5		16-7-74
77	Monges	N. de Tort	2405	17,2	44	11-8-76
78	Travesany	N. de Tort	2260		27	11-8-76
79	Xic de Travesany	N. de Tort	2240		5	11-8-76
80	Gelat	N. de Tort	2680			25-7-76
81	Bassa Riu Malo	N. de Tort	2425			25-7-76
82	Bassa Port Bonaigua	Garona	2060	< 1	2,5	11-7-76
83	Saburedo de dalt	Garona	2330	6,8	10	27-7-76
84	Major de Saburedo	Garona	2328	14,8	21	27-7-76

Temperatura	Alcalinidad meq/l	Abundancia* total/Secchi	N.º especies crustáceos	Tipo de comunidad	Especies con su abundancia relativa
10	0,09	+	2 (6)	I b	Cab(4) Esp(1) Dlo(3) Aaf(2) Aec(+) Csp(1) Apr(1) Klo(3) Cun(2)
	< 0,5	+	3 (5)	II a	Evu(4) Dlo(2) Smu(3) Aec(1) Csp(2)
	< 0,5	—	2 (2)	I b	Dlo(+) Smu(+)
15	0,08	—	1 (4)	I a	Cab(5) Avr(3) Ese(1) Aar(1) Csp(3)
	< 0,5	—	4 (7)	III a	Dcy(5) Cab(1) Avs(3) Ese(1) Aaf(1) Csp(3)
	< 0,5	+	2 (2)	V	Cdi(5)
	< 0,5	++	2 (3)	III a	Dcy(5) Dlo(3) Cpi(+)
	< 0,5	—	3 (6)	I b	Cab(5) Ese(3) Dlo(1) Dpu(1) Aaf(2) Csp(2)
	< 0,5	—	3 (6)	III a	Dcy(5) Cab(1) Esp(2) Dlo(1) Aqu(+) Csp(1)
15	0,1	—/14	4 (5)	IV a	Dcy(2) Evu(3) Cab(5) Dlo(4) Csp(+) Klo(2) Nsq (1) Pdo(4) Cun(1) Aov(1) Syn(1)
15	0,1	++/8	4 (7)	II a	Evu(4) Cab(4) Ese(+) Cst(+) Dlo(2) Smu(+) Aaf(+)
		++	3 (4)	II a	Evu(4) Cab(3) Ese(+) Dlo(3)
	0,2	+	4 (12)	II a	Evu(1) Cab(+) Ese(+) Dlo(1) Smu(5) Cqu(2) Aaf(1) Aec(1) Ptr(2) Sse(1) Apr(1)
15	0,1	—	3 (3)	I b	Cab(2) Hgi(5) Dlo(1)
	< 0,5	—	2 (3)	I b	Cab(5) Dlo(2) Aqu(2) Kqu(+)
	< 0,5	—	5 (8)	III a	Dcy(1) Cab(2) Avs(+) Ese(1) Hgi(5) Dlo(+) Aaf(3) Aec(2)
	< 0,5	—	4 (9)	III a	Dcy(1) Cab(2) Ese(2) Bzs(+) Dlo(4) Smu(3) Aaf(3) Aec(2) Csp(1)
	< 0,5	+	4 (7)	II a	Evu(5) Cab(1) Dlo(+) Smu(1) Ela(2) Aaf(1) Csp(1)
	< 0,5	+	3 (7)	III a	Dcy(4) Cab(2) Ese(+) Dlo(4) Aaf(2) Aec(1) Csp(2) Apr(1) Klo(1)
	< 0,5	—	2 (4)	I b	Cab(4) Ese(1) Dlo(5) Aaf(1) Apr(1)
	< 0,5	—	2 (4)	II a	Evu(4) Cab(2) Aec(1) Csp(3)
	< 0,5	—	2 (4)	I a	Cab(3) Avs(+) Bal(+) Csp(5)
	< 0,5	+	3 (6)	III a	Dcy(4) Cab(1) Ese(1) Dlo(+) Aaf(1) Cps(4) Apr(2) Pvu(1)
	< 0,5	++	3 (6)	III b	Dca(3) Cab(2) Ese(1) Dlo(5) Aec(+) Csp(1) Apr(+) Pvu(2)
	< 0,5	—	2 (4)	I b	Cab(5) Ese(+) Dlo(3) Cpi(3) Apr(1)
	< 0,5	—	2 (8)	I b	Cab(2) Ese(3) Mal(1) Cst(+) Bzs(+) Dlo(+) Ela (4) Aaf(3) Apr(1)
7,5	< 0,5	—	2 (2)	I b	Cab(2) Dlo(4)
16	0,1	+ /9	3 (6)	I b	Cab(3) Esp(2) Dlo(5) Blo(+) Aaf(+) Apr(2)
19	0,3	++/5	3 (4)	I b	Cab(3) Tpr(1) Dlo(5) Blo(+) Apr(1) Klo(+)
15	0,3	—	1 (1)	I a	Cab(5)
7	< 0,5	—	3 (3)	III a	Dcy(4) Cab(+) Dlo(2) Apr(2) Klo(1)
11	0,2	+	2 (2)	I b	Cab(2) Dlo(4)
	0,1	—	5 (9)	III a	Evu(2) Cab(4) Avs(2) Ese(+) Hgi(+) Dlo(3) Ela (1) Aaf(+) Csp(2) Apr(2)
12	< 0,5	+ /7	4 (7)	II a	Evu(4) Cab(2) Cst(+) Hgi(1) Dlo(1) Aaf(5) Csp(2) Klo(1) Pvu(3) Aov(1)
	< 0,5	—	0 (3)		Cab(3) Klo(2) Kqu(3) Nsq(+)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Cab(1) Klo(5) Ban(+)
15	< 0,5	—/9	4 (4)	II a	Evu(1) Cab(3) Hgi(1) Dlo(4) Apr(1) Klo(1)
12	< 0,5	—/13	3 (3)	III a	Dcy(3) Cab(1) Dlo(4) Apr(1)
	< 0,5	—	3 (6)	II a	Evu(1) Cab(4) Es(1) Dlo(2) Ela(2) Aaf(1) Apr(3) Klo(2)
	< 0,5	—	0 (4)		Ese(3) Ela(4) Aaf(4) Aec(3)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Avs(5)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Cab(+) Csp(+)
	< 0,5	+	3 (3)	II a	Evu(5) Cab(2) Dob(1)
	< 0,5	—	4 (9)	III a	Dcy(2) Cab(2) Avr(4) Esp(1) Dlo(2) Ela(2) Aaf(1) Aec(1) Csp(1) Apr(2) Klo(1)
	< 0,5	—	3 (9)	III a	Dcy(2) Avr(1) Esp(2) Mal(1) Hbre(+) Dlo(1) Ela(1) Aqu(1) Aaf(2) Apr(1)

N.º lago	Nombre	Valle	Altura	Superficie (Ha)	Profundidad (máx., m)	Fecha muestreo
85	Estany de dalt	Garona	2340	1,6	5	27-7-76
86	Sendrosa # 1	Garona	2240	1,3	5	10-7-76
87	Sendrosa # 2	Garona	2240	< 1	3	10-7-76
88	Mort	Aigoamotx-Garona	2185	13,1	16,5	30-7-76
89	Major de Colomers	Aigoamotx-Garona	2085	17,7	40	30-7-76
90	Llosa	Aigoamotx-Garona	1985	1,5	5	30-7-76
91	Cloro	Aigoamotx-Garona	2120	4,1	23	30-7-76
92	Manyera	Aigoamotx-Garona	2215	2,1	8	30-7-76
93	Obago	Aigoamotx-Garona	2242	12		30-7-76
94	Gargulles # 1	Aigoamotx-Garona	2107			29-7-76
95	Gargulles # 2	Aigoamotx-Garona	2117			29-7-76
96	Cabidornats	Aigoamotx-Garona	2250	5,1	10	28-7-76
97	Llong	Aigoamotx-Garona	2205	5,3	7	28-7-76
98	Rodó	Aigoamotx-Garona	2200			28-7-76
99	Port de Colomers # 1	Aigoamotx-Garona	2650			28-7-76
100	Port de Colomers # 2	Aigoamotx-Garona	2650			28-7-76
101	Port de Colomers # 3	Aigoamotx-Garona	2650			28-7-76
102	Port de Colomers # 4	Aigoamotx-Garona	2700			28-7-76
103	Port de Colomers # 5	Aigoamotx-Garona	2570			28-7-76
104	Port de Colomers # 6	Aigoamotx-Garona	2575			29-7-76
105	Port de Colomers # 7	Aigoamotx-Garona	2440			29-7-76
106	Estanyets del Port # 1	Aigoamotx-Garona	2420			29-7-76
107	Estanyets del Port # 2	Aigoamotx-Garona	2430			29-7-76
108	Estanyets del Port # 3	Aigoamotx-Garona	2400			30-7-76
109	Bergils	Aigoamotx-Garona	2280			30-7-76
110	Mar	Valarties-Garona	2225	46,5	83	20-8-76
111	Rius	Valarties-Garona	2360	21,7	27	25-7-76
112	Toro	Valarties-Garona	2190			11-8-77
113	Llauset	N. Ribagorzana	2125	6,6	11	9-7-74
114	Anglios # 1	N. Ribagorzana	2238	≈ 4		
115	Anglios # 2	N. Ribagorzana	2360	≈ 5		
116	Vallhiverna	Vallhiverna	2480	7-8		22-10-73
117	Llosas # 1	Vallhiverna	2493	≈ 5		22-10-73
118	Llosas # 2	Vallhiverna	2560	≈ 2		22-10-73
119	Coronas # 1	Vallhiverna	2570	3-4		12-8-76
120	Coronas # 2	Vallhiverna	2725	3-4		10-8-76
121	Cregüena	Esera	2657	30-40		26-8-73
122	Alba	Esera	2330	2-3		21-8-73
123	Gurgutés	Esera	2318	2-3		29-8-73
124	Escarpinosa pequeño	Estos	1840	1-2		4-8-76
125	Escarpinosa	Estos	2040	2-3		5-8-76
126	Bastiselles # 1	Estos	2240	≈ 4		4-8-76
127	Bastiselles # 2	Estos	2330	1-2		9-8-73
128	Perramó	Estos	2270	≈ 4		5-8-76
129	Tartera de Perramó	Estos	2340	2-3		5-8-76
130	Alto	Eriste	2550	4-5		5-8-76
131	Abaixo	Eriste	2425	2-3		5-8-76
132	Posets	Eriste	2570	≈ 5		5-8-76
133	Alforjas	Eriste	2401	≈ 4		6-8-76
134	Llardoneta	Eriste	2680	2-3		5-8-76
135	Millares	Millares	2390	9-10		4-8-76

