

**COMPOSICIÓ I DISTRIBUCIÓ ESTACIONAL
DEL ZOOPLÀNCTON DEL LLAC
DE BANYOLES**

Comunicació presentada el dia 18 de març de 1971 per

M. ROSA MIRACLE

Professora Ajudant de la Càtedra d'Ecologia
de la Universitat de Barcelona

INTRODUCCIÓ

Paral·lelament amb els estudis químics, fitoplanctònics i de producció primària del llac de Banyoles, hom ha anat estudiant la composició i variació estacional de la fauna planctònica del llac.

Banyoles constitueix un model molt interessant per a l'estudi del zooplàncton. Pel fet d'omplir-se quasi exclusivament pel fons i buidar-se superficialment, és com un cultiu continu. El fet d'ésser constituït per diverses conques de diferents extensions i profunditats condueix a una fragmentació demogràfica de les poblacions: les espècies que presenten migracions verticals fortes tendiran a segregarse en les diferents conques. La inversió tèrmica a l'hivern li confereix un caràcter singular i, en allotjar poques espècies, ens en facilita de manera considerable el comptatge i l'estudi.

La fauna del llac de Banyoles és banal, contra el que hom podria pensar tractant-se d'un llac pre-glacial. Potser seria d'esperar de trobar-hi espècies endèmiques o relictas —malgrat que a petita escala—, com en el llac Baikal. Però en aquesta zona, que ha estat probablement sotmesa a una gran activitat tectònica, la composició faunística, almenys quant al plàncton, és prou corrent; encara que algunes de les espècies presenten característiques que les diferencien dels individus d'aquestes que es troben en altres llocs. Així, per regla general, els copèpodes són més petits i despigmentats a Banyoles.

Per exemple: *Arctodiaptomus salinus*, vermell i d'1,4-1,8 mm (les femelles) a Lleida i Balears, és transparent i d'1,1-1,3 mm (les femelles) a Banyoles^{3, 4}; *Tropocyclops prasinus*, verd-negrós en moltes localitats, és més pàl·lid a Banyoles³. També la larva del dípter *Chaoborus*, que en general té pigmentats els sacs aeris, a Banyoles els té molt més pàl·lids.

MATERIAL I MÈTODES

Hom ha obtingut mostres quantitatives duplicades quinzenals, a quatre estacions i diferents profunditats, sempre a la mateixa hora, durant un any (desembre 1970 a gener 1971). Les mostres foren filtrades (amb malla de

63 μm d'obertura com a màxim) d'una doble ampolla de Van Dorn de 8 litres, i estudiades separatament amb cubetes de sedimentació i microscopi invertit.

RESULTATS I CONCLUSIONS

1. Comunitat zooplanctònica de Banyoles

El plàncton dels llacs és pobre, en general, si el comparem amb el del mar. Només hi ha tres grups importants de metazoaris: rotífers, cladòcers i copèpodes, a més de la larva d'un insecte (*Chaoborus*), la qual està especialment adaptada a la vida en suspensió per la possessió de bombolles d'aire.

La comunitat de Banyoles és formada per quatre crustacis que constitueixen més del 56 % del nombre total d'individus: 1) *Diaphanosoma brachyurum*, cladòcer filtrador de partícules més aviat petites, animal gran i lent que només apareix a l'estiu; 2) *Arctodiptomus salinus*, diaptòmid filtrador de *Cyclotella* (diatomea) i de vida llarga (2 generacions l'any); 3) *Tropocyclops prasinus*, ciclòpid petit de vida curta (3 o 4 mesos) que s'alimenta també principalment de fitoplàncton; i 4) *Cyclops abyssorum*, ciclòpid gran i de vida llarga (un any), depredador, sobretot de diaptòmids que són una mica més grans que ell mateix. Una estructura paral·lela es dona en altres llacs, i és extraordinàriament similar la comunitat del llac Biwa (Japó)⁵, coincident fins i tot en l'abundància relativa de les espècies vicàries.

L'altra part important del plàncton és formada per diverses espècies de rotífers, unes filtradores, adaptades a escapar-se dels depredadors gràcies a la possessió d'apèndixs, *Filinia*, *Polyarthra*, *Pedalia*, i unes altres depredadores, sobretot *Asplanchna sieboldi* i *Synchaeta*. *Trichocerca* també hi es reconeguda.

