

LIMNOLOGIA A LES COMARQUES GIRONINES

per

N. Prat

Publicat a Anales de la Sección de Ciencias del
Colegio Universitario de Gerona, Any VI n°6, Oct.1981

INTRODUCCIO.

La limnologia és la ciència que estudia les aigües continentals des d'un angle ecològic (MARGALEF & PRAT, 1979). Com en d'altres cases, les comarques gironines ofereixen un ventall molt ampli de medis epicontinentals aquàtics al combinar la variació geogràfica del mar a la muntanya. Així ens trobem des de llacs d'alta muntanya (com el de Malniu) a llacs de la plana (Banyoles) fins a les llacunes de la zona litoral, arran de mar (aiguamolls de l'Empordà i de Pals). També existeix una xarxa hidrogràfica variada, des de rius amb una forta incidència, en el seu cabal, de les neus del Pirineu (el Ter) fins a d'altres més típicament mediterranis amb fortes fluctuacions en el seu cabal i que ens són molt coneguts per les inundacions que provoquen (Onyar, Daró). Alguns d'aquests rius estan represats i s'han format en ells embassaments de gran cabuda que funcionen com a veritables llacs (Susqueda al Ter, Boadella a la Muga).

També hi ha tot un seguit de petites basses, clots o estanys del més divers origen dispersos per la geografia gironina (Campmany Vilaut, Sils, Sant miquel de Campmajor....). Entre aquests, els associats al llac de Banyoles (amb el mateix origen geològic) són dels més interessants (estanyols del Vilà, Sisó, de la Cendra així com l'estanyol intermitent del clot d'Espolla).

A la fig. 1 es poden veure indicats la majoria dels medis aquàtics esmentats dels quals posseïm alguna dada que ens permeti establir algunes comparacions en les seves característiques limnològiques i deduir la magnitud de l'efecte de l'acció de l'home sobre aquells.

+ Resum d'una conferència donada al Col·legi Universitari de Girona el Desembre de 1979

++ Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona.

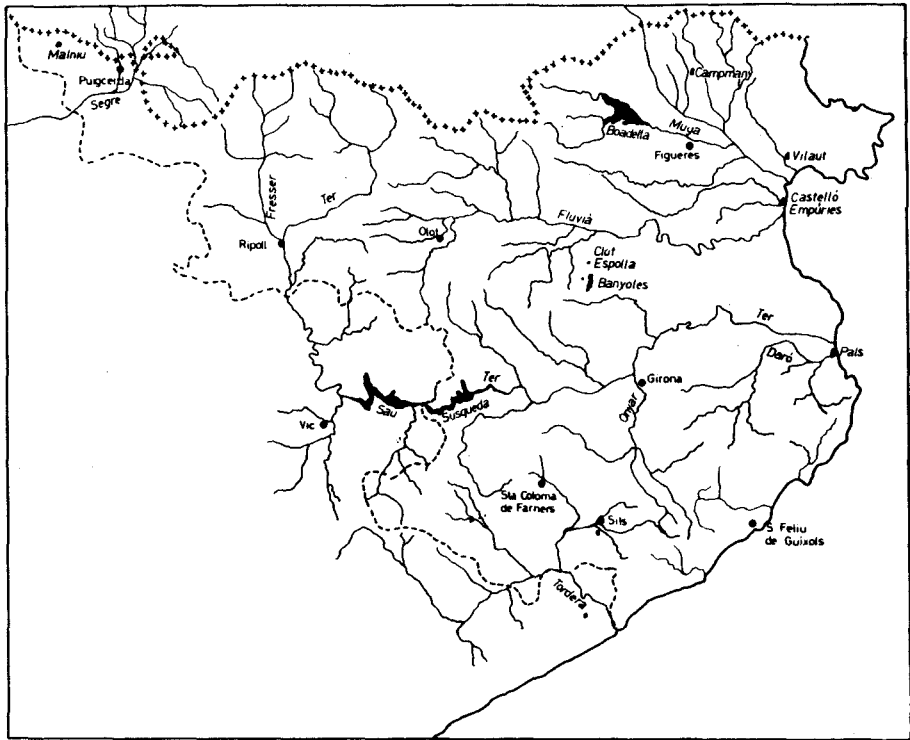


Fig. 1. Situació del medis dulciaquícoles a les comarques gironines.

CARACTERISTIQUES MORFOMETRIQUES

D'una manera general podriem caracteritzar els medis dulciaquícules gironins per la seva petitesa com queda reflexat a la taula I. Els rius són relativament curts i fins i tot el Ter es pot considerar una riera comparant-lo amb altres rius de la Península o Europa. El llac de Banyoles és un llac petit, encara que relativament sigui dels més grans d'Espanya per la sencilla raó de que Espanya és un país sense llacs. Les acumulacions més grans d'aigua i el tamany absolut més gros es dona als embassaments, principalment al de Susqueda (taula I).