Tempe- ratura	Alcalinidad meq/l	Abundancia* total/Secchi	N.º especies crustáceos	Tipo de comunidad	Especies con su abundancia relativa
18	< 0,5	—	2 (6)	I b	Avr(1) Esp(3) Mfu(2) Dlo(+) Aaf(3) Aec(1)
	< 0,5	—	1 (2)	II a	Evu(4) Esp(5)
	< 0,5	++	5 (6)	III b	Dca(4) Avs(3) Dlo(2) Smu(2) Cqu(3) Csp(3)
	< 0,5	+ / 7	2 (2)	II a	Evu(3) Dlo(1) Klo(3) Kqu(1) Pvu(1) Aov(1) Phu(1)
16	< 0,5	— / 6	2 (2)	I b	Cab(4) Dlo(3) Apr(1) Klo(1) Kqu(1) Pvu(1)
23	< 0,5	++ / F	3 (3)	II a	Evu(4) Cab(3) Dlo(4)
	< 0,5	+	4 (8)	II a	Evu(2) Cab(3) Esp(1) Mfu(1) Dlo(1) Smu(2) Ela(+) Aaf(2) Apr(+) Klo(2)
	< 0,5	+	4 (9)	II a	Evu(4) Cab(3) Ese(1) Mfu(2) Dlo(2) Smu(1) Ela(1) Aaf(+) Csp(1) Apr(2)
	< 0,5	—	5 (9)	I b	Ese(1) Mfu(+) Dlo(3) Smu(2) Mhi(3) Ela(1) Agu(+) Aaf(3) Csp(+) Apr(1)
	< 0,5	+	4 (5)	II a	Evu(5) Ese(1) Dlo(3) Smu(1) Aec(+) Klo(+)
	< 0,5	+	4 (6)	II a	Evu(5) Ese(+) Mfu(+) Dlo(2) Smu(1) Ela(+)
	< 0,5	+	3 (6)	II a	Evu(5) Ese(2) Smu(2) Aqu(+) Ptr(1) Csp(+)
	< 0,5	+	4 (10)	II a	Evu (2) Cab(1) Ese(1) Mfu(1) Dlo(3) Smu(+) Ela(2) Aqu(1) Ptr(+) Csp(2) Apr(3)
	< 0,5	—	2 (6)	II a	Evu(5) Ese(2) Dlo(5) Ela(+) Aaf(1) Csp(+)
	< 0,5	—	1 (1)	I b	Dlo(5)
	< 0,5	—	0 (3)		Ese(5) Aaf(1) Cpi(2)
	< 0,5	—	1 (1)	III a	Dcy(5)
	< 0,5	—	1 (3)	I a	Avs (+) Ese(5) Aaf(3) Csp(1)
	< 0,5	—	2 (3)	III a	Dcy(5) Ese(2) Dlo(1)
	< 0,5	—	3 (7)	II a	Evu(5) Avs(2) Ese(1) Dlo(4) Aaf(4) Cla(1) Cpi(2)
	< 0,5	—	2 (3)	III b	Dca(5) Dlo(1) Aaf(3)
	< 0,5	—	2 (2)	III b	Dca(5) Dlo(1)
	< 0,5	—	2 (3)	III b	Dca(4) Avs(2) Csp(3)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Avs(+)
	< 0,5	—	2 (2)	I b	Cab(+) Dlo(+)
	< 0,5	+	4 (6)	II a	Evu(4) Cab(1) Avs(2) Dlo(+) Aaf(1) Csp(1) Klo(1)
16	< 0,5	—	1 (2)	I b	Dlo(+) Aec(+)
	> 1	+	2 (3)	II b	Mla(5) Cab(2) Aaf(3)
	< 0,5	— / F	1 (3)	I a	Cab(4) Ese(2) Bzs(+) Klo(5)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Cab(5)
	< 0,5	—	2 (3)	I b	Cab(5) Dlo(3) Csp(1)
	< 0,5	+	2 (4)	I b	Cab(4) Dlo(3) Aaf(1) Csp(1) Pdo(5)
	< 0,5	—	2 (3)	I b	Cab(4) Dlo(3) Aaf(+) Klo(5) Pdo(1)
	< 0,5	—	2 (2)	I b	Cab(5) Dlo(3) Klo(1)
	< 0,5	—	2 (3)	III a	Dcy(3) Cab(2) Ese(2) Edi(1)
	< 0,5	—	2 (4)	III a	Dcy(4) Cab(+) Ese(5) Csp(2)
	< 0,5	—	3 (3)	III a	Dcy(2) Cab(5) Dlo(2)
	> 1	+	1 (1)	II b	Mla(5)
< 0,5	—	2 (2)	I b	Cab(5) Dlo(3) Pdo(5)	
12	< 0,5	—	1 (6)	I a	Cab(1) Esp(3) Ela(2) Aqu(2) Aaf(4) Cla(3)
10	< 0,5	—	1 (5)	I a	Cab(+) Esp(1) Ela(1) Aqu(1) Aaf(5)
15	≅ 1	+	3 (5)	II a	Evu(5) Mfu(1) Dlo(2) Cqu(4) Aaf(2) Klo(1) Pdo(+)
13	≅ 1	+	3 (5)	II a	Evu(5) Cab(+) Dlo(3) Smu(1) Aaf(+)
14	< 0,5	+	4 (6)	III a	Dcy(5) Cab(+) Dlo(1) Dob(2) Aaf(4) Csp(4) Klo(1) Pdo(+)
12	< 0,5	+	2 (5)	III a	Dcy(2) Ese(+) Dlo(4) Aaf(3) Csp(5) Klo(+)
11	< 0,5	—	2 (4)	III a	Dcy(4) Cab(2) Aaf(1) Csp(3) Apr(5) Klo(+)
13	< 0,5	—	2 (6)	III a	Dcy(4) Cab(2) Ese(3) Aaf(2) Ael(+)
13	< 0,5	—	3 (3)	III a	Dcy(4) Cab(2) Dlo(5)
	< 0,5	—	2 (4)	III a	Dcy(5) Dlo(2) Aaf(4) Csp(1) Apr(1)
	< 0,5	+	2 (3)	III a	Dcy(5) Bzs(+) Dlo(3)
	< 0,5	+	2 (5)	III a	Dcy(5) Ese(1) Dlo(1) Aaf(2) Csp(4)

N.º lago	Nombre	Valle	Altura	Superficie (Ha)	Profundidad (máx., m)	Fecha muestreo
136	Leners	Millares	2520	10-12		4-8-76
137	El Cao	Cinca	2271	5-6		9-8-76
138	Ordiceto	Cinca	2380	32		7-8-76
139	Pineta o Marbore	Cinca	2600	18		12-8-76
140	Gelat Goritz	Cinca	2960	1-2		2-8-76
141	Yuans	Gállego	2595			18-7-76
142	Luniacha	Gállego	2405	1-2		18-7-76
143	Bramatuero inf.	Gállego	2285	14		18-7-76
144	Brachimaña inf.	Gállego	2171	≈ 30		18-7-76
145	Brachimaña sup.	Gállego	2205	40		17-7-76
146	Azul inf.	Gállego	2370	5		18-7-76
147	Azul sup.	Gállego	2410			18-7-76
148	Pesico bajo # 1	Gállego	2465	11		19-7-76
149	Pesico bajo # 2	Gállego	2450			19-7-76
150	Baños de Panticosa	Gállego	1636	6	14	19-7-76
151	Sabocos	Gállego	1905		25	22-7-76
152	Asnos	Gállego	1905		5	19-8-75
153	Estans	Aragón				20-8-75

Símbolos para las especies o subespecies que no constan en la tabla 3:

Dcy *Diaptomus cyaneus cyaneus*, Dad *D. c. admotus*, Avs *Acanthocyclops vernalis setiger*, Avr *A. v. robustus*, Tpr *Tropocyclops prasinus*, Cst *Canthocamptus staphylinus*, Bzs *Bryocamptus zschokkei*, Bal *B. alpestris*, Hbr *Hypocamptus brehmi*, Dpu *Daphnia pulicaria*, Sve *Simocephalus vetulus*, Alex *Alonella exigua*, Ana *A. nana*, Ael *Alona elegans*, Gte

Más allá de estos límites apenas se encuentran lagos, siendo las cumbres mucho más bajas. Para dar una idea más general del tipo y márgenes de las condiciones que presentan se han resumido dichas características en la tabla 1, a la que se han añadido algunas otras procedentes de un estudio más completo de una pequeña porción de estos lagos (datos de Campás y Vilaseca no publicados).

En su mayoría son lagos de alcalinidad muy baja, inferior a 0,5 meq/l, debido a su localización en sustrato granítico. En las zonas calizas no se encuentran prácticamente aguas estancadas; los pocos lagos más o menos situados en estas zonas o en sus proximidades presentan alcalinidades del orden de 1 a 2 meq/l. Este sustrato granítico poco soluble, así como la pobreza del suelo y el elevado flujo de agua de los lagos, hacen que la concentración de nutrientes sea baja. En su gran mayoría, pues, son lagos oligotróficos de producción muy escasa, inferior a 1 mg C/m³/hora. Sin embargo, algunos lagos pre-

sentan producciones de 5 o 6 mg C/m³/hora. En todos ellos hay grandes variaciones durante el curso del año, debido a las acusadas fluctuaciones de temperatura. La mayor parte de los lagos permanecen helados unos siete meses (diciembre a junio), y la temperatura superficial en verano oscila entre 5 y 21°C según la orientación, altitud y características morfológicas e hidrológicas de los lagos, siendo la termoclina muy poco pronunciada en la mayoría de ellos.