A la Taula I han estat reunides totes les espècies reconegudes en el plàncton de Banyoles durant aquest any. Donen idea de llur importància en nombre d'individus en aquesta comunitat. Fora de les esmentades anteriorment, les altres espècies representen una part molt més petita de la comunitat ja que: 1) Moltes són litorals i entren al plàncton esporàdicament o bé hi entren els joves durant unes èpoques determinades (ex. *Athyaephyra desmaresti*). 2) D'altres són tan sols abundants una part molt limitada de l'any (ex. *Collotheca*, gran nombre el juny i juliol). 3) D'altres, finalment (ex. *Keratella*), no atenyen mai grans nombres, sinó que mantenen una abundància relativa baixa. També hi ha el cas de les que pertanyen al nèuston, és a dir, els pobladors de la

TAULA I

FREQUÈNCIA RELATIVA DE LES ESPÈCIES DEL ZOOPLÀNCTON DE BANYOLES

		Nombre indiv./total (%)	Long. en mm
ROTATORIA	<i>Collotheca sp.</i>	0,80	—
	<i>Conochiloides sp.</i>	< 0,1	—
	<i>Pedalia sp. pl.</i>	15	0,130
	<i>Filinia sp. pl.</i>	6	0,150
	<i>Asplanchna sp. pl.</i>	0,55	0,975
	<i>Keratella quadrata</i>	1,93	0,120-0,210
	<i>Brachionus calcyflorus</i>	< 0,1	0,250
	<i>Brachionus sp.</i>	»	0,180
	* <i>Macrochaetus altamirai</i>	»	0,060
	* <i>Trichotria pocillum</i>	»	0,300
	* <i>Lophocaris salpina</i>	»	0,120
	* <i>Euchlamis sp.</i>	»	0,200
	<i>Anuraeopsis fissa</i>	»	0,100
	<i>Notholca acuminata</i>	»	0,160
	<i>Colurella sp.</i>	»	0,110
	<i>Epiphanes sp.</i>	»	0,200
	* <i>Lecane luna</i>	»	0,120
	* <i>Lecane sp.</i>	»	0,080
<i>Polyarthra sp. pl.</i>	9,8	0,150	
<i>Synchaeta sp. pl.</i>	1,3	0,220	
<i>Trichocerca sp. pl.</i>	2,38	0,138	
CLADOCERA	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	6,2	0,7-0,8
	<i>Daphnia longispina</i>	< 0,1	1,6
	<i>Scapholeberis mucronata</i>	»	0,60
	<i>Bosmina longirostris</i>	»	0,40
	* <i>Alona rectangula</i>	»	0,30
COPEPODA	<i>Acanthocyclops bicuspidatus</i>	0,5	0,80
	* <i>Eucyclops serrulatus</i>	< 0,1	1,0
	<i>Tropocyclops prasinus</i>	33	0,550
	<i>Cyclops abyssorum</i>	2,3	1,10
	<i>Arctodiaptomus salinus</i>	18	1,30
DECAPODA	* <i>Atyaephyra desmaresti</i> (larves)	< 0,1	3,0
DIPTERA	<i>Chaoborus crystallinus</i>	< 0,1	11,2

* Espècies que no són típicament planctòniques.

pellícula superficial (*Schapholeberis mucronata*), que, per la forma d'obtenir les mostres, rarament hi entren.

La convivència de diversos cladòcers en el plàncton, sobretot la de *Dia-phanosoma brachyurum* i *Daphnia longispina*, es dona en molts altres llocs^{1, 4} a causa de diferències en llur aparell filtrador; la primera s'alimenta de partícules més petites que la segona.