La forma ja és indicadora de les característiques del llac i està en funció del seu origen. Els llacs de muntanya, d'origen glaciari, tenen una pendent forta a les seves vores, no existint una zona litoral en ells. El mateix succeix a Banyoles amb la seva forma originada per dissolució dels materials sobre els que es situa (vegeu fig. 1 a PLANAS, 1973). Una exposició detallada i acurada del origen de la conca de Banyoles es pot trobar en un recent treball de JULIÀ (1980).

El funcionament i les característiques de l'aigua d'un llac pot dependre molt del fluxe que hi circula i de la forma com hi circula. Als llacs de muntanya pot haver-hi una renovació molt gran a certes èpoques (a la primavera quan es fon el gel) i més minvada en altres (estiu o hivern) presentant-se una gran irregularitat (CAMPAS & VILASECA, 1979; fig. 5). En els embassaments el sentit del fluxe es de darrera al davant i amb la retenció de l'aigua fluctuant el nivell de l'embassament és evident que regulen de manera efectiva el cabal del riu aigües avall. El llac de Banyoles té l'entrada d'aigua per sota amb un fluxe mitjà que arriba als 43.200 m³/dia (PLANAS, 1973). Aquestes diferències d'alimentació i circulació són molt importants per la producció posterior del llac o embassament.

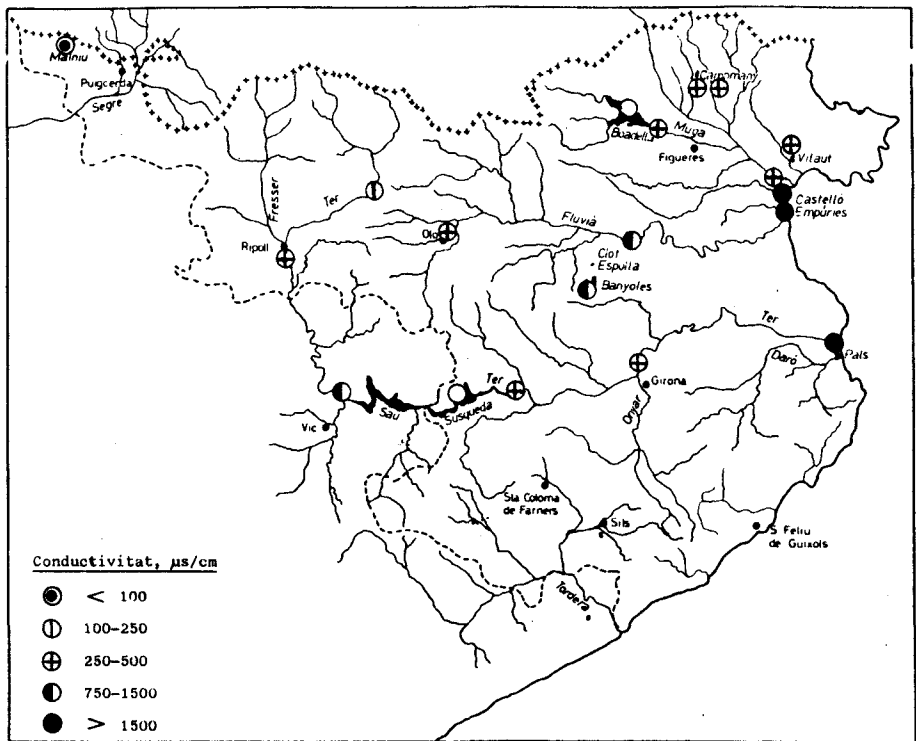


Fig. 2. Conductivitat. Valor promig en alguns punts dels rius, llacs, embassaments, llacunes i basses de les comarques de Girona.

TAULA I. Principals característiques morfomètriques dels rius, llacs i embassaments de les comarques de Girona.

LLACS I EMBASSAMENTS.

	Superf.	Volum	Fondària	long. max.	amplada	perímetre
	Ha.	Hm3	m.	m.	m.	m.
MALNIU	8'1		15	410	350	1200
BANYOLES	10'6	17	40	2182	775	6650
BOADELLA	364	62	55			
SUSQUEDA	463	233	129			
RIUS	Longitud	Superfície conca	Altitud màxima	Altitud mitjana	Aportació anual	
	Km.	Km2	m.	m.	Hm3.	
TER	208	3010	2913	467	840	
FLUVIA	97	1123	1610	460	225	
MUGA	64	854	1285	255	177	

En els rius, la forma del seu perfil longitudinal (PRAT, 1979 fig. 3) i la distribució del cabal al llarg de l'any (ibid., fig. 2) són les característiques a considerar en quan a la importància de la forma en la vida i producció de les masses d'aigua. La distribució i regularitat del fluxe en una zona determinada és tant important per als éssers vius com la disponibilitat de nutrimentos o la temperatura de l'aigua.