No existe una definición precisa entre charca y lago, lo que evidentemente es reflejo de la inexistencia de una delimitación en la realidad. Asimismo, no hay una clara diferenciación entre la composición específica de las comunidades zooplanctónicas en unos y otros tipos de aguas; quizá otros factores como flujo de agua y fluctuaciones de nivel, sean más importantes que el tamaño en sí de las masas de agua. Además, en este caso, al ser muestras litorales se encuentra, tanto en las charcas como en los lagos, una proporción elevada de especies propias del litoral.

Temperatura	Alcalinidad meq/l	Abundancia* total/Secchi	N.º especies crustáceos	Tipo de comunidad	Especies con su abundancia relativa
	< 0,5	—	2 (6)	III a	Dcy(2) Ese(2) Dlo(4) Aqu(1) Aaf(1) Csp(1) Apr(4)
14	< 0,5	—	1 (5)	I a	Cab(3) Ese(1) Aqu(+) Aaf(4) Csp(5)
	< 0,5	—	1 (2)	I a	Cab(5) Csp(4)
	< 0,5	—	1 (1)	I a	Cab(+)
	< 0,5	—	1 (1)	III a	Dcy(5)
10	< 0,5	+	3 (5)	IV b	Dcy(1) Mla(5) Ese(2) Dlo(1) Csp(+)
14	< 0,5	++	2 (5)	II b	Mla(4) Cab(3) Ese(2) Bzs(+) Aaf(1) Csp(3) Edi(+)
13	< 0,5	+	4 (8)	IV b	Dcy(1) Mla(3) Ese(1) Dlo(+) Aha(4) Aqu(2) Aaf(3) Csp(1)
12	< 0,5	+	5 (7)	IV b	Dcy(3) Mla(5) Cab(+) Ese(1) Dlo(1) Ain(+) Csp(+)
13	< 0,5	+	4 (7)	IV b	Dcy(3) Mla(5) Cab(2) Dlo(1) Aqu(+) Aaf(+) Csp(+)
7	< 0,5	—	3 (5)	III a	Dcy(5) Cab(1) Dlo(+) Are(+) Csp(4) Edi(+)
5	< 0,5	—	1 (4)	II b	Cab(2) Ese(3) Are(1) Csp(5)
7	< 0,5	—	1 (3)	II b	Mla(5) Ese(4) Csp(1)
9	< 0,5	—	1 (3)	II b	Mla(5) Ese(+) Csp(1)
11	0,4	+ / 7,5	3 (8)	II b	Mla(5) Cab(3) Ese(1) Mfu(2) Dlo(1) Mhi(+) Ela(1)
11	1,8	+ / 7,5	3 (5)	II a	Evu(5) Cab(4) Dlo(3) Kqu(+) Pdo(1) Aov(+)
20	1,9	+ / F	3 (3)	II a	Evu(4) Cab(3) Dlo(4) Apr(3) Pdo(2) Aov(1)
19	1,2	—	2 (2)	I b	Cab(4) Dlo(5)

Graptoleberis testudinaria, *Cre Ceriodaphnia reticulata*, *Sse Streblocerus serricaudatus*, *Ppe Polyphemus pediculus*, *Nsq Notholca squamula*, *Bus Brachionus urceolaris sessilis*, *Ban Brachionus angularis*, *Tio Trichocerca longiseta*, *Tro T. rouseleti*, *Fte Filinia terminalis*, *Fco F. cornuta*, *Pdo Polyarthra dolichoptera*, *Cun Conochilus unicornis*, *Aov Ascomorpha ovalis*, *Syn Synchaeta sp.*, *Phu Ploesoma hudsoni*.

Por ello, se incluyen sin distinción ambos tipos de ambientes en unas mismas tablas. Se incluyen también tres charcas temporales.

RESULTADOS

Se estudiaron unas 400 muestras recogidas por excursionistas y unas 100 recogidas por J. M. Vilaseca, L. Campàs y la autora, del Departamento de Ecología, procedentes de algo más de 170 lagos y charcas. La tabla 2 presenta la relación de los 153 lagos en los que por lo menos un organismo planctónico se halló en abundancia. Se incluye también un par de lagos sin organismos planctónicos pero de los que se disponía de varias muestras que presentaban una fauna litoral variada.

A pesar de la amplia gama de condiciones que presentan los lagos, tal como se observa en la tabla 1, la gran uniformidad en cuanto a la fauna planctónica y litoral de toda la zona resulta evidente. *Cyclops abyssorum* (EINSLER, 1975) y *Daphnia longispina* se en-

cuentran prácticamente en el plancton de todos los lugares, constituyendo una comunidad por sí solos o formando parte de otras comunidades más complejas. Igualmente, en la fauna litoral raras veces faltan *Eucyclops serrulatus*, *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* y *Alonella excisa*, que son normalmente los organismos más abundantes. Éstas serían las especies banales de los lagos de montaña europeos.

La similitud de la composición específica de los lagos de los Pirineos con los de los Alpes es extraordinaria, cuando no se consideran los diaptómidos. En la tabla 3 se hace una comparación de los resultados obtenidos con los de un trabajo similar consistente en la prospección de un buen número de lagos en los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951).

Se ha identificado un total de 48 especies de crustáceos (tabla 2), de las cuales 17 son copépodos, 29 cladóceros, 1 anfípodo y 1 anostráceo. De ellas sólo se pueden considerar verdaderamente euplanctónicas 6 espe-

cies de copépodos y 8 especies de cladóceros.

Como se ha expuesto anteriormente, el muestreo no era adecuado para los rotíferos; sin embargo, se registran también en la tabla 2 las 18 especies de rotíferos recolectadas, como dato adicional; 14 de ellas pueden ser consideradas planctónicas.

La comunidad zooplanctónica

Considerando únicamente las especies eu-planctónicas, las comunidades de los Pirineos son, en realidad, poco complejas. Su composición se reduce a 0, 1 o 2 especies de cada uno de los grupos de crustáceos si-

TABLA 3. — Lista de especies zooplanctónicas más frecuentes, ordenadas según su frecuencia, en los 153 lagos de los Pirineos estudiados aquí y en 170 lagos de los Alpes estudiados por TONOLLI & TONOLLI (1951). La frecuencia está expresada en tanto por ciento del número de lagos en que la especie estaba presente. Para los crustáceos de los lagos pirenaicos se hace constar la abundancia relativa media (según la valoración definida en «Métodos») que presenta la especie cuando se halla en una localidad, así como el símbolo correspondiente utilizado como abreviatura de la especie en la tabla 2. — *Zooplanktonic species ordered according to their frequency of occurrence in the 153 Pyrenean lakes studied here and in 170 alpine lakes of the Alps studied by TONOLLI & TONOLLI (1951). Frequency is expressed by percentages of the number of lakes in which the species occurred. For Pyrenean crustaceans an average of the indexes of relative abundance (as defined in «Métodos») when present and the symbols for the species (used in table 2) are added.*

P I R I N E O S				A L P E S	
Especie	Símbolo	Frecuencia	Abundancia	Especie	Frecuencia
CRUSTÁCEOS				CRUSTÁCEOS	
Cyclops abyssorum	Cab	69	2,4	Cyclops cf. abyssorum *	45
Daphnia longispina	Dlo	69	2,3	Daphnia longispina	44
Chydorus sphaericus	Csp	43+4	1,8	Chydorus sphaericus	31
+ otros Chydorus				Arctodiaptomus baccifer	31
Eucyclops serrulatus	Ese	35+10	1,7	Eucyclops serrulatus	26
+ E. speratus				(+ E. speratus?)	
Alona affinis	Aaf	39	1,7	Alona affinis	24
Diaptomus cyaneus		24	3,6	Acanthodiaptomus denticornis	8
Eudiaptomus vulgaris	Evu	21	3,6	Alonella excisa	8
Eurycercus lamellatus	Ela	14	1,2	Macrothrix hirsuticornis	8
Acanthocyclops vernalis		13	1,8	Alona guttata	6
Scapholeberis mucronata	Smu	11	1,5	Eudiaptomus vulgaris	4
Mixodiaptomus laciniatus	Mla	7	3,8	Acanthocyclops vernalis	4
Alonella excisa	Aex	7	+	Mixodiaptomus tatricus	4
Macrocyclus fuscus	Mfu	7	+	Alona quadrangularis	4
Alona quadrangularis	Aqu	7	1,4	Daphnia obtusa	3
Diaptomus castaneti	Dca	6	3,1	Heterocope saliens	2
Holopedium gibberum	Hgi	5	2,6	Ceriodaphnia reticulata	2
Alona guttata	Agu	3	+	Bosmina longirostris	2
Daphnia obtusa	Dob	3	2	Poliphemus pediculus	2
Peracantha truncata	Ptr	3	+	Tropocyclops prasinus	1
Bosmina longirostris	Blo	3	+	Ceriodaphnia quadrangula	1
Alona intermedia	Ain	3	+	Peracantha truncata	1
Ceriodaphnia quadrangula	Cqu	2	3	Graptoleberis testudinaria	1
Macrothrix hirsuticornis	Mhi	2	1,3		
ROTÍFEROS				ROTÍFEROS	
Asplanchna priodonta	Apr	24		Polyarthra vulgaris	29
Kellicottia longispina	Klo	21		Asplanchna priodonta	11
Polyarthra vulgaris	Pvu	15		Keratella quadrata	11
Ascomorpha ovalis	Aov	4		Euchlanis dilatata	10
Keratella quadrata	Kqu	3		Conochilus unicornis	9
Euchlanis dilatata	Edi	3		Lecane luna	8

* Cyclops strenuus en el original.

güentes: diaptómidos, ciclópidos y cladóceros, y a 4 o 5 especies de rotíferos (en muestreos con red fina). A las mismas conclusiones se ha llegado en cualquiera de los reconocimientos que se han hecho de zonas de alta montaña. PENNAK (1957) encuentra medias de 1,3 especies de copépodos, 1,6 especies de cladóceros y 4,8 especies de rotíferos en los lagos de montaña de Colorado, y ANDERSON (1971) da medias del orden de 1,7 especies de copépodos y 1,14 especies de cladóceros para los de las montañas Rocosas canadienses.

Atendiendo a las especies zooplanctónicas se observan cinco categorías claras de comunidades tal como ya se indicaba en un trabajo previo (MIRACLE, 1978) que se diferencian principalmente por la presencia de diaptómidos. Éstos son los que determinan el grado de complejidad de las comunidades, y cuando están presentes son normalmente especies dominantes, como se desprende de la tabla 3. Los 5 tipos de comunidades son, por orden de complejidad creciente (exceptuando la última), los que siguen (en los paréntesis se indica el tanto por ciento de frecuencia del tipo de comunidad encontrada):

- I. Comunidades sin diaptómidos (45,7)
 - 1 o 2 ciclópidos + 0 a 2 cladóceros
 - a) Sólo ciclópidos. *Cyclops abyssorum* (12,4)
(en muy pocas ocasiones el ciclópido dominante es *Acanthocyclops vernalis*).
 - b) *Cyclops abyssorum* + *Daphnia longispina* (33,5)
(con algún otro copépodo o cladóceros, sólo en muy raras ocasiones falta el copépodo)
- II. Comunidades con diaptómidos pequeños (24,2)
 - 1 diaptómido + 0 a 2 (media = 0,65) ciclópidos + 1 a 3 (media = 1,05) cladóceros
 - a) Con *Eudiaptomus vulgaris* (20,3)
 - b) Con *Mixodiaptomus laciniatus* (3,9)
- III. Comunidades con diaptómidos grandes (25,5)
 - 1 diaptómido + 0 a 2 (media = 0,9) ciclópidos + 1 a 3 (media = 1,1) cladóceros
 - a) Con *Diaptomus cyaneus* (20,3)
 - b) Con *Diaptomus castaneti* (5,2)
- IV. Comunidades con 2 diaptómidos de tamaño diferente (3,3)
 - 2 diaptómidos + 0 a 2 (media = 1) ciclópidos + 1 cladóceros
 - a) *Diaptomus cyaneus* + *Eudiaptomus vulgaris* (0,7)
 - b) *Diaptomus cyaneus* + *Mixodiaptomus laciniatus* (2,6)
- V. Comunidades de aguas temporales con anostráceo (1,3)
 - Chyrocephalus diaphanus* + 0 o 1 diaptómido + 1 ciclópido + 0 o 1 cladóceros

Tanto la frecuencia de los distintos tipos de comunidades como el número de especies de los distintos grupos de crustáceos en cada comunidad se han derivado de los datos de las muestras obtenidas, y no intentan ser una generalización sino unos resultados de unas muestras determinadas con las consiguientes deficiencias que pueda haber.

Las características ambientales que podrían asociarse a cada uno de estos grupos no están claras. Los diaptómidos pertenecen todos a especies en las que se ha comprobado la producción de huevos durables y que pueden encontrarse en charcas temporales. La presencia de diaptómidos no está claramente ligada a ninguna de las características estudiadas, a no ser el flujo de agua. Lagos de tasa de renovación elevada tienden a presentar comunidades del tipo I. La distribución de organismos planctónicos en otras áreas sugiere también un efecto importante del flujo de agua en el establecimiento de determinadas especies (*Arctodiaptomus laticeps* y *Holopedium gibberum*; Nilssen, 1974).

Como características generales de las diversas comunidades de diaptómidos podríamos considerar las siguientes:

- 1) La comunidad de tipo IV se ha encontrado siempre en lagos grandes y profundos.
- 2) La comunidad de tipo III se da en dos medios aparentemente diferentes. El ambiente más frecuente son lagos de superficie y profundidad grandes y con poca densidad de población. No obstante, es

propia también de masas de agua más reducidas, pero con poca densidad de población, situadas a gran altura en puertos, algunas de las cuales podrían ser temporales (en especial el tipo IIIb). El área media, considerando todos los ambientes, sería aproximadamente de 8 Ha y la altitud de 2438 m.

- 3) La comunidad de tipo II con respecto a la III se da en lagos de menores dimensiones (aunque hay excepciones, como el Estany de Mar) y a menor altitud. La densidad de población tanto de algas como de animales tiende a ser mayor. La superficie media resulta ser del mismo orden, 7-8 Ha, que la comunidad III, pero la altitud media muy inferior: 2120 m.

La distribución de estas comunidades refleja evidentemente la de las especies de los dos diatómidos más frecuentes: *D. cyaneus*, más característico de lugares altos (altura media 2434 m), dominante en el lago más alto muestreado (Gelat de Goritz, 2960 m), y *E. vulgaris*, más frecuente a altitudes más bajas (altura media, 2122 m). *E. vulgaris* y *Mixodiaptomus tatricus* en los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951) se encuentran también a altitudes medias considerablemente menores a las que se presentan los otros diatómidos de aquel sistema montañoso. *E. vulgaris* puede habitar en lugares bastante eutróficos (RØEN, 1957); así se observa también la tendencia de las comunidades de tipo III a aparecer en lugares más eutróficos que las comunidades de los otros tipos.

Distribución geográfica y consideraciones morfológicas sobre los crustáceos planctónicos más significativos

COPEPODA

Diaptomus cyaneus GURNEY, 1909

Es el diatómido más frecuente de los lagos de los Pirineos (fig. 2), y paradójicamente nunca había sido citado ni de la vertiente española ni de la vertiente francesa de estas montañas. En realidad, hasta la fecha se consideraba propio de África del Norte, ya que es frecuente en el Atlas de Marruecos y Argelia, en donde se encuen-

tran diferentes poblaciones de la especie (KIEFER, 1956). Fuera de esta área, sólo se había encontrado en localidades dispersas de Europa, una o dos poblaciones en cada una de las siguientes regiones: Córcega, Cerdeña, Francia (Camarga, Basse-Provence), Alpes marítimos, Dalmacia y Alemania. Todas estas poblaciones presentan diferencias y se les ha dado la categoría de especie o subespecie (HERBST, 1951; DUSSART, 1967; KIEFER, 1974). Recientemente se ha encontrado también en lagunas temporales españolas (Alonso, comunicación personal) y en Sierra Nevada (Cruz, comunicación personal). *D. cyaneus* resulta ser una especie de distribución mediterránea, y específicamente mediterránea occidental (fig. 3).

En los Pirineos se encuentran varias poblaciones morfológicamente diferentes, que se podrían agrupar en dos grupos principales. Uno comprendería las poblaciones halladas en la Cerdanya y Andorra, y otro estaría compuesto por las poblaciones del Pirineo Central. Las poblaciones de la parte oriental son similares a las del Atlas marroquí (KIEFER, 1956), a las de Dalmacia y a las de las lagunas temporales de España. Estas poblaciones corresponderían a la subespecie *admotus* propuesta por KIEFER

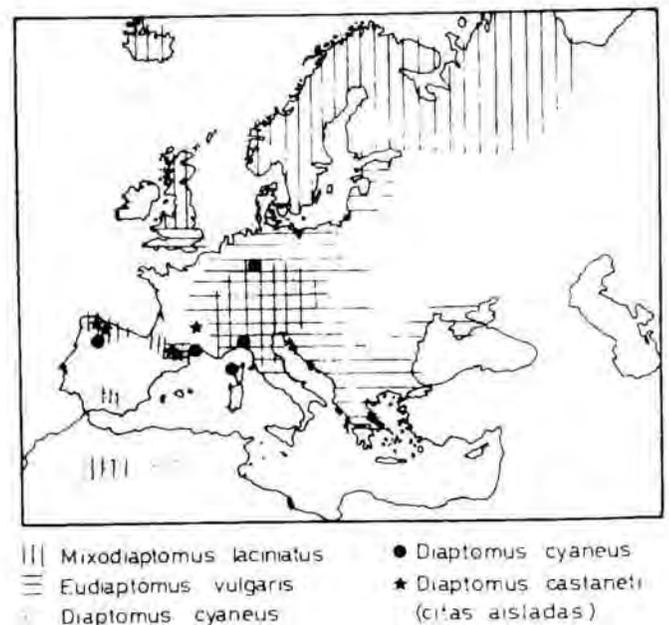


Fig. 3. — Distribución geográfica de las 4 especies de diatómidos encontradas en los Pirineos (basada principalmente en KIEFER, 1967; PIROCCHI, 1949; GURNEY, 1931, y DUSSART, 1967). — Geographical distribution of the four species of diatomids found in the Pyrenees (based mainly in KIEFER, 1967; PIROCCHI, 1949; GURNEY, 1931, and DUSSART, 1967).

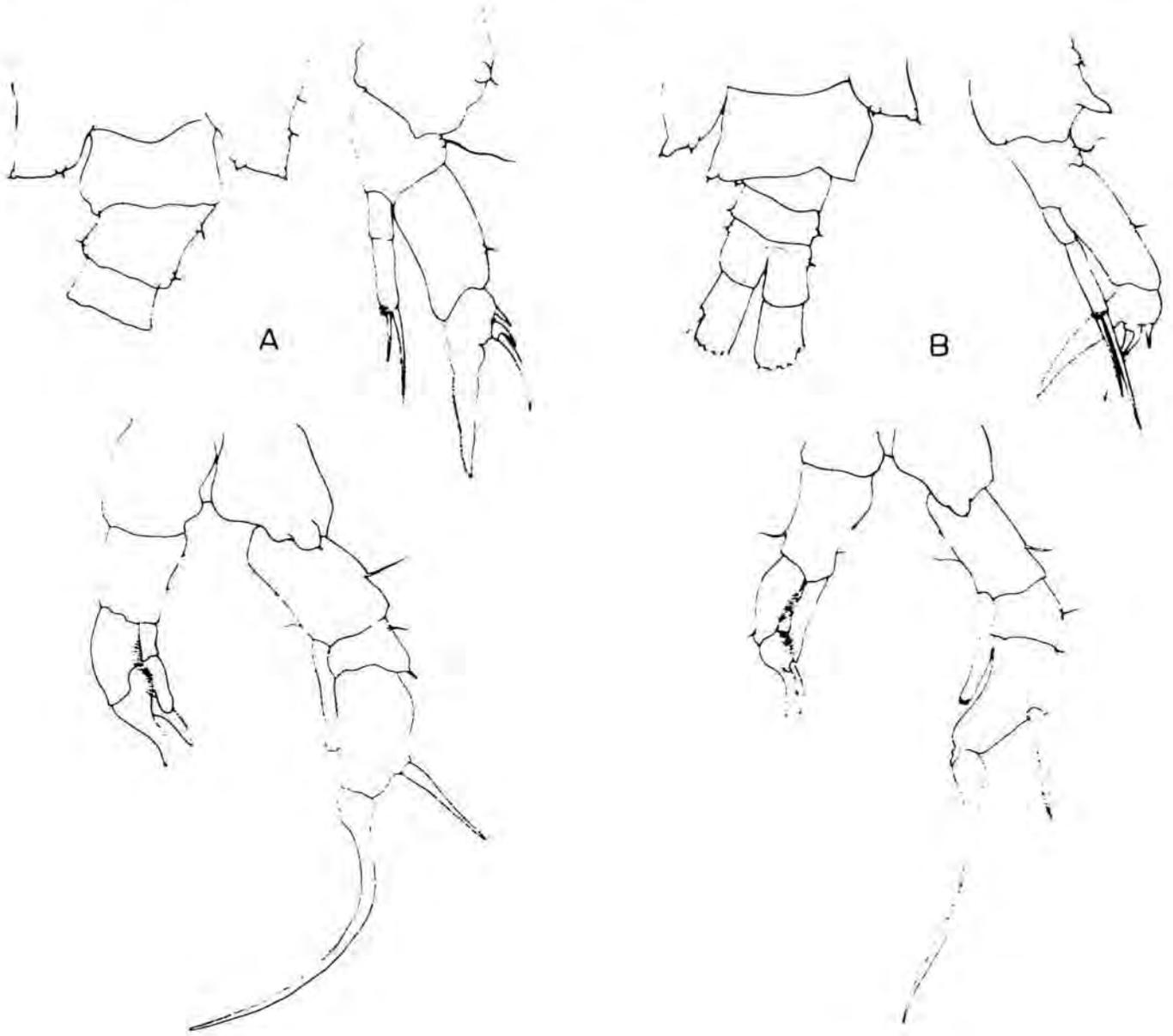


FIG. 4. — Comparación de las dos poblaciones diferentes de *D. cyaneus* encontradas en los Pirineos. Segmento sexual y quinta pata de la hembra y quinto par de patas del macho de A) la población de Carança (Cerdanya francesa) y B) la población del Ibón Alto (Possets, Huesca). Dibujos de M. Alonso. — Comparison between the two different populations of *D. cyaneus* found in the Pyrenees. Sexual segment and fifth leg of the female and male's fifth pair of legs of A) the Carança (French Cerdanya) population, and B) the Ibón Alto (Possets, Huesca) population. Drawings by M. Alonso.

(1974), particularmente la de una laguna temporal de la Cerdanya (Estany Sec), extraordinariamente similar a la de Santas Martas (NW de España), y que se diferencia de las otras de aguas permanentes en que la 5.^a pata derecha del macho tiene un endopodio más corto y la izquierda las espinas desiguales, una de ellas muy larga. Igualmente, las poblaciones más occidentales en realidad podrían dividirse en dos: 1) las del Pirineo de Lérida, con formas muy semejantes al diaptómido de los Alpes marítimos, *D. cyaneus peyraficaensis* (PIROCCHI,

1947; DUSSART, 1967) y también quizás a algunas poblaciones del norte de África (por ejemplo, las descritas de muestras argelinas por KIEFER, 1956), y 2) las del Pirineo de Huesca, con formas parecidas a *D. cyaneus rostripes* (HERBST, 1951) de Alemania. Éstas se diferencian de aquéllas porque las hembras tienen un segmento sexual muy asimétrico con dos procesos espinosos en la coxa y el macho presenta endopodios de mayor longitud en sus patas sexuales.

Los dos grupos principales presentan diferencias tan constantes y marcadas que deben

constituir dos especies diferentes (fig. 4). La tabla 4 indica algunas diferencias notables entre algunas medidas de las patas sexuales, siendo la más importante la inserción de la espina en el exopodio de la pata derecha del macho y la longitud de los endopodios con respecto a los exopodios en ambos sexos.

Algunos autores consideran la población alemana como especie diferente (HERBST, 1951; KIEFER, 1967), denominándola *D. rostripes*; quizá se podría ampliar dicha especie de manera que incluyera las formas de los Pirineos y la de los Alpes, y podrían dejarse como *D. cyaneus* las formas de las lagunas temporales y de la parte oriental de los Pirineos, que son las que en verdad presentan un color azulado (muy marcado al cabo de unos días de fijarlas con formaldehído).

Diaptomus castaneti BURCKHARDT, 1920

Especie descrita del lago de Sanabria y exclusiva hasta la fecha de los montes Cantábricos, los Pirineos y Auvernia (fig. 3). DUSSART (1969) distingue 2 subespecies, *D. castaneti castaneti*, que sería la forma de Sanabria, y *D. castaneti major*, la forma de Auvernia. En realidad, las poblaciones encontradas por nosotros en los Pirineos (fig. 2) corresponderían a la forma *D. c. major*, según las descripciones de aquel autor. Las características diferenciales respecto a la especie típica son: 1) base de la quinta pata izquierda del macho muy ancha, con una lámina hialina clara, y 2) endopodio de la quinta pata derecha del macho reducido (apenas mayor que el primer artejo del exopodio de la misma pata)

TABLA 4. — Algunos caracteres importantes de la estructura de las patas sexuales en la diferenciación de las poblaciones de *D. cyaneus*. Los números son longitudes medias en μm , de varios ejemplares procedentes de Andorra y Cerdanya y de otros tantos procedentes de Lérida y Huesca. — *Some important features of the sexual legs of D. cyaneus to differentiate populations. The numbers are the mean in μm for several individuals from Andorra and Cerdanya and from Lérida and Huesca.*

	Poblaciones orientales Andorra y Cerdanya		Poblaciones occidentales Lérida y Huesca	
	Muestras lago 1	Muestras lago 17	Muestras lagos 38, 49 y 56	Muestras lagos 128 130, 134, 140 y 144
Quinta pata ♀				
Exopodio 1. ^{er} segmento				
Borde externo	135	112	127	125
Borde interno	112	87	95	92
Endopodio				
Longitud total	95	75	115	105
Espina externa	102	80	137	115
Espina interna	51	42	107	71
Índice exopodio/endopodio	1,2	1,2	0,8	0,8
Quinta pata ♂ derecha				
Exopodio 2. ^o segmento				
Borde interno	95	80	137	125
Borde externo hasta inserción espina marginal externa	75	68	81	77
Distancia entre espinas	27	32	113	105
Endopodio	87	65	123	125
Índice: Exopodio/endopodio	1,1	1,2	1,1	1,0
Índice: Inserción espina/exopodio	0,8	0,8	0,6	0,6
P5 izquierda				
Exopodio 2. ^o segmento				
Longitud	30	25	42	48
Espina interna	55	50	63	65
Espina externa	40	40	53	51

y formado por un solo artejo. MARGALEF (1952) ya señalaba la similitud de las poblaciones andorranas de esta especie con la descrita por KIEFER (1926) en Marruecos, *D. kenitraensis*; lo único que parecía diferenciarlas era que el endopodio de esta última es muy corto y no sobrepasa el primer artejo del exopodio. Las poblaciones de tres pequeñas lagunas del Port de Colomers, situadas a bastante altura y quizá temporales, tienen el endopodio tan breve como el descrito para *D. kenitraensis*.

Es curioso destacar que las poblaciones de tenaza terminal pequeña de la pata izquierda del género *Diaptomus* han sido subdivididas en varias especies, a saber: *D. castor*, *D. castaneti*, *D. kenitraensis* DUSSART, 1969 (KIEFER, 1974), muy similares entre sí por caracteres tales como la inserción de la espina marginal externa del segundo segmento del exopodio de la 5.^a pata derecha del macho, y la longitud y número de artejos del endopodio de la misma. Estos caracteres son mucho más diferentes entre las diversas poblaciones de los diaptómidos de tenaza larga, *D. cyaneus*, que no se ha subdividido. Es evidente que la taxonomía de las formas del género *Diaptomus* para Europa occidental necesita una revisión.

Además, algunos caracteres utilizados en las claves taxonómicas, como las diferencias de longitud entre las espinas de los endopodios de la quinta pata de la hembra, no son válidas dada la gran variedad existente en una misma población. Lo que está claro es que todas estas poblaciones del género *Diaptomus* son propias de las montañas de la parte más occidental del Mediterráneo y constituyen precisamente las formas que diferencian a éstas de los demás sistemas montañosos.

Eudiaptomus vulgaris SCHMEIL, 1897, *emend.* KIEFER, 1968

Especie común en Europa central, que no llega a las regiones boreales; más allá del norte de Alemania es rara y en Inglaterra sólo se encuentra en el sur (fig. 3). KIEFER (1968) hizo una revisión del género y separa especies tales como por ejemplo *E. padanus*, muy próxima a *E. vulgaris*, que restringe la

distribución de esta especie por el sur. Este autor reconoce que la forma de algunos lagos italianos correspondería a *E. padanus*. Sin embargo, la fig. 3 muestra la distribución según la «Limnofauna europaea» hecha por el mismo autor, pero anterior a la distinción de algunas especies (KIEFER, 1967).

En los Pirineos, *E. vulgaris* presenta una distribución marcadamente preferente por la mitad oriental de esta cordillera (fig. 2), siendo frecuente sobre todo desde el Noguera Ribagorçana (límite entre Cataluña y Aragón) hasta la Cerdanya. Las poblaciones encontradas en los Pirineos corresponden a la especie descrita como *E. vulgaris* en la revisión de KIEFER (1968) sobre el género. *E. padanus* se encuentra en los Prepirineos (lago de Isona), no considerados en este estudio.

Mixodiaptomus laciniatus (LILLJEBORG, 1889)

Es una especie borealpina de clara distribución atlántica (fig. 3), que se incluiría en el grupo de las lusitánicas. Es común en las montañas del NW de España; frecuente en Escocia, se extiende por la región escandinava, principalmente en la zona montañosa de Noruega (NILSSEN, 1976). Falta en la mayor parte de Europa central, encontrándose, sin embargo, en los lagos marginales de los Alpes, aunque no es frecuente en la alta montaña de esta cordillera. Se encuentra también en el Atlas y Sierra Nevada (algunos autores la consideran una forma o subespecie diferente).

En los Pirineos (fig. 2) sólo se encuentra en la parte occidental de los mismos, por lo menos en la parte española, y no se ha encontrado nunca en Cataluña, siendo la localidad más oriental registrada el lago de Toro, situado justo en la frontera de Huesca y Lérida. En la vertiente francesa al parecer se extiende algo más hacia el este.

El *M. laciniatus* de los Pirineos corresponde a la descripción de la especie típica.

Cyclops abyssorum (*sensu* EINSLE, 1975)

Las especies del género *Cyclops* presentan multitud de formas de difícil separación. Los *Cyclops* de los Pirineos corres-

ponden todos a la especie *C. abyssorum*, según la completa revisión de EINSLE (1975) sobre el género en la que, además de análisis morfológicos, se incluían otros tipos de estudios, como los del cariotipo. Dentro de esta especie, hay, sin embargo, infinidad de ecotipos y subespecies, algunas de ellas con nombre asignado desde antiguo y reconocidas en diversos sistemas lacustres. Otras, en cambio, son propias sólo de un lugar determinado o bien son difíciles de separar de otras formas y se tiende a no valorarlas.

Es evidente que en los lagos de los Pirineos existen poblaciones diferentes de este copépodo. La mayoría de ellas corresponden a *Cyclops abyssorum tatricus* (EINSLE, 1975), antes considerado como especie diferente y denominada *C. tatricus* (LINDBERG, 1957; DUSSART, 1969). En realidad, ésta es la forma común también en los Alpes y al parecer la forma banal del género *Cyclops* en los lagos de montaña europeos (DUSSART, 1958)

Otra forma de este género encontrada ya anteriormente en los Pirineos (DUSSART, 1957) es *Cyclops abyssorum prealpinus* (LINDBERG, 1957), denominada también *C. strenuus prealpinus* (DUSSART, 1957) o *C. prealpinus* (DUSSART, 1969). La distinción en las poblaciones de los Pirineos entre *C. a. tatricus* y *C. a. prealpinus* no es muy clara, pero es evidente una marcada preferencia de formas más parecidas a esta última en los lagos grandes y profundos (Negre, Monges) de tipo de comunidad III o IV con *D. cyaneus*.

Enviadas varias muestras a Dussart, este especialista nos indicó la presencia de 3 poblaciones diferentes claras en estas aguas, las dos anteriores y una que constituiría un nuevo ecotipo o subespecie y que denominó *C. a. pyrenaicus*.

CLADOCERA

Daphnia longispina O. F. MÜLLER, 1875

Tal como ocurría con *C. abyssorum*, existe un conjunto de poblaciones muy próximas y muy difíciles de separar entre sí, que forman el grupo de las *Daphnia* sin pecten en las garras del postabdomen.

Las poblaciones de los Pirineos se incluirían todas en la especie típica *D. longispina*

(según la clasificación de JOHNSON, 1952; FLÖSSNER, 1972); sólo en raras ocasiones (lagos de Engors, Certescans, lago del Port de Colomers) se podría dudar de si las poblaciones se parecerían más a una *D. hyalina* atípica sin ciclomorfois. Enviadas varias muestras a HRBÁČEK, este autor consideró aquellas poblaciones como pertenecientes a *D. longispina*, haciendo constar que todas las poblaciones de los pequeños lagos de alta montaña de los Alpes y Apeninos corresponderían también a *D. longispina*, siendo *D. hyalina* propia sólo de los grandes lagos marginales de aquella cordillera.

Daphnia pulicaria (FORBES, 1803, *emend.* HRBÁČEK, 1959) y ***D. obtusa*** (KURZ, 1874, *emend.* SCOURDFIELD, 1942)

Son las especies de *Daphnia* con pecten en las garras del postabdomen que se encuentran en los Pirineos. Clasificadas con las claves de FLÖSSNER (1972) se han reconocido atendiendo principalmente: 1) a la reticulación laxa, consistente en estrías verticales en la cabeza de *D. pulicaria*, y 2) a la presencia de una serie de pelos largos y finos en el margen superior de las valvas por su lado interno en *D. obtusa*. Otros caracteres como la forma de la cabeza, longitud de la espina dorsal, etcétera, han sido también considerados.

Para distinguir la especie *D. obtusa* de las demás del grupo con pecten en las garras terminales, creo que el carácter más constante y fácil de observar (mucho más que el de la serie de pelos de las valvas, utilizado por FLÖSSNER, 1972) es la existencia de un ensanchamiento de la parte ventral de la cabeza por donde salen las primeras antenas; este carácter es el que se utiliza como diferencial en la revisión de SCOURDFIELD (1942).

En realidad, son especies de frecuencia rara y limitada a la parte más oriental de la zona estudiada.

Holopedium gibberum ZADDACH, 1855

Especie borealpina extendida por todo el hemisferio Norte. En Europa es frecuente en Escocia y Escandinavia, pero de distribución más restringida en Centroeuropa. En los

lagos de alta montaña de los Alpes es más bien rara.

En los Pirineos no es muy frecuente, pero se ha encontrado en diversos valles. Normalmente es muy abundante cuando se halla presente en una localidad. Siempre se ha encontrado en lagos de gran transparencia y alcalinidad o conductividad muy bajas (tabla 2). Su distribución parece estar muy restringida por factores ecológicos, concretamente por la concentración de calcio. La especie es bien conocida como indicadora de aguas muy pobres en calcio (SLADECEK, 1950; FLÖSSNER, 1972), y también de poco flujo (NILSSEN, 1974). En los Pirineos se encontraron unos pocos individuos en Cavallers, seguramente debido a los trasvases de aguas que realizan las centrales hidroeléctricas.

Chirocephalus diaphanus PRÉVOST, 1803

Es el anostráceo más común en Europa occidental, y es especie propia de aguas temporales dulces. En realidad, como muchas otras, no es una especie de montaña. Sin embargo, existen unas pocas citas de altitudes elevadas, una en los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951) y otra en los Cárpatos (MATHIAS, 1937). En España se había encontrado en una charca temporal de la Sierra de Guadarrama (MARGALEF, 1949, 1953) y lagunas temporales endorreicas del W (ALONSO, 1978).

En los Pirineos franceses ya se había citado anteriormente (DESPAX, 1913). Nosotros lo hemos encontrado en dos de las lagunas temporales estudiadas, una situada en la Cerdanya (Estany Sec) y otra en el puerto de Ratera, aunque en fechas dispares (junio en el Sec y agosto en Ratera). En ambos lugares formaba poblaciones de densidades importantes, la mayoría adultos, y presentando casi todas las hembras sacos ovígeros.

Las especies litorales

Los lagos de alta montaña, por sus pequeñas dimensiones y las características oligotróficas de sus aguas, contienen un número importante de organismos litorales que pueden encontrarse en el medio pelágico. De ahí que, en las listas de frecuencia de espe-

cies encontradas (REED & OLIVER, 1958; ANDERSON, 1974; TONOLLI & TONOLLI, 1951), tanto si se han elaborado a partir de muestras del litoral como si no, se obtiene entre las más frecuentes un buen número de especies que deberían ser consideradas litorales. Dejando aparte los rotíferos, la mayoría de estas especies son cladóceros y copépodos. Estos cladóceros, los mismos en todos los sistemas montañosos del hemisferio Norte, pueden ser especies cosmopolitas, que no son propias de montaña, como *Chydorus sphaericus*, una de las especies más frecuentes en todos ellos. Sin embargo, la mayoría son típicamente de alta montaña, frecuentes en todos los sistemas montañosos, pero que no se encuentran en las tierras bajas en las latitudes templadas, como la asociación *Alona affinis-Alonella excisa*, tan común en los Pirineos. En este tipo de especies podríamos incluir también *Alona guttata*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Polyphemus pediculus* y *Eurycercus lamellatus*, si bien esta última parece no ser tan frecuente en los Alpes. Los copépodos litorales, aunque presentan diferencias de un continente a otro, son generalmente banales, como por ejemplo *E. serrulatus* y *Macrocyclops fuscus*, que son eurioicos y cosmopolitas.

DISCUSIÓN

El medio lacustre de alta montaña, de condiciones extremas y marcadas fluctuaciones, alberga comunidades de escasa complejidad y de una uniformidad sorprendente. La uniformidad observada en la composición específica de las comunidades zooplanctónicas de los lagos de distintos valles de los Pirineos es también aparente en cualquiera de los estudios de extensas zonas en las que una parte de ellas corresponde a la alta montaña (ANDERSON, 1971, 1974; PATALAS, 1964; REED & OLIVER, 1958; NILSSEN, 1976). En todos ellos se observa que las zonas de lagos alpinos y subalpinos están pobladas por unas pocas especies muy frecuentes, seguidas luego por una serie más o menos larga de especies raras.

Sin embargo, lo que estos estudios han mostrado con más claridad es el marcado descenso del número medio de especies por lago cuando se comparan entre sí zonas de

baja a elevada altitud. REED (1964) y PENNAK (1957, 1958) comentan esto explícitamente, calculando medias de 2 a 3 especies de crustáceos y 4 a 5 de rotíferos planctónicos por lago, en los lagos de montaña de Colorado, lo que contrasta con valores mucho más altos (5 a 7 especies de crustáceos; PATALAS, 1964) en las áreas llanas vecinas. Resultados del mismo orden se obtienen en las Rocosas canadienses cuando no se incluyen las especies estrictamente litorales (ANDERSON, 1971, 1974 y 1976), que son los mismos que salen en los estudios de los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951) y en el presente trabajo.

La composición específica de los lagos de los Pirineos es extraordinariamente parecida a la de los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951), si se exceptúan los diaptómidos (tabla 4). En realidad, rotíferos y cladóceros son bastante similares en frecuencia y abundancia en todas las zonas montañosas del hemisferio Norte, por lo menos (Rocosas, Escandinavia, Alpes y Pirineos). Sólo las especies del género *Daphnia* difieren al ser mucho más frecuentes las del grupo *longispina* (sin pecten en las garras del postabdomen) con respecto a las especies con pecten en las garras del postabdomen en Europa que en las Rocosas. Sin embargo, los copépodos muestran grandes diferencias. Los ciclópodos grandes del género *Cyclops* (aunque ciclópodos de otras especies son comunes, como *Acanthocyclops vernalis*) faltan en las Rocosas y no hay ninguna similitud entre la fauna de diaptómidos de uno y otro continente, existiendo además, grandes diferencias entre los diaptómidos de los diferentes sistemas montañosos europeos.

Dejando aparte los diaptómidos, desde el punto de vista biogeográfico la mayoría de las especies que componen las comunidades se pueden catalogar de boreoalpinas de amplia distribución holártica. Algunas de ellas, de marcado carácter nórdico y muy frecuentes en los Pirineos, como *Eurycerus lamellatus*, *Holopedium gibberum* y *Kellicottia longispina*, parecen faltar o ser poco frecuentes en los Alpes (TONOLLI & TONOLLI, 1951). Las demás coinciden en frecuencia y abundancia en ambos sistemas montañosos.

Algunas especies, entre las más frecuen-

tes en todos los sistemas montañosos del Holártico, no tienen carácter alpino, como *Chydorus sphaericus* y *Acanthocyclops vernalis*, que se encuentran diseminadas por doquier.

En la parte más oriental de los Pirineos (Ribera de Cardós, Andorra, Cerdanya) hay una diversidad de especies algo mayor que en la parte más occidental (Huesca); por ejemplo, *Daphnia obtusa*, *D. pulicaria*, *Polphemus pediculus*, *Gammarus lacustris*, sólo se han encontrado en la parte oriental. Esto puede estar ligado con el hecho de que sea una zona quizá más antigua y de que muchos organismos llegaron a los Pirineos por la parte de levante, pasando los Alpes y las montañas de Auvernia.

Los diaptómidos son, sin duda alguna, las especies de más valor biogeográfico y las más características para cualquier tipología de las comunidades. Cualquier trabajo que intente tipificar extensas zonas (ANDERSON, 1974) o zonas a diferentes niveles altitudinales (PATALAS, 1964) se basa en las especies de diaptómidos. En este trabajo ha resultado que en altitudes moderadas y en aguas permanentes se establecen unas comunidades con *E. vulgaris* y *M. laciniatus*, y en aguas temporales o permanentes a mayor altura, las comunidades tienen como dominante un diaptómido del género *Diaptomus*, de mayor tamaño que los anteriores. En lagos grandes y profundos se pueden establecer comunidades con dos diaptómidos, uno de cada uno de aquellos tipos. Es de destacar una clara diferenciación en las poblaciones de *Diaptomus cyaneus*, que presenta formas muy distintas en la parte más oriental y más diversificada de la Cerdanya y Andorra.

Las especies del género *Diaptomus* individualizan este sistema montañoso con respecto a los demás sistemas europeos y le dan un carácter mediterráneo occidental; tanto *D. cyaneus* como *D. castaneti*, muy parecido o quizá sinónimo de *D. kenitraensis*, que se encuentra en el Atlas, serían especies propias de las montañas mediterráneas. Este elemento biogeográfico da un carácter mediterráneo claro a los lagos de los Pirineos.

Al parecer, todas estas especies derivan de *D. glacialis* del ártico o de *D. castor*. Podríamos decir que de la expansión hacia

el sur del género *Diaptomus* han quedado dos importantes núcleos de diferenciación en las montañas Cántabro-Pirenaicas y en el Atlas.

Las otras especies de diaptómidos corresponden a elementos biogeográficos totalmente distintos de los anteriores y entre sí. *Eudiaptomus vulgaris* representaría una distribución medioeuropea, es decir, se encuentra en las montañas alpinas de Europa y no se extiende mucho más allá hacia el N, faltando en la mayor parte de Escandinavia. *Mixodiaptomus laciniatus* sería un elemento ártico-alpino de distribución atlántica. La interpretación de la distribución presente de *E. vulgaris* en la mitad oriental y *M. laciniatus* en la occidental parece imposible de explicar si no se tienen en cuenta factores históricos y bióticos o de competencia. Estas dos especies tienen una distribución antagónica en otra área de convergencia, Inglaterra: *M. laciniatus* se encuentra en Escocia y en el norte, mientras que *E. vulgaris* sólo está en el sur de esta isla.

En los Pirineos, principalmente en la vertiente francesa, ha sido citada otra especie de diaptómido, *Eudiaptomus gracilis* (ANGELIER, 1961; DUSSART, 1957), que no se ha encontrado en las muestras examinadas en el presente trabajo.

La fauna de diaptómidos de los Pirineos es muy diferente de la de los Alpes, donde las especies dominantes son *Arctodiaptomus bacilifer*, *Acanthodiaptomus denticornis* y *Mixodiaptomus tatricus*, que faltan en los Pirineos.

Los diaptómidos de los Pirineos son especies en las que se ha comprobado la existencia de huevos durables y, en particular las del género *Diaptomus*, que pueden habitar charcas temporales. Esto se relaciona con las pequeñas dimensiones de los lagos pirenaicos y su carácter extremo y fluctuante.

Una de las conclusiones más interesantes de este trabajo, es que las especies de diaptómidos que confluyen en los Pirineos presentan distribuciones geográficas muy dispares, lo que está en favor de la importancia de los factores bióticos y de competencia en este grupo de crustáceos.

AGRADECIMIENTOS

Se debe agradecer en primer lugar el entusiasmo del Dr. R. Margalef en la planificación y organización de este proyecto, así como la colaboración del ICONA, en especial de A. López Lillo en la realización de los equipos de muestreo. Igualmente, a L. Campàs y J. M. Vilaseca, que están también estudiando los lagos de los Pirineos y me han facilitado gran cantidad de datos.

Se desearía reconocer aquí la colaboración de todas las personas y entidades que participaron en la recolección de las muestras, sin la ayuda de las cuales este trabajo no hubiera sido posible. De la gran cantidad de muestras que han llegado, muchas de ellas anónimas, se ha podido entresacar la siguiente relación de colaboradores:

—Unió Excursionista de Catalunya (UEC), principalmente Sección de Montaña. Se agradece especialmente la colaboración de su Presidente, J. Ramón.

UEC - Horta, en especial J. Soldevila y M. Pastó.

UEC - El Prat.

UEC - A. E. Verdaguer, en especial J. Lara.

—Centre Excursionista de Catalunya (CEC), en especial A. Borbonet, C. Janer y J. Abril.

—Agrupació Catalana Pica d'Estats.

—Campament de Caspe 1976. AGRUEC, en especial R. Algueró.

—Club Excursionista de Gràcia.

—A. E. Granollers.

—Agrupació Escolta Maragall. TRUC A.E. J. Balmes.

—Montañeros de Santa María de Zaragoza. Alcaire.

—Campamento Virgen Blanca 1976. Inter-campo B.

—Los siguientes biólogos y estudiantes de Biología: J. M. Vilaseca, L. Campàs, J. A. Marín, R. Guardans, M. Estrada, X. Martínez, A. Correu, S. Beltrán, M. Camps, A. Rey, R. Serarols, C. La Iglesia, D. Cuenca, J. Fernández, A. Salvador, J. Josa, M. Alonso.

SUMMARY

AND THEIR BIOGEOGRAPHICAL INTEREST. — Zooplankton samples from 170 lakes of the Spanish

AND THEIR BIOGEOGRAPHICAL INTEREST. — Zooplankton samples from 170 lakes of the Spanish

Pyrenees were collected with the help of hiking clubs and university students, mainly in a campaign in summer 1976. Data on species composition could be obtained from 153 of those lakes. The lakes are situated between 1650 and 2960 m in elevation and range from 0,5 to 61 Ha in surface and from 1 to 101 m in depth. They represent wide ranges of transparency, temperature, chlorophyll contents, trophic state, but are rather uniform for salinities and alcalinities, which are very low (alcalinities variate from 0,01 to 1,2 meq/l). A total number of 48 crustaceans were identified, 17 copepods, 29 cladocerans, 1 amphipod and 1 anostracean. Among them, only 6 copepods and 8 cladocerans can be considered euplanktonic. Main results are a striking uniformity of species composition throughout the whole area and a very reduced number of species per community, a mean of 2-3 crustaceans and 3-4 rotifers in the plankton. The same results are apparent from any study of alpine lakes. Communities were composed by 0, 1 or 2 species of each of the groups of crustaceans: diaptomids, cyclopoids and cladocerans, and 2 to 5 species of rotifers (when sampled with appropriate mesh). The most frequent species are *Cyclops abyssorum* (EINSLE, 1975), and *Daphnia longispina*, occurring in the 69 % of the lakes studied, which constitute a planktonic community by themselves (46 % of the lakes studied) or a part of more complex communities with diaptomids. The communities are grouped into five types on the basis of the diaptomid species present. Smaller species, *Eudiaptomus vulgaris* or *Mixodiaptomus lacinia-tus*, are dominant in permanent, not extremely high waters (24 % of the lakes studied) and *Diaptomus cyaneus* or *D. castaneti* are charac-

teristic of higher and more oligotrophic lakes or ponds and temporal waters (25 % of the lakes studied). In large and deep lakes a complex community with two diaptomids, *Diaptomus cyaneus* and one of the smaller forms, can be found (3,3 % of the lakes studied).

Specific composition of the zooplanktonic communities of the Pyrenees is strikingly similar to that of the Alps and also to other high mountain zones if diaptomids are not considered. Diaptomids differentiate the Pyrenean lakes zooplankton from that of other mountain systems of Europe and approximate them to the African Atlas zooplankton. The most common species in the Alps, *Arctodiaptomus baccilifer* and *Acanthodiaptomus denticornis*, are not found in the Pyrenees, where, instead, *Diaptomus cyaneus* of a marked Mediterranean character is the most frequent species. The species of the genus *Diaptomus* found in the Pyrenees, *D. cyaneus* and also *D. castaneti* (may be a synonym of *D. kenitraensis*) have a Western Mediterranean distribution. Their main populations are restricted to the Pyrenees and the Atlas. *D. castaneti* is also very similar to *D. castor*, a Northwestern European form. *M. lacinia-tus* occurs in the Western half of the Pyrenees and is a boreoalpine species with Atlantic distribution, not frequent in the high mountain lakes of the Alps, and frequent in Northwestern Spain, Scotland and Norway. *E. vulgaris* occurs in the Eastern part of the Pyrenees and is a middle European species.

The four species of diaptomids found in the Pyrenees belong to very different biogeographic distributions (fig. 3). This accounts for the importance of historical, biotic or competition factors in the community species composition.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M. — 1978. Nuevos hallazgos de anostráceos, (Crustáceos, Eufilópodos) en España. *Oecologia aquatica*, 3: 211-212.
- ANDERSON, R. S. — 1971. Crustacean plankton of 146 alpine and subalpine lakes and ponds in western Canada. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 28: 311-321.
- 1974. Crustacean plankton communities of 340 lakes and ponds in and near the National Parks of the Canadian Rocky Mountains. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 31: 855-869.
- ANDERSON, R. S. & GREEN, R. B. — 1976. Limnological and planktonic studies in the Waterton lakes, Alberta. *Can. Wild. Serv. Oc. Pap.*, 27. 41 pp.
- ANGELIER, E. — 1961. Les lacs d'Estibère: remarques sur le peuplement des lacs de montagne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 96 (1/2): 7-14.
- BURCKHARDT, G. — 1920. Zooplankton aus spanischen Gebirgsseen. *Zeitschr. F. Hydrol.*, 1: 123-135.
- DESPAX, R. — 1913. Sur la présence d'un Crustacé Phyllopoide dans les Pyrénées à une altitude élevée. *Bull. Soc. Hist. Nat. et Sci. Biol. Toulouse*, 46: 113-116.
- DUSSART, B. — 1957. Récoltes de Copépodes dans les Pynénées. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 117-121.
- 1958. Remarques sur le genre *Cyclops* s. str. *Hydrobiologia*, 10: 263-192.
- 1967. *Les copépodes des eaux continentales d'Europe Occidentale. Vol. I.* Boubée. Paris. 500 pp.
- 1969. *Les copépodes des eaux continentales d'Europe Occidentale. Vol. II.* Boubée. Paris. 292 pp.
- EINSLE, U. — 1975. Revision der Gattung *Cyclops* s. str. speziell der *Abyssorum*-Gruppe. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 32: 57-219.
- FLÖSSNER, D. — 1972. Kiemen und Blattfüsser, Branchipoda. Fischläuse. Branchiura. *Tierwelt Deutschlands*, 60: 1-501.
- GURNEY, R. — 1909. On the freshwater crustacea from Algeria and Tunisia. *J. Microsc. r. Soc. London*: 273-305.

- HERBST, H. V. — 1951. Neue und bemerkenswerte Copepoden (Crustacea) der Deutschen Fauna. *Zool. Anz.*, 147: 246-254.
- HRBÁČEK, J. — 1959. Über die angebliche Variabilität von *Daphnia pulex* Leydig. *Zool. Anz.*, 162: 118-125.
- HUTCHINSON, G. E. — 1967. *A treatise on limnology. Vol. 1.* Wiley, New York.
- JOHNSON, D. S. — 1952. The British species of the genus *Daphnia*. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 122(II): 435-462.
- KIEFER, F. — 1926. Diagnosen neuer Süsswassercopepoden aus Afrika. *Zool. Anz.*, 66: 262-269.
- 1956. Vergleichendmorphologische Untersuchungen an *Diaptomus cyaneus* Gurney 1909. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 9: 49-60.
- 1967. «Copepoda», En Illies, J. (ed). *Limnofauna europaea*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- 1968. Versuch einer revision der gattung *Eudiaptomus* Kiefer (Copepoda Calanoida). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 24: 9-160.
- 1974. — Revision der *cyaneus*-Gruppe der Gattung *Diaptomus* (sens. restr.). *Zool. Anz.*, 192: 279-288.
- 1974. Beitrag zur Kenntnis der *castor*-Gruppe der Gattung *Diaptomus* (sens. restr.). *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, 33: 209-218.
- LAGARRIGUE, J. — 1949. Le zooplancton du lac d'Orédon. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 84(1/2): 45-53.
- LINDBERG, K. — 1957. Le group *Cyclops rubens* (syn. *C. strenuus*). Gleerup, Lund. 335 pp.
- MARGALEF, R. — 1948. Flora, fauna y comunidades bióticas de las aguas dulces del Pirineo de la Cerdaña. *Monogr. Inst. Est. Pirenaicos*, 11: 1-226.
- 1949. La vida en los lagos de montaña de los Pirineos. *Pirineos*, 11-12: 5-30.
- 1949. Datos para la hidrobiología de la Sierra de Guadarrama. *P. Inst. Biol. Apl.*, 6: 5-22.
- 1952. La vida en las aguas dulces de Andorra. *Actas 1.º Congreso Int. del Pirineo. Inst. Est. Pirenaicos*: 1-107.
- 1953. Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. *Inst. Forestal de Invest. y Exper.*, Madrid. 243 pp.
- 1955. Contribución al estudio de la fauna de las aguas dulces del noroeste de España. *P. Inst. Biol. Apl.*, 21: 137-171.
- MARGALEF, R., CAMPÀS, L., MIRACLE, M. R., & VILASECA, J. M. — 1975. Introducción al estudio de los lagos pirenaicos. *Naturalia Hispanica*, 4, 47 pp.
- MATHIAS, P. — 1937. Biologie des Crustacés Phyllopoetes. *Act. Scient et Ind.* Hermann, París.
- MIRACLE, M. R. — 1978. Historical and ecological factors concurring in the distribution, biometry and fertility of planktonic crustaceans in Pyrenean lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 20 (en prensa).
- MONARD, A. — 1928. Note sur la faune de quelques lacs des Pyrénées. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 53(4): 243-261.
- NILSSEN, P. — 1976. Community analysis and altitudinal distribution of limnetic entomostraca from different areas in southern Norway. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 23: 105-122.
- PACAUD, A. — 1935. Contribution à l'étude de la répartition des Cladocères dans la région du Néouvielle (Hautes-Pyrénées). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 60: 153-168.
- PATALAS, K. — 1964. The crustacean plankton communities in 52 lakes of different altitudinal zones of Northern Colorado. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 15: 719-726.
- PENNAK, R. W. — 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. *Limnol. Oceanogr.*, 2: 222-231.
- 1958. Regional lake typology in Northern Colorado. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 13: 264-283.
- PIROCCHI, L. — 1947. Diaptomidi d'alta montagna. III. Il diaptomide di Pierafica (Alpi maritime). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 3: 469-476.
- REED, E. B. — 1964. Crustacean components of the limnetic communities of some Canadian lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 15: 961-699.
- REED, E. B. & OLIVER, J. R. — 1958. Altitudinal distribution of some entomostraca in Colorado. *Ecology*, 39: 66-74.
- REY, J. — 1968. Écologie des cladocères du massif de Néouville (Hautes Pyrénées). *Ann. Limnol.*, 4: 325-356.
- REY, J. & CAPBLANCH, J. — 1975. Dynamique des populations et production du zooplankton du lac de Port Bielh (Pyrénées Centrales). *Ann. Limnol.*, 11: 1-45.
- RØEN, U. — 1957. Contributions to the biology of some Danish free-living freshwater copepods. *Biol. Skr.*, 9: 1-100.
- ROY, J. — 1931. Copépodes et cladocères de la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Zool. France*, 56: 542-546.
- 1932. — Copépodes de la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Zool. France*, 57(2): 158.
- SCOURDFIELD, D. J. — 1942. The *pulex* forms of *Daphnia* and their separation into two distinct series represented by *Daphnia pulex* (de Geer) and *D. obtusa* Kurz. *Ann. Mg. Nat. Hist. Ser.*, 11: 202-219.
- SLADECEK. — 1951. Studie o zooplanktonu padrtskych rybníku a o perloocce *Holopedium gibberum*. *Rocpr. II. Tr. CES. Acad.*, 60: 1-51.
- TONOLLI, V., & TONOLLI, L. — 1951. Osservazioni sulla biologia ed ecologia di 170 popolamenti zooplanctonici di laghi italiani di alta quota. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 6: 53-136.