2. Alimentació dels filtradors

Per tenir una idea de la filtració de l'*Arctodiaptomus salinus*, hom ha fet un experiment en el laboratori mitjançant un cultiu d'algues marcades amb carboni radioactiu. Hom dedueix que el volum d'aigua filtrat és funció de la concentració d'algues, de manera que l'aliment obtingut resulta més o menys constant i que, per a un mateix cultiu d'algues, és considerablement més gran a la foscor que a la llum (figura 1). Aquest últim fet pot

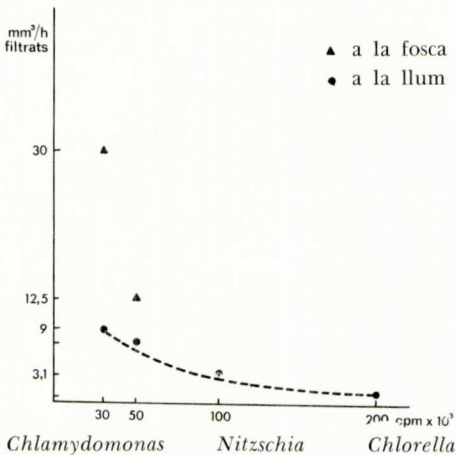


FIG. 1. — Taxa de filtració d'*Arctodiaptomus salinus* en suspensions de diferent concentració d'algues, a la llum i a la fosca. Els cpm de $^{14}\text{CO}_3\text{HNa}$ amb què han estat marcades les algues són funció de la concentració d'aquestes

estar lligat amb la migració vertical d'aquests diaptòmids, en el sentit que de nit filtren més i el mateix moviment cap amunt dels apèndixs en filtrar els faria pujar cap a la superfície^{4, 5}.

3. Densitat de població al llarg de l'any i distribució vertical

Suposant una profunditat mitjana de 12 metres, el nombre total d'animals planctònics del llac de Banyoles, que té una superfície d'unes 100 ha, seria aproximadament de 600 mil milions per terme mitjà durant l'any. Aquesta població correspon a una densitat mitjana per m² de $600.000.000.000 / 100 \times 10.000 = 600.000$ individus.

La distribució estacional del zooplàncton segueix el cicle general del llac; a l'estiu està estratificat, i la major part d'individus es troben a la

TAULA II

DENSITAT DE POBLACIÓ DEL ZOOPLANKTON DEL LLAC DE BANYOLES EN EL CURS D'UN ANY (indiv./m³)

		XI-XII-I (78)	II-III-IV (62)	V-VI-VII (68)	VIII-IX-X (82)	long. mm	nombre generac./any
CRUSTACEA							
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	(S)	247.900	225.250	434.300	308.000	1,3	2
	(F)	114.600	172.280	41.900	66.870		
<i>Tropocyclops prasinus</i>	(S)	986.890	115.700	389.400	158.930	0,550	4
	(F)	850.860	154.220	288.000	135.000		
<i>Cyclops abyssorum</i>	(S)	23.300	8.100	57.000	58.230	1,1	1
	(F)	11.060	6.200	31.000	11.960		
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	(S)	135.400	750	83.100	197.250	0,7-0,8	més de 5
	(F)	85.600	1.700	13.900	45.550		
ROTATORIA							
<i>Pedalia sp. pl.</i>	(S)	204.300	400	689.000	246.490	0,130	»
	(F)	85.000	0	33.400	54.790		
<i>Filinia sp. pl.</i>	(S)	11.000	131.560	212.060	2.924	0,150	»
	(F)	7.700	146.740	42.700	312		
<i>Asplanchna sp. pl.</i>	(S)	0	0	26.520	8.730	0,975	»
	(F)	0	0	1.140	183		
<i>Polyarthra sp. pl.</i>	(S)	290.000	1.380	82.380	172.940	0,150	»
	(F)	214.000	10.720	15.300	40.450		
<i>Trichocerca sp. pl.</i>	(S)	26.400	0	44.540	67.750	0,138	»
	(F)	13.100	(250)	2.140	5.300		

LA DENSITAT DE POBLACIÓ es refereix a una columna d'aigua d'un metre de secció, dividida en dos segments: (S) de la superfície a 17,5 m de profunditat, i (F) de 17,5 a 35 m de profunditat. Quan la població de la secció superior és molt més del doble de la que correspon a la secció inferior, les xifres estan separades per una ratlla horitzontal. L'any està dividit en trimestres i en cadascun indiquem, entre parèntesis, el nombre total de mostres censades. La ratlla discontinua (— — — —) indica els trimestres en què el llac està estratificat.

termoclina i per sobre d'aquesta. Els resultats quantitius són exposats a la Taula II, a la qual hom pot afegir els següents comentaris:

El nombre de *Tropocyclops prasinus* és més gran que el nombre d'*Arctodiaptomus salinus*, però el cens ha estat fet incloent nauplis i, en el primer, la proporció de nauplis és molt més gran que en el segon, la qual cosa reflecteix la més alta mortalitat en *Tropocyclops*. *Arctodiaptomus* és una espècie amb un temps de generació més llarg i de taxa de multiplicació més baixa.

Cyclops abyssorum, menys nombrós, com correspon a un depredador, arriba a ésser a l'agost la cinquena part dels *Arctodiaptomus salinus*.

En *Diaphanosoma brachyrum*, el màxim coincideix aproximadament amb la isoterma de 17,5°C: comença a ésser abundant pel juny, i té el màxim a 5 m; aquesta profunditat baixa durant els mesos següents a 10 m, i a l'octubre es distribueix uniformement entre 5 i 20 m. A la superfície mai no ha estat trobat a l'hora de la recollida de les mostres (13 h).

Els rotífers són, en general, superficials i d'aigua calenta. A la taula esmentada indiquem només els gèneres, a causa de la dificultat de diferenciació entre les espècies d'un mateix gènere, sobretot *Filinia* i *Polyarthra*, en les quals han estat descrites introgressions entre diferents espècies^{2, 6}. *Polyarthra* és del grup *vulgare-dolycoptera* i les *Filinia* són probablement *F. pejleri*, HUTCHINSON², *F. terminalis*, VOIGT⁷, i *F. limnetica*; aquesta darrera té l'apèndix posterior ventral i apareix a la tardor. La classificació sistemàtica, però, és basada en la longitud dels apèndixs i aquesta varia molt durant l'any, a causa de la ciclomorfosi que presenten.

Filinia pejleri és parasitada per un esporozoari del gènere *Bertramia*. Presentà un màxim a la primavera; durant la seva persistència es donà el següent cicle paràsit-hoste.

	Abril		Maig	
<i>Filinia</i> , indiv./m ²	2000	9400	7000	2000
Nombre apro. indiv. infectats/nombre total indiv.	—	1/2	4/5	—

És interessant de destacar que, a l'estiu principalment, en els gèneres *Pedalia* i *Polyarthra* se segrega una forma petita que ocupa els nivells superficials, mentre que més al fons hom troba una forma de mida superior, d'acord amb la teoria general que les formes petites es troben en llocs més calents. Per exemple, entre 0 i 5 m (25°C) es troba amb gran abundància, a l'estiu, *Pedalia fennica oxyurus* de 120 µm, espècie caracte-

rística del plàncton dels llacs salins, mentre que més al fons (10-15 m, 15,5 °C) viu *Pedalia mira* de 160 µm.

Entre els rotífers, *Filinia* i *Keratella* tenen un mínim al juliol i a l'agost, al contrari de les altres espècies del mateix grup, que presenten un màxim. Els rotífers, en general, presenten dos o més màxims durant l'any.

Fins ara, han estat obtingudes mostres d'un any complet; de la continuació d'aquest estudi hom espera de treure'n conclusions sobre la dinàmica de poblacions i les seves causes, l'interrelació entre aquestes poblacions, la correlació amb les dades físiques i químiques i amb les del fitoplàncton, que ens ajudin en la comprensió del funcionament de la comunitat zooplànctònica.

BIBLIOGRAFIA

1. AZUMA, M. — *Studies on the variability of the landlocked Ayu-fish*, «Plecoglossus altiuchi» T & S, in lake Biwa. «Jap. J. Ecol.», 20: 63-73 (1970).
2. HUTCHINSON, G. E. — *On «Filinia terminalis» (Plate) and «F. pejeri» sp. n.* «Postilla», 81: 1-8 (1964).
3. MARGALEF, R. — *Materiales para el estudio de la biología del lago de Bañolas.* «P. Inst. Biol. Apl.», 1: 27-28 (1946).
4. MARGALEF, R. — *Primera nota sobre las aguas estancadas del bajo Urgel.* «Ilerda», 5 (1948).
5. MARGALEF, R. — *Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas.* Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid, 243 pp. (1953).
6. PEJLER, B. — *Introgression in planktonic rotatoria with some point of view on its causes and conceivable results.* «Evolution X», 3: 246-261 (1956).
7. VOIGT, M. — *Die Rädertiere Mitteleuropas.* Berlín, Borntraeger I, 508 pp. (1957).