CARACTERISTIQUES FÍSICO-QUÍMIQUES DE L'AIGUA

Mineralització.-

La quantitat de sals que un aigua porta en solució (mineralització o salinitat), és en relació al substrat sobre el qual es localitza o atravesa així com amb el recorregut que aquelles aigües han realitzat anteriorment, principalment en el cas del riu. La importància dels dos factors és diferent segons l'aigua que és tracti. Prop de la capsalera del riu el primer factor serà el dominant ja que l'aigua pràcticament no té "història". Cap a les parts baixes dels rius, en canvi, l'aigua pot no tenir res a veure amb el substrate que atravesa perquè té ja una història molt llarga. La solubilitat de les roques pot en primer terme afectar la quantitat de sals en solució: sobre substrate silíceic la mineralització és feble, sobre calcàries o guixos pot ser considerable.

La conductivitat és una mesura que permet de saber la quantitat de sals en solució sense informar-nos de quines. La mesura de l'alcalinitat en canvi és una informació de la importància dels carbonats en l'aigua i la clorinitat de la quantitat de clorurs en solució.

A la taula II pot veure's la variació en diferents punts (rius, llacs, estanyols, llacunes costaneres i embassaments) dels valors promitg de la conductivitat, alcalinitat i clorinitat. Els promitgs es

TAULA II - Valors promitg per alguns del medis d'aigua dolça de les comarques de Girona. sup. = mostra a superfície. fons = mostra del fons de la llacuna. Els números dels rius corresponen a la notació emprada per la D.G.O.H. a la conca del Pirineu Oriental.

	Conductivitat	Alcalinitat	Clorurs	Fosfats	D.Q.O.	D.B.O.
	microS.	meq./l.	mgr./l.	micro-grams- àtom/l.	mgr./l.	mgr./l.
LLACS						
Malniu	22	0'3		0		
Banyoles	1200	2'4	20	0'15		
El Vilà		3	30	1		
LLACUNES I BASSES						
Vilahüt	600	2'79	120	3'5		
Campmany-1	665	4'71	114			
Campmany-2	379	2'5	75			
LLACUNES LITORALS						
La Rogeda	37600	3'98	24000	1'94		
La Massona (sup)	6275	4'56	6120	23		
id. (fons)	41150	5'9	19360	23		
Pals	1366	4'93	2000	8'64		
EMBASSAMENTS						
Susqueda		2'6	40	2'3		
Boadella		2'68	9'3	0'2		
RIUS						
Ter						
54-Girona	483	3'7	47'1	5'4	14'9	9'9
60-El Pasteral	395	3'1	30'8	3'35	3'55	1'93
19-Roda de Ter	782	3'8	78'9	5'1	10'75	12'5
33-Ripoll	422	2'3	17'1	1'65	4'58	3'86
72-St.J. Abadesses	248	2'1	18'1	1'44	2'55	2'21
Fluvia						
16-Esponellà	756	4'3	27'8	1'93	2'74	2'1
13-Olot	491	5'06	26'8	5'25	4'35	3'88
Muga						
52-Cast. Empúries	561	5	42'9	47'8	12'2	10'2
12-Boadella	335	3'1	16'9	0'25	2'97	1'74

basen en mesures diverses en quan a la seva extensió en el temps. Als mapes de les figures 2, 3 i 4 es presenta de forma esquemàtica la variació geogràfica d'aquests paràmetres en uns intervals de variació definits segons les nostres conveniències.

Hom pot veure una variació dels valors dels tres paràmetres d'una manera gradual des de les parts més altes (llacs de muntanya com Malniu, rius vora la capçalera com el Ter a S. Joan de les Abadesses) fins a arran de mar (llacunes litorals) passant pels embassaments i llacs de la part mitja.

La zona lacustre de Banyoles presenta una mineralització elevada al situar-se en una zona de facil dissolució del substrate. L'alta conductivitat és deguda tant a la presència de carbonats (alcalinitat alta) com a la de sulfats (MIRACLE & GOZALVO, 1979; PLANAS, 1973) i en canvi no és un aigua massa salina (pocs clorurs, taula II).

A les llacunes litorals la conductivitat ve molt afectada per la presència de clorurs d'origen marí més que no pas molts carbonats. Això és pot veure comparant els valors de clorurs i conductivitat a la taula II. És molt interessant ressaltar que l'aiguabarreig que es produeix en aquestes zones entre aigua dolça i marina fa que l'aigua marina (més densa) es trobi per sota de l'aigua dolça amb un canvi molt fort en un cert nivell (picnoclina) que aïlla les dues masses d'aigua en alguns casos (llacuna de la Massona als aiguamolls de l'Empordà) durant tot l'any. La conductivitat pot tenir valors molt fluctuants entre una llacuna i un altra i també en una mateixa al llarg de l'any ja que en superfície depèn dels aportats d'aigua dolça i aquests són irregulars durant l'any. A les èpoques de pluja cal esperar uns valors baixos (al voltant de 1000 μS) i a l'estiu valors més similars a les aigües marines (dades inédites de F. COMIN, P. LOPEZ, X. TOMAS i R. MARGALEF).

En determinados terraplenes de la pista forestal antes mencionada pueden apreciarse algunas de las escasas estructuras internas propias de una morrena. En corte longitudinal y en disposición cóncava aguas arriba se distinguen una serie de cantos más o menos agrupados y orientados y exentos de material fino a su alrededor, probablemente debido a un lavado de tipo endofluvioglaciario. (Fig. 2).

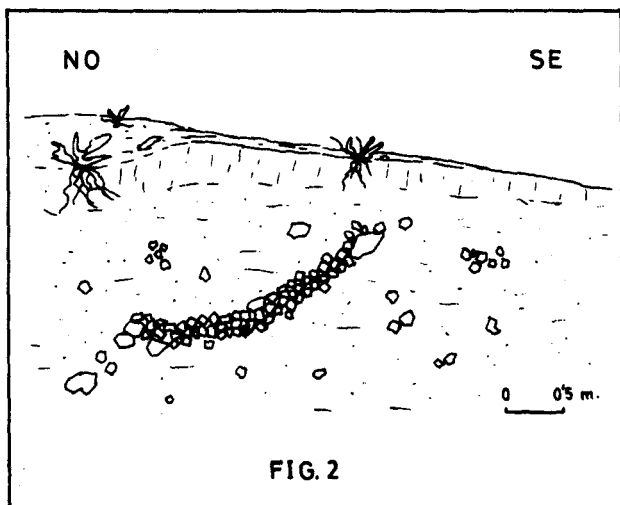


FIG. 2

c.- Morfología

Como ya ha sido señalado los depósitos morrénicos empiezan en la estación inferior del telesilla del Clot de la Vall a 1950 m de altura. En dicho lugar se observa una pequeña hondonada de fondo plano, socavada y cerrada, de unos 1500 m² de superficie aproximada. A ella van a desembocar cuatro torrentes que en conjunto configuran actualmente una cuenca de recepción de 2,5 km². (Fig. 3). Hay que notar sin embargo que esta cuenca de recepción

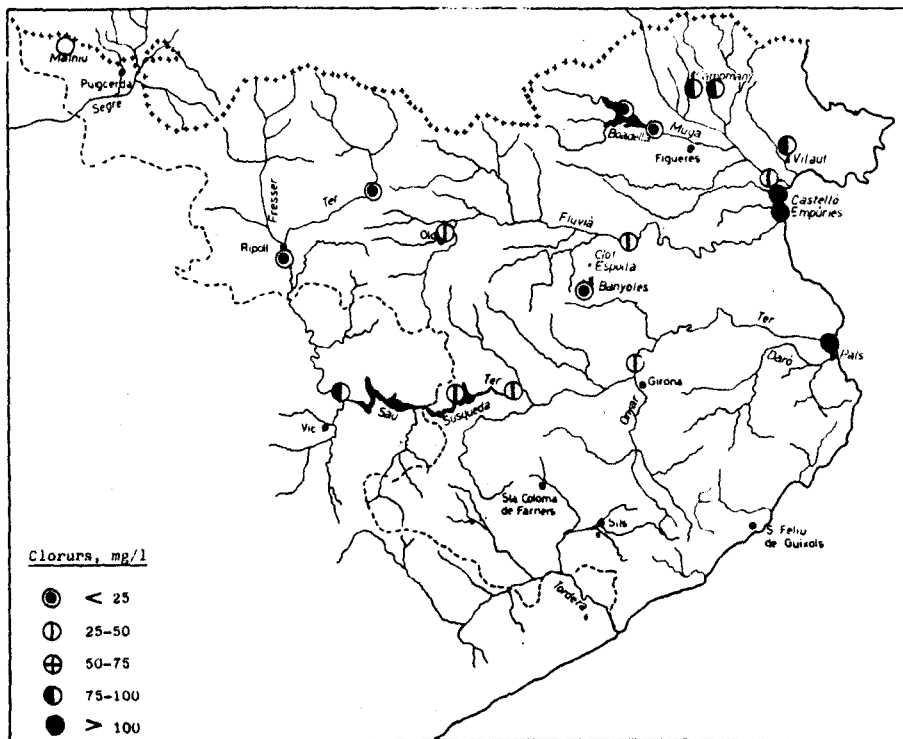


Fig. 4. Clorurs. id. fig. 2

TAULA III. - Interval·s de variaci3 de valors de clorofil·la i producci3 en els llacs i embassaments gironins.

	Clorofil·la		Producci3 a super·fície			Prod. anual mgr. C/m2.any
	mgr. cl a/m3.		min - màx.	mitjana mgr.C. /m.3 x hora		
MALNIU	0'2 - 18					
BANYOLES	0'09-	2'65	0'02	5'33	2'5	82
VILA	2	45	0'5	54	25	277
SUSQUEDA	2'4 - 15		12'9	28'3	25	
BOADELLA	4'2	11	7'5	21'3	14	

l'embassament de Susqueda) (taules II i III). La comparació de la producció anual a Banyoles i al Vilà - taula III- i la concentració de fòsfor -taula II- és un exponent clar del que diem (dades de PLANAS, 1973 i GARCIA DE EMILIANI, 1973).

La vida en suspensió no és possible als rius, i per tant les condicions de producció són diferents. La producció vegetal és essencialment bentònica, lligada als vegetals que es desenvolopen prop del fons sobre les pedres o amb les arrels dintre el fang i també és més difícil de mesurar que la producció del plancton. Cal fer esment que en els rius de l'alta muntanya la manca de carbó (alcalinitat baixa) pot ser un factor limitant de la producció.

L'aspecte més característic dels rius és, però, la dependència de la producció de l'entrada de materials més elaborats dels sistemes veïns, més que no pas de l'existència de nutrients d'una manera abundosa. Així la producció secundària del riu ve molt condicionada pels aports als sistemes als quals està connectat (les fulles que arriben del bosc proper per exemple). La matèria orgànica així fornida és directament consumida per animals, i per tant la producció secundària pot ser més elevada que la producció primària.

Aquesta situació es dona en els rius quan atravessen sistemes que es troben en equilibri amb ell, on ^{el} sòl reté la majoria dels nutrients i les aigües d'escorrentia en porten pocs en solució. Però moltes de les pràctiques humanes porten ⁿ a la destrucció d'aquesta connexió i la desforestació o les pràctiques agrícoles fan que no hi hagi la retenció de nutrients (i sals en general) per part del sòl i per tant les aigües d'escorrentia van plenes de fòsfor, nitrògen i altres sals cap al riu (a més d'altres coses).

També a les ciutats i a les indústries ^{les aigües} s'emplenen de diferents elements les aigües i entre ells de fòsfor, per això és pot obser-

var com la concentració de fòsfor dissolt a l'aigua dels nostres rius augmenta de dalt a baix (fig. 5) éssent molt important vora de les concentracions urbanes (després de Vic, Olot o Girona) o en àrees de forta activitat agrícola (part final de la Muga, veure taula II).

EUTROFITZACIO I CONTAMINACIO.-

Hem vist que alguns llacs (Banyoles, Malniu) i les capsaleres dels rius presenten valors de concentració de sals i de nutrients relacionats amb la natura del sustrate geològic que atravessen. El Vilà, els embassaments de Susqueda i Boadella, les llacunes litorals i les parts baixes o properes a aglomeracions urbanes dels rius, en canvi tenen unes concentracions de nutriment i de vegades de sals més elevada a la que esperariem. La producció en aquests indrets és més elevada. Aquesta concentració exagerada de nutrients i l'elevada producció és el que coneixem com a eutrofització.

Una part de l'eutrofització podria atribuir-se a un fenòmen d'acumulació de nutrients o a una fertilitat natural. Les parts baixes dels rius o les llacunes costaneres es poden considerar com a sistemes aquàtics amb fertilitat natural elevada.

Però la major part d'aquesta fertilització és provocada per l'home amb les seves activitats, és una veritable eutrofització cultural. L'eutrofització pot ésser deguda a un aport directe de nutrients al medi, com pot ser el cas del fòsfor que arriba a l'aigua a partir dels detergens que tots fem. També pot ésser deguda als aportos de matèria orgànica que en ser mineralitzada allibera grans quantitats de fòsfor i de nitrògen a l'aigua que actuen com a fertilitzadors.

Hem esmentat ara mateix la importància de la matèria orgànica en els processos d'eutrofització. Però per a la mineralització del material orgànic és necessari la descomposició del mateix, i per això fa

falta oxigen, Com més materia orgànica, més oxigen consumit pels organismes descomposadors. Això pot portar al seu esgotament en l'aigua i pot ser origen de la mort de la majoria dels animals, especialment els peixos.

Aquest procés és més evident als rius o petits estanys (com al Vilà ja succeí) i una mesura de la importància d'aquesta pol·lució pot ser la fornida per la D.B.O. (demanda biològica d'Oxigen). Per les poques dades que tenim dels rius gironins la D.B.O. és més gran prop de les grans aglomeracions urbanes (com era d'esperar); són els llocs que podriem dir més contaminats. Al Ter existeix un estudi recent sobre la seva contaminació i aport de nutrients (GAYA, 1979) en el qual estima que per tota la conca del Ter la D.B.O. total es de 70.252 Kgr./dia, de la qual 3/4 parts són d'origen industrial i 1/4 part és d'origen urbà.

Però els dos aspectes menys coneguts i més preocupants en quan a la contaminació són la seva irregularitat i la presència en quantitat ínfima de substàncies potencialment perilloses.

Els organismes no s'acostumen a les fluctuacions fortes i irregulars de la composició de l'aigua, com per exemple les buidades de tancs séptics. En pocs instants pot ser abocat al riu una quantitat de un contaminant específic o de materia orgànica. Aquestes fluctuacions poden provocar catàstrofes en la vida dels organismes aquàtics, semblantment com les provoca una forta crescuda del riu (KOHMANN, 1980).

D'altre banda, molts productes tòxics són abocats al riu per l'indústria i els seus efectes són desconeguts sobre les característiques que tenia el riu i la seva vida. Com que el nombre d'aquests productes augmenta dia a dia així com la seva toxicitat és més elevada cada vegada amb dosis inferiors, la seva importància en la contaminació de les aigües es creixent i requereix un estudi més aprofundit

ELS ORGANISMES.

Bé que els paràmetres físico-químics ens poden donar un gran ajut per a definir l'estat d'una massa d'aigua, les mesures a realitzar s'han de sovintejar molt per a tenir una informació completa. Els organismes presenten unes característiques de major constància i són obligats a adaptar-se a circumstàncies diverses al llarg de la seva vida pel que són bons indicadors de les qualitats generals de l'aigua.

La diversitat de grups diferents en les aigües continentals fa difícil realitzar una síntesi concreta dels estudis que actualment existeixen tot i que no han estat fets de manera exhaustiva. Coneixem alguns aspectes però en altres no sabem pràcticament res. Dels llacs de muntanyes coneixem de manera acurada la composició del seu plancton (VILASECA, 1978; MIRACLE, 1978a; 1978b). També coneixem molts aspectes de la vida a la zona lacustre de Banyoles, del llac (MARGALEF, 1946; PLANAS, 1973; MIRACLE, 1974; 1976; GUERRERO et. al., 1978) i també d'alguns estanyols (GUERRERO & ABELLA, 1978).

Els embassaments forer estudiats per MARGALEF et. al (1976) amb diferents aspectes i hom té molta informació sobre l'embassament de Sau i el seu procés d'eutrofització (VIDAL, 1972; 1977)

Poc coneixem de les llacunes de l'Empordà i Pals en els seus aspectes biològics, que actualment un equip, format per F.COMIN, X.TOMAS, P. LOPEZ i R.MARGALEF, està estudiant intensivament i les dades dels quals han estat emprades en aquest treball.

Els nostres rius han estat molt mal estudiats des d'un punt de vista limnològic tot i que per algun grup existeixen més dades. Així les algues bentòniques han estat estudiades per MARGALEF (1951) i les comunitats macrobentòniques de les pedres del Ter a la Cellera de Ter també les coneixem amb un cert detall (PRAT, 1979;1980) però aquest en un camp en el que ens cal treballar encara molt.

TAULA IV. - Espècies dominants a les comunitats de crustacis zooplànctònics
d'alguns llacs i embassaments gironins.

	<i>Arctodiaptomus salinus</i>	<i>Eucyclops serrulatus</i>	<i>Tropocyclops prasinus</i>	<i>Acartocyclops vernalis</i>	<i>Cyclops</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Daphnia longispina</i>	<i>Daphnia hyalina</i>
MALNIU		+			+				+	
BANYOLES	+		+		+	+			+	
SUSQUEDA					+		+	+	+	+
BOADELLA			+	+	+		+	+	+	+

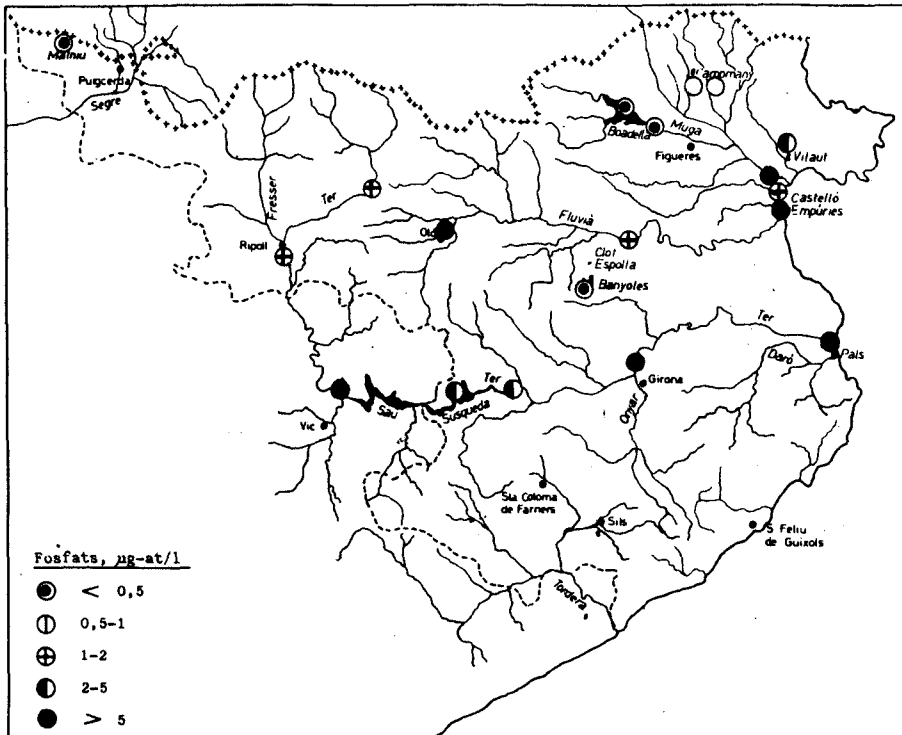


Fig. 5. Fòsfor. id. fig. 2

D'una manera molt general podem comparar les comunitats planctòniques dels diferents medis aquàtics per tal d'establir algunes generalitzacions sobre la composició faunística. Ens centrarem als medis estan-cats i en el grup dels crustacis que han estat ben estudiats per part de MIRACLE(1974, 1976, 1978a) i ARMENGOL (1978).

A la taula IV comparem les comunitats planctòniques, (només les espècies dominants) del llac de Malniu, de Banyoles i dels embassa-ments de Sau i Susqueda. Hom veure algunes diferències en l'estructura pot de les comunitats.

A Malniu es presenta una excepció d'entre els llacs de muntanya, ja que hi falten els diatòmids el que és un cas rar entre els llacs de muntanya (MIRACLE, 1978a). En aquest llac hi trobem un copé-pod petit (Eucyclops), que és herbívor, un cladòcer (Daphnia) i un carnívor, un copépod gros (Cyclops). Els llacs de muntanya estan sotme-sos a condicions rigoroses de temperatura i això no permet d'estructurar-se a la comunitat. Les comunitats són simples hi ha hagut una selecció que ha fet que restin al llac les espècies més adaptades a aquestes con-dicions.

El llac de Banyoles presenta una comunitat més organitzada, amb la presència d'un diatòmid (Arctodiaptomus), de copépods petits herbívoros diferents als dels llacs del Pirineu (Dyacyclops, Tropocyclops) y de copépods carnívors (Cyclops). També s'hi troben cladòcers éssent aquí Daphnia poc abundant i en canvi hom troba més Diaphanosoma. A Ban-yoles l'estabilitat de les condicions ambientals i el règim de tempera-tura és més favorable a l'establiment d'una comunitat més diversificada, però també hi han factors condicionants per a la vida de les espècies i afavoridors d'altres. L'alta salinitat (relativa) deguda al sulfats afavoreix la presència i dominància de Arctodiaptomus salinus entre la fauna planctònica (MIRACLE, 1976, MIRACLE & GOZALVO, 1979).

Els diaptòmids són propis de les comunitats planctòniques més organitzades i per això la seva presència es feble o no es presenten en molts embassaments. En aquests sol dominar una estructura formada per un copépod herbívor petit (Tropocyclops), un carnívor petit (Acantocyclops) i un carnívor gros (Cyclops). Però el fet més significatiu dels embassaments és la seva riquesa en cladòcers (taula IV), organismes propis dels medis fluctuants on encara es manifesta la competència per l'ocupació d'un espai. Així hi trobem la coexistència entre Daphnia hyalina y D. longispina i espècies pròpies de medis eutròfics i inestables com les dels gèneres Ceriodaphnia o Bosmina. A més al plancton dels embassaments és molt corrent trobar-hi espècies pròpies de la zona litoral arrastrades cap allí a causa de les fluctuacions del nivell de l'aigua. La importància d'aquestes espècies i dels cladòcers es fa més evident en els embassaments eutròfics i així són més dominants que els copèpods en l'embassament de Susqueda i no tan en el de Boadella.

APUNTS PER A LA CONSERVACIÓ I GESTIÓ DE LES AIGÜES EPICONTINENTALS.

Tot i que algunes parts de les nostres aigües continentals estan fortament degradades, encara resten llocs on la situació actual permet de pensar en una política de conservació.

Les àrees lacustres tenen encara un estat de conservació molt gran. Tant els llacs de muntanya com la zona lacustre de Banyoles (a excepció del Vilà) son indrets que haurien d'estar especialment protegits ja que són fàcilment degradables. El llac de Banyoles, els estanys i el clot d'Espolla formen part d'un conjunt únic a Espanya i dels pocs d'Europa. Ho testimonia el bon nombre d'estudis que se li han dedicat. Premisa indiscutible per a la seva conservació es la conservació del cinzell de vegetació litoral que els envolta, així com evitar qual-sevol abocament o perill d'infiltració d'aigües residuals.

Les parts altes dels rius són cada dia més degradades com a resultat del augment de les activitats d'esplai de l'home (urbanitzacions, pistes d'esquí..etc..). Com que els animals que hi viuen són molt exigents en els seus requeriments d'oxigen, i els abocaments humans poden produir un dèficit en la quantitat d'aquell dissolt, els canvis en la composició faunística poden ser catastròfics.

Altres medis estàn considerablement degradats. Els rius a les seves parts baixes, les llacunes costaneres, els petits rius als que hi aboquen les aigües les granges i molts altres punts que podríem anomenar es troben en un estat de contaminació elevadíssim. La gran contaminació que pateixen alguns rius en certs punts pot, a més, afectar les aigües de més avall. Per aquests casos caldria una política de millorament i per les llacunes costaneres de protecció molt especial. Un punt molt important és el control de la contaminació dels aqüífers, que si són més difícils de contaminar, també ho són de des-contaminar.

Tenint en compte la dependència molt estreta dels medis aquàtics dels terrestres que els envolten, aquestes consideracions han d'anar lligades a una política general de gestió i ordenació del territori en la qual els valors culturals, històrics i científics siguint tinguts en compte i en el que tots, i els biòlegs en gran part, poguint fer sentir la seva veu.

BIBLIOGRAFIA.-

- ARMENGOL, J. - 1978. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. Oecologia aquatica, 3: 3-96.
- D.G.O.H., - 1979. Análisis de la calidad de aguas. 1976-77. Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas. nº. 129
- GAYA, J. - 1979. Contaminació industrial del riu Ter. Informe mecanografiat, 15 pàgs.
- GARCIA DE EMILIANI, M.O. - 1973. Fitoplancton de la laguna del Vilà (Girona). Oecologia aquatica, 1: 107-155
- GUERRERO, R. & ABELLA, C. - 1978. Dinámica espaciotemporal de las poblaciones bacterianas fotosintéticas en una laguna anaeróbica de aguas sulfurosas. Oecologia aquatica, 3: 193-205
- GUERRERO, R.; ABELLA, C. & MIRACLE, M.R. - 1978. Spatial and temporal distribution of bacteria in a meromictic karstic lake basin. Relationships with physicochemical parameters and zooplankton. Verh. int. Verein. limnol. 20: 2264-2271.
- JULIA, R. - 1980. La conca lacustre de Banyoles-Besalú. Monografies del Centre d'Estudis comarcals de Banyoles. 188 pàgs. 13 làmines.
- KOHMANN, F. - 1980. Die Auswirkungen des Hochwassers 1977 auf die Fauna des Eggefinger Innstausees. Spixiana, 3: 91-97
- MARGALEF, R. - 1946. Materiales para el estudio del lago de Banyoles. Publ. Inst. Biol. Apl., 1: 27-78
1948. Flora, fauna y comunidades bióticas de las aguas dulces del Pirineo de la Cerdanya. Monogr. Inst. Es. Pirenaicos, 11: 1-226
1951. Regiones limnológicas de Catalunya y ensayo de sistematización de las asociaciones de algas. Collectanea Botànica, 3: 43-67

- MARGALEF, R.; CAMPAS, L.; MIRACLE, M.R. & VILASECA, J.M.- 1975. Introducción al estudio de los lagos pirenaicos. Naturalia Hispanica, 4: 1-47
- MARGALEF, R.; PLANAS, D.; ARMENGOL, J.; VIDAL, A.; PRAT, N.; GUISET, A.; TOJA, J. & ESTRADA, M. - 1976. Limnología de los embalses españoles. D.G.O.H. Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas. nº. 123.
- MARGALEF, R. & PRAT, N. - 1979. La Limnología. Quad. Ecol. Apl. 4: 9-23
- MIRACLE, M.R. - 1974. Niche structure in freshwater zooplankton: a principal components approach. Ecology 55: 1306-16
1976. Distribución en el espacio y en el tiempo de las especies de zooplankton del lago de Banyoles. Monografias Icona, 5: 1-270
- 1978a. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos de los Pirineos y su interés biogeográfico. Oecol. aquatica, 3: 167-191.
- 1978b. Historical and ecological factors concurring in the distribution, biometry and fertility of planktonic crustaceans in Pyrenean lakes. Verh. int. verein. limnol., 20: 1657-1663.
- MIRACLE, M.R. & GOZALVO, I. - 1979. Els llacs càrstics. Quad. Ecol. Apl. 4: 37-50.
- PLANAS, D. - 1973. Composición, ciclo y productividad del fitoplancton del lago de Banyoles. Oecologia aquatica, 1: 3-106.
- PRAT, N. - 1979. La xarxa hidrogràfica. Quad. Ecol. Apl., 4: 87-107.
1980. Composició i variació en el terme de dos anys d'una comunitat bentònica del riu Ter. Col.loquis de la Societat Catalana de Biologia. XII. Biologia Molecular i Ecologia, 27-34
- VIDAL, A. - 1972. Dinàmica del hipolimnion anòxic del embalse de Sau (Barcelona). Pirineos, 105: 129-169.
- VIDAL A., - 1977. Eutrofización del embalse de Sau en el transcurso de sus primeros años (1962-1972). Res. II Ass. Nac. Geod. Geof., 43 pàgs.
- VILASECA, J.M. - 1978. Fitoplancton de los lagos pirenaicos. Tesina. Universidad de Barcelona. