

BIOGEOGRAFIA DEL ZOOPLÀNCTON DELS LLACS DELS PIRINEUS

Maria-Rosa Miracle *

Rebut: febrer 1980

SUMMARY

Biogeography of the zooplankton from the lakes of the Pyrenees

Detailed surveys of zooplankton from more than 150 lakes of the Pyrenees yield the following biogeographical results. Widely dispersed groups such as Rotifers and Cladocera are represented in the Pyrenees by cosmopolitan species and also by species of a nordic or a boreoalpine distribution, and not by any which could be typical from more southern areas. Almost all boreoalpine species of Rotifers are represented but not all boreoalpine Cladocera have been found in the Pyrenees. Alpine lakes from the other mountain systems of the Peninsula have only cosmopolitan species of these groups.

Calanoid Copepods clearly differentiate the Pyrenees from the other European mountains, with only one boreoalpine species (**Mixodiaptomus laciniatus**), being the others European (**Eudiaptomus vulgaris**) or Western Mediterranean (**Diaptomus cyaneus** and **D. castaneti**).

The distribution of Calanoids would appear impossible unless historical and competitive factors are considered. Strong competition exists between **E. vulgaris** and **M. laciniatus** according to their distribution in the Pyrenees, the first one inhabiting the Eastern part of this mountains and the later one being restricted to the Western part. The calanoid species more frequent in the Pyrenees is **Diaptomus cyaneus**, species with a relict occurrence in Dalmatia, endorreic and litoral lagoons of the western Mediterranean countries and frequent in the Pyrenees and in the North African Atlas. In the Pyrenees the two forms: **D. c. cyaneus** and **D. c. admotus** have been found, the later exclusively in the East (Cerdanya). The other calanoid species, among the four present in the Pyrenees, is **Diaptomus castaneti**; it shows an even more restricted occurrence, with a few localities in the French Central System, in the mountains of Northwestern Spain and in the Eastern part of the Pyrenees. The presence of these **Diaptomus** species and the absence of the most frequent species of the Alpes and other European mountains give the Pyrenees a Western Mediterranean biogeographical character. Probably the isolation and extreme conditions of the lakes of the Pyrenees, all of them very small and at high altitudes (due to a less important glacial action than other European mountains) made their colonization difficult, competition and the first founder effect being very important. The lakes of the Pyrenees are then inhabited by few species of few dominant genera of planktonic crustaceans (mainly **Daphnia**, **Cyclops** and **Diaptomus**) showing a notable subspecific variability, and they are characterized by a rather relict calanoid fauna.

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

Els organismes del zooplàncton s'han considerat generalment cosmopolites, i tan sols en el grup dels diaptòmids i en unes poques espècies d'altres grups es troba una distribució que pugui considerar-se determinada per la història de la seva dispersió. No obstant això, l'estudi de la fauna planctònica de 153 llacs del Pirineu, majoritàriament de la vessant sud (MIRACLE, 1978), ha donat com a resultat una caracterització geogràfica d'aquesta serralada, ben separada de les altres muntanyes europees.

Els llacs estudiats volien cobrir la màxima extensió dels Pirineus, i van ésser mostrejats amb l'ajut d'excursionistes i estudiants de biologia, des de la vall de Núria a la de Panticosa, ja que les aigües estancades més enllà d'aquestes valls són molt escasses. Per donar idea de les zones cobertes, s'exposa a continuació una llista amb el nombre de llacs estudiats corresponents a les valls altes dels rius principals que baixen dels Pirineus:

Tet: 2
 Ter: 1
 Segre: 15
 Noguera Pallaresa: 43
 Flamisell: 4
 Garona: 31 (part espanyola)
 Noguera Ribagorçana: 19
 Cinca: 23
 Gállego: 12
 Aragón: 1

Dins del mateix programa s'han examinat mostres recollides a altres zones d'alta muntanya de la Península Ibèrica, principalment del Sistema Central, Sistema Ibèric, Serralada Cantàbrica i Serra Segundera.

RESULTATS D'INTERÈS BIOGEOGRÀFIC

Tractarem per separat cada un dels grups principals del zooplàncton perquè les característiques de dispersió de cada un d'ells són diferents. Exclourem els protozous, majoritàriament cosmopolites, i no mostrejats adequadament en el nostre treball, i ens centrarem en els següents grups: 1) rotífers, 2) cladòcers (ambdós partenogenètics i de vida curta, dies, poc importants des del punt de vista biogeogràfic, i 3) copèpodes (ciclòpids i diaptò-

mids, bisexuals i de vida més llarga, mesos). Els diaptòmids són el grup de més interès històrico-geogràfic entre tots els organismes planctònics d'aigua dolça i als que dedicarem més atenció.

Rotífers

Els rotífers més freqüents resultaren ser *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris*, *Kellicottia longispina* i *Ascomorpha ovalis*, els dos primers trobats en el 50 % de les mostres i els altres dos en un 25 % aproximadament. Les dues primeres espècies són cosmopolites, però les dues últimes tenen caràcter boreo-alpí, no havent-se trobat anteriorment a Espanya fora dels Pirineus, en cap mena d'aigües, excepte molt recentment a alguns embassaments propers a aquesta cadena de muntanyes. És interessant assenyalar que *Kellicottia longispina*, típicament boreo-alpina i lligada a aigües fredes i desmineralitzades, s'ha expandit a l'embassament d'Oliana i, recentment, al llac de Banyoles, d'aigües característicament dures. (Banyoles va ésser estudiat ja l'any 1946, i mostrejat per l'autora des de l'any 1970. Hi trobà per primera vegada a l'estiu del 1976 aquesta espècie.) *Kellicottia longispina* no s'ha trobat en cap de les altres zones lacustres de muntanya de la Península Ibèrica.

Deixant a part les altres espècies freqüents que són cosmopolites, habiten als Pirineus diferents espècies d'algun interès biogeogràfic, totes elles de distribució nòrdica i que no estan en altres llacs espanyols al sud dels Pirineus. Entre les que, fins ara, no s'han trobat a la península més que als Pirineus (MIRACLE, 1978), destaquen *Trichocerca longiseta*, *Lecane ligna* i *Filinia cornuta*, de caràcter boreo-alpí o, si més no, lligades a condicions d'aigües fredes i desmineralitzades.

A la part de la Cerdanya, i tan sols en aquesta banda oriental dels Pirineus, abunden dues espècies que podríem qualificar d'atlàntiques, com són *Ploesoma hudsoni* i *Conochilus unicornis*. Aquestes espècies semblen faltar als Pirineus Centrals, essent, en canvi, molt freqüents a les muntanyes del NW de la península. És a dir, a Espanya s'han trobat tan sols a la part est dels Pirineus i a la part oest de la cadena Cantàbrica i a la Serra Segundera.

Cladòcers

El cladòcer més freqüent, *Daphnia longispina*, es troba en un 70 % dels llacs estudiats, i és molt característic d'aquestes aigües alpines, però actualment s'ha estès per tots els embassaments de la península i és freqüent per tot Europa. A Espanya, fins fa poc sembla ser que es trobava principalment als Pirineus (MARGALEF, 1953, 1955), essent *D. pulex* i *D. obtusa* les espècies d'aquest gènere que colonitzaven les altres muntanyes del país. *D. longispina* té el caràcter d'una espècie d'expansió recent i presenta poblacions morfològicament bastant variables.

D'entre els cladòcers típicament planctònics, el que segueix en freqüència, trobat en un 5 % dels llacs, és *Holopedium gibberum*, indicador d'aigües pobres en calci i de marcat caràcter boreo-alpí. Aquesta espècie no havia estat trobada a Espanya abans, i probablement la seva ocurrència sigui limitada, en la península, al Pirineu de Lleida.

És interessant assenyalar que, com en el cas d'alguns rotífers, hi ha un grup d'espècies trobades només a les mostres de la Cerdanya; aquestes són *Daphnia obtusa*, *D. publicaria* i *Polyphemus pediculus*. Les dues últimes només han estat trobades a Espanya en aquesta regió i són de distribució boreo-alpina.

Les altres espècies de cladòcers que es troben als Pirineus són o bé cosmopolites o bé de distribució boreo-alpina. Entre aquestes últimes podem mencionar *Streblocerus serricaudatus* i *Eurycercus lamellatus*.

Copèpodes

El ciclòpid més abundant és *Cyclops abyssorum*, que es troba en un 70 % dels llacs. Igual que *D. longispina*, és una espècie amb expansió recent que està colonitzant gran part dels embassaments. *C. abyssorum* presenta un elevat nombre de formes de biometria clarament diferenciada, en són les més freqüents als Pirineus *C. a. tatricus* i *C. a. prealpinus*, característiques també de l'alta muntanya europea. *C. abyssorum* no era tant corrent a les altres muntanyes espanyoles, on és *Acanthocyclops vernalis* el dominant. *A. vernalis* és una espècie cosmopolita i eurioica; s'ha trobat als Pirineus en un 13 %

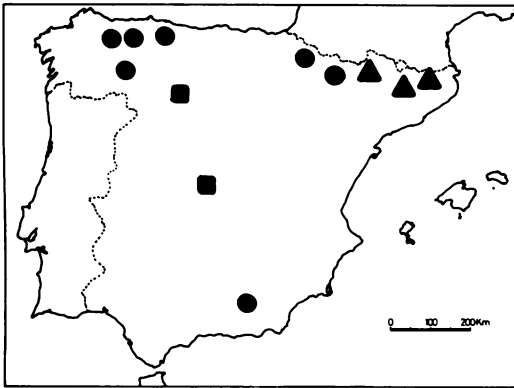
dels llacs estudiats, principalment els més alts i de condicions més desfavorables. En realitat, tant sols *C. abyssorum*, entre tots els ciclòpids trobats al Pirineu, té un caràcter eurosiberià.

Els diaptòmids són, d'entre tots els organismes del zooplàncton, els de més interès biogeogràfic. Als Pirineus s'han trobat quatre espècies que diferencien aquest sistema muntanyós de tots els altres. Per una banda, falten les dues espècies més freqüents als Alps i altres sistemes muntanyencs d'Europa (com són *Arctodiaptomus baccifer* i *Acanthodiaptomus denticornis*), i per l'altra són freqüents espècies del gènere *Diaptomus* de distribució limitada al Mediterrani occidental.

De les quatre espècies de diaptòmids que hem trobat al Pirineu dos són diaptòmids petits, *Mixodiaptomus laciniatus* i *Eudiaptomus vulgaris* i dos són grans, *Diaptomus cyaneus* i *D. castaneti*. Dins de cada un d'aquests grups les espècies s'exclouen, i es poden trobar, en els llacs grans, dues espècies de diaptòmids però de mides diferents.

Cap altra espècie de diaptòmid ha estat assenyalada al Pirineu, ni en els estudis fets a la banda francesa, a excepció tan sols d'una cita d'*Eudiaptomus gracilis* (DUS-SART, 1957) a una sola localitat. *D. gracilis* no consta com a citada als Pirineus en les distribucions de les diferents espècies compendiades recentment a la *Limnofauna europaea* (ILLIES, 1978). És més, en aquest recull figuren com citades al Pirineu tan sols tres espècies de diaptòmids: *E. vulgaris*, *M. laciniatus* i *D. castaneti*. De totes maneres, no seria d'estranyar que *D. gracilis* es trobés en alguns dels llacs, ja que és una espècie prou corrent al nord d'Europa i una de les poques espècies de diaptòmids europeus que s'estén fins a Amèrica del Nord (principalment Alaska).

Al Pre-pirineu, a l'estany d'Isona, he trobat *Eudiaptomus padanus*. Aquesta espècie té una distribució molt reduïda, limitada als llacs italians just al sud dels Alps. Una espècie molt pròxima a aquesta és *E. intermedius*, que es troba en àrees contigües als Apenins, a Iugoslàvia i al N de Bulgària. Aquestes espècies abans es consideraven com *E. vulgaris*, fins que en la revisió del gènere *Eudiaptomus*, KIEFER (1966) les va separar com a espècies diferents amb caràcters ben distintes. Totes les poblacions d'*Eudiaptomus* dels Pirineus corresponen a l'*E. vulgaris* típic. Quant a



- *M. l. laciniatus*
- *M. l. atlantis*
- ▲ *E. vulgaris*

FIG. 1. Distribució a la Península Ibèrica de les diferents subespècies de *Mixodiptomus laciniatus* i d'*Eudiaptomus vulgaris*. El nombre de símbols junts en una àrea vol ésser una indicació de la freqüència i extensió de l'espècie o subespècie. Distribution of the different subspecies of *Mixodiptomus laciniatus* and *Eudiaptomus vulgaris* in the Iberian Peninsula. The amount of symbols in each area is an indication of the frequency and extension of the subspecies.

E. padanus, a Espanya tan sols es coneix a la localitat d'Isona.

Eudiaptomus vulgaris i *Mixodiptomus laciniatus*

Aquestes dues espècies de diaptòmids presenten distribucions geogràfiques molt diferents i semblen excloure's fortament en els Pirineus (fig. 1). En conseqüència, *M. laciniatus* s'estén només pel Pirineu occidental (la localitat més oriental en la part espanyola és el llac de Toro, situat just a la divisòria entre les províncies d'Osca i Lleida) i *E. vulgaris* és freqüent en totes les regions de llacs a l'est d'aquesta divisòria. En la distribució mundial d'aquestes espècies també s'observen alterances d'aquest tipus; per exemple, a Anglaterra, on al nord és freqüent *M. laciniatus* i al sud es troba *E. vulgaris* (HUTCHINSON, 1967).

De fet, *M. laciniatus* és una espècie boreo-alpina amb caràcter atlàntic o lusitànic i *E. vulgaris* és una espècie europea,

molt corrent a Europa central i que no s'estén cap al nord ni cap a la Mediterrània. *E. vulgaris* a Espanya no es troba més que als Pirineus i recentment ha envaït un embassament proper, el pantà d'Oliana. *M. laciniatus* és molt abundant al NW d'Espanya, muntanyes Cantàbriques i es troba també al Sistema Central, Serra Nevada i Atlas. Les formes del Sistema Central (ORTIZ, 1957) i Atlas (KIEFER, 1979) són subespècies diferents, il·lustracions d'una diferenciació en els subambients que es troben en els extrems de la seva àrea d'expansió.

Ambdues espècies poden viure en un marge bastant ampli de condicions i sembla que la seva distribució estigui lligada a la història de la seva dispersió i a una forta competència entre elles, probablement avantatjosa per a l'espècie fundadora, és a dir, aquella que hagi pogut assolir primer una dominança en la més gran part dels llacs d'una zona determinada. Aquestes espècies conflueixen en les zones frontereres entre les seves àrees de distribució. Si aquestes zones estan caracteritzades per conjunts de llacs de petites dimensions, tal com és el cas dels Pirineus, no es dona la superposició de les poblacions d'aquestes dues espècies. En el cas dels Alps, l'existència de llacs marginals de mida considerable permet que en alguns dels més grans puguin coexistir aquestes espècies o espècies afins a elles. Per exemple, al llac Maggiore es troba *M. laciniatus* coexistent amb *E. padanus* (RAVERA, 1954, que és anomenat encara *E. vulgaris* en aquest treball). En canvi, en altres llacs tan sols una mica més petits, si bé alguns cops s'han trobat les dues espècies, després n'ha quedat només una. Tal és el cas dels llacs de Lugano i Como, on, a finals del segle passat o a principis d'aquest, s'hi trobaven juntes *M. laciniatus* i una espècie d'*Eudiaptomus*. Estudis posteriors (PIROCCHI, 1948), molt complets i a totes les èpoques de l'any, demostraren que a Lugano ja només vivia una d'aquestes espècies, *M. laciniatus*, i a Como es trobava únicament *E. padanus* (anomenat *E. vulgaris* en el treball de Pirocchi).

A la banda francesa dels Pirineus es troben també *M. laciniatus* (REY, 1975; DUSSART, 1957) i *E. vulgaris* (ROY, 1932). Han estat citats en llacs dispersos, mai coexistent en un mateix llac, estenent-se *M. laciniatus* més cap a l'est que a la banda espanyola.

Diaptomus cyaneus i *Diaptomus castaneti*.

Diaptomus cyaneus, mai no citat anteriorment en els Pirineus, en cap de les dues vessants, ha resultat ésser l'espècie de diaptomíid més freqüent a la part espanyola d'aquesta serralada.

Als Pirineus s'observen dues formes de *D. cyaneus*: *D. c. cyaneus* i *D. c. admotus*. Ambdues tenen una distribució molt reduïda (fig. 2), havent-se trobat la segona tan sols en dues localitats a Dalmàcia i en unes poques de l'Atlas marroquí (KIEFER, 1979). La forma típica és corrent a l'Atlas algerià i solament es coneixen les següents localitats europees: dues als Alps orientals, una a Còrsega una a Sardenya, una a la Camarga (sumaritzades en la revisió de KIEFER, 1978) i una altra registrada per l'autora a la baixa Provença (Petit Loucien) en unes mostres recollides per Guerrero i Abellà.

A Espanya, les formes de *D. cyaneus* han resultat ésser prou corrents; la forma típica es troba també a Sierra Nevada (CRUZ, comunicació personal) i a una llacuna endorreica de la província de Càdis (ALONSO,

comunicació personal). *D. c. admotus* és citada al Guadarrama (ORTIZ, 1957, fa uns dibuixos que es poden interpretar com a corresponents a aquesta subspècie) i recentment s'ha trobat en una llacuna endorreica de la província de Zamora (ALONSO, comunicació personal).

Al Pirineu, la forma típica de *D. cyaneus* és molt corrent per tota la serralada, i *D. c. admotus* està localitzat només a la part més oriental dels Pirineus, s'ha observat en les mostres de la Cerdanya (francesa i espanyola) i d'Andorra.

D. castaneti és una forma diferenciada de *D. castor* i molt pròxima al *D. kenitraensis* de l'Atlas, almenys ho són les poblacions dels Pirineus que hem estudiat. *D. castaneti* (fig. 3) és freqüent a la part oest de la cadena Cantàbrica i a la Serra Segundera (MARGALEF, 1955). Fora dels Cantàbrics i Pirineus, s'ha trobat només a l'Alvèrnia (DUSSART, 1967). Als Pirineus hi ha moltes poblacions que s'assemblen més a la forma major descrita per aquest autor (DUSSART, 1967) a l'Alvèrnia que a l'espècie típica descrita del llac de Sanabria, al NW

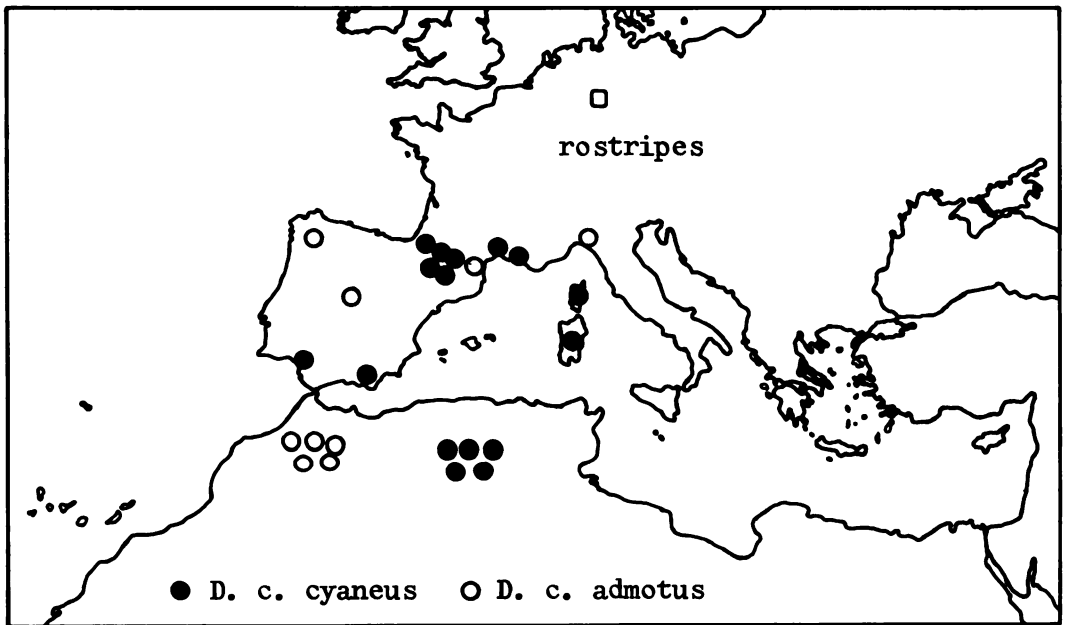


FIG. 2. Distribució mundial de les formes de *Diaptomus cyaneus*. S'indica també, l'única localitat coneguda de *D. rostriipes*, espècie extraordinàriament pròxima a *D. cyaneus*.
World distribution of the *Diaptomus cyaneus* forms. The only recorded locality of the close related species, *D. rostriipes*, is also indicated.

d'Espanya. L'espècie s'estén pels Pirineus des de la part més oriental fins als llacs de la província de Lleida, i no l'hem trobada en els llacs de la d'Osca.

D'un estudi biomètric, tot just iniciat, sobre les poblacions de *D. cyaneus* i *D. castaneti*, ha resultat una clara variació de la longitud de l'endopodit de la cinquena pota, que interpreto com una variació clinal respecte del contingut salí de les aigües; sobretot és molt notable la reducció de mida en les aigües temporals. Això fa que aquesta característica tingui poc valor taxonòmic. Per exemple, les poblacions de *D. castaneti* d'una sèrie de llacs de caire temporal dels Pirineus s'assemblen molt a *D. kenitraensis*, principalment pel caràcter utilitzat en les claus taxonòmiques: la longitud de l'endopodit de la cinquena pota dreta del mascle.

DISCUSSIÓ

Dels resultats exposats es desprèn que, deixant a part les cosmopolites, totes aque-

lles espècies del zooplàncton dels Pirineus d'algun interès biogeogràfic són de caràcter boreo-alpí en aquells grups d'ampla dispersió; però que en el cas dels diaptòmids tenen un caràcter mediterrani que separa aquesta serralada (o almenys la vessant espanyola) de totes les altres muntanyes europees.

Del grup dels rotífers es pot dir que es troben, en els Pirineus, quasi totes les espècies de distribució boreo-alpina, però del grup dels cladòcers i ciclòpids en manquen algunes, i són banals les més freqüents. La similitud de les freqüències de les espècies del zooplàncton d'aquests grups entre els Pirineus i els Alps s'ha fet palesa anteriorment (MIRACLE, 1978). Als altres sistemes muntanyencs de la península (taula 1) falten la majoria d'aquelles espècies boreo-alpines dels grups de més àmplia dispersió, i són poblades per espècies cosmopolites d'aquests grups. Respecte dels diaptòmids, *E. vulgaris* no es troba a les altres muntanyes de la península, però *D. castaneti* és freqüent al Cantàbric, *D. cyaneus* es troba a les munta-

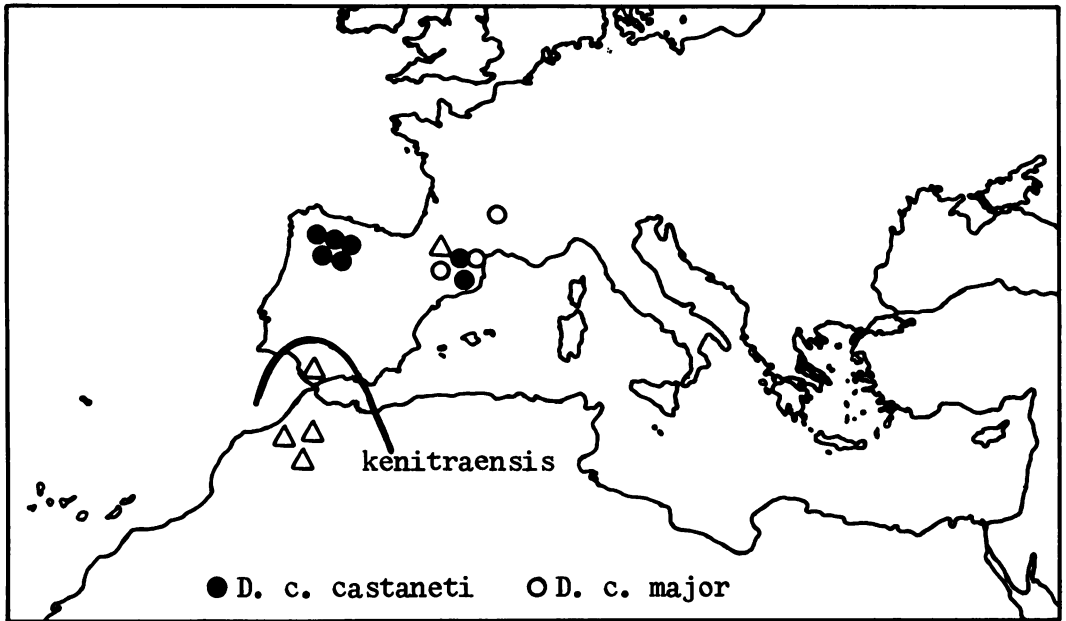


FIG. 3. Distribució mundial de les formes de *Diaptomus castaneti*. S'indica també l'àrea de *D. kenitraensis*, espècie molt pròxima a *D. castaneti*. World distribution of the *Diaptomus castaneti* forms. The area of the close related species, *D. kenitraensis*, is also indicated.

TAULA 1. Espècies del zooplàncton dels Pirineus d'interès biogeogràfic: quadre de presències en les diverses zones lacustres d'alta muntanya i en altres tipus d'aigües estancades dolces del país. +, presència freqüent; (+), presència molt rara, registrada com a màxim en una o dues localitats. Presence of the Pyrenean zooplanktonic species of biogeographic interest in the various high mountain lake areas and other types of freshwater masses of Spain (+, frequent, (+) rare, — absent).

	Cerdanya, Andorra, Valls Ferrera i de Cardós	Resta del Pirineu de Lleida	Pirineu d'Osca	Cantàbric S. Segun- dera	S. Central	S. Nevada	Llacunes endor- reiques	Embas- saments (MARGALEF et al., 1976)
<i>D. c. admotus</i>	+	—	—	—	+	—	+	—
<i>D. c. cyaneus</i>	+	+	+	—	—	+	+	—
<i>D. castaneti</i>	+	+	—	+	—	—	—	(+)
<i>M. laciniatus</i>	—	—	+	+	+	+	—	(+)
<i>E. vulgaris</i>	+	+	(+)	—	—	—	—	(+)
<i>C. abyssorum tatri- cus/prealpinus</i>	+	+	+	(+)	—	—	+	—
<i>D. longispina</i>	+	+	+	(+)	(+)	—	—	+
<i>H. gibberum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>D. obtusa</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>D. pulicaria</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. pediculus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. serricaudatus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>K. longispina</i>	+	+	+	—	—	—	—	(+)
<i>A. ovalis</i>	+	+	—	—	—	—	—	+
<i>T. longiseta</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>F. cornuta</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. hudsoni</i>	+	+	—	+	—	—	—	+

nyes del centre i sud i *M. laciniatus* a totes elles. Les muntanyes del centre, però, tenen un caire més antic i són poblades per subespècies poc freqüents de *M. laciniatus* i *D. cyaneus* (figs. 1 i 2).

Als Pirineus falten totes les espècies boreo-alpines del grup dels diaptòmids, exceptuant l'espècie de distribució atlàntica *M. laciniatus*; les dominants són espècies europees o de caràcter mediterrani occidental. Els llacs dels Pirineus de la vessant espanyola són de petites dimensions i estan situats a més altura que els de la vessant francesa o els dels Alps, a causa d'una acció glaciària més moderada. Això, sumat a les condicions extremes, dona lloc a un isolament marcat i forta competència, on les taxes d'immigració deuen ésser petites per a les espècies de dispersió reduïda i és important l'efecte de primer fundador.

Probablement, després dels diferents períodes glaciars, les espècies, més o menys diferenciades, tornaven a colonitzar els llacs recent formats. Així veiem una diferenciació important a nivell subespecífic en els *Cyclops* del grup *abyssorum* i en les *Daphnia* del grup *longispina*. Una diferenciació més important la tenim en els diap-

tòmids, que en el nostre país la podem il·lustrar amb les espècies i subespècies dels gèneres *Diaptomus* i *Mixodiaptomus*, que en la seva expansió cap al sud es van anar diferenciant.

Probablement, la disjunció de *D. castaneti* i *D. c. admotus* sigui deguda a un acantonament d'aquestes formes cap a l'est (Cerdanya, Andorra o llacs temporals de Lleida) i cap a l'oest (el NW d'Espanya), essent substituïdes entre mig per formes més recents, algunes possiblement derivades d'aquelles, com *D. c. cyaneus*. *D. c. admotus* és molt similar a *D. glacialis*, del qual es creu han derivat la sèrie d'espècies a l'Europa oriental del grup *D. mirus* i el *D. cyaneus* a l'occident; la forma *D. c. cyaneus* és una de les més diferenciades de tot el grup *D. glacialis*.

L'existència de *D. cyaneus* en llacunes costaneres i endorreiques fa suposar que és una forma que es va estendre cap al SW en els primers temps glaciars i va ésser eliminada després de la part més nòrdica de la seva àrea per espècies més recents que anaven baixant en altres períodes, però sobrevivint darrera d'alguna barrera. Per això queden algunes localitats isolades en llacunes temporals a Europa

central (Magdeburg) i a zones costaneres o illes (Còrsega i Sardenya); és corrent darrera dels Pirineus i Nord d'Àfrica. A aquests llocs probablement no van poder arribar altres espècies més recents o si ho van fer ja van trobar els pocs ambients de condicions adequades colonitzats per *D. cyaneus* i no van poder establir-s'hi; d'aquesta manera, *D. cyaneus* va ésser el que es va estendre posteriorment cap a dalt de les muntanyes quan es retirà el glaç.

La fauna zooplanctònica d'alta muntanya espanyola és bastant pobra; als Pirineus es troben espècies típicament boreo-alpines, però la major part d'aquestes no passen al sud d'aquesta serralada. Quant a les espècies d'organismes de dispersió reduïda, com és el cas dels diaptòmids, àdhuc els Pirineus tenen un caire típicament mediterrani occidental i presenta una fauna de diaptòmids molt propera a la de l'Atlas i bastant diferenciada de la de l'alta muntanya europea.

BIBLIOGRAFIA

- DUSSART, B. 1957. Récoltes des Copépods dans les Pyrénées. *P. Inst. Biol. Apl.*, 26: 117-121.
- DUSSART, B. 1967. *Les copépods des eaux continentales d'Europe Occidentale Vol. I.* Boubée. Paris.
- HUTCHINSON, E. 1967. *A treatise on limnology.* John Wiley. New York.
- ILLIES, J. (Ed.) 1978. *Limnofauna europaea.* Fischer. Stuttgart.
- KIEFER, F. 1968. Versuch einer revision der gattung *Eudiaptomus.* *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 24: 9-160.
- KIEFER, F. 1979. Freilebende Copepoda. *Die Binnengewässer*, 26: 1-128.
- MARGALEF, R. 1953. Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. *Inst. Forestal de Invest. i Exp. Madrid.*
- MARGALEF, R. 1955. Comunidades bióticas de las aguas dulces del Noroeste de España. *P. Inst. Biol. Apl.*, 21: 5-85.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J. & ESTRADA, M. 1976. *Limnología de los embalses españoles.* Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- MIRACLE, M. R. 1978. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de los Pirineos y su interés biogeográfico. *Oecologia aquatica*, 3: 167-191.
- ORTÍZ, E. 1957. Diaptómidos de las aguas continentales españolas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 55: 391-398.
- PIROCCHI, L. 1948. Signification biogéographique de la distribution de quelques espèces de Diaptomides. *Verch. Inter. Verein. Limnol.*, 10: 364-370.
- RAVERA, O. 1954. La struttura demografica dei Copepodi del Lago Maggiore. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 8: 109-150.
- REY, J. & J. CAPBLANCH. 1975. Dynamique des populations et production du zooplancton du lac de Port Bielh. *Ann. Limnol.*, 11: 1-15.
- ROY, J. 1932. Copépodes de la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Zool. France*, 57: 158-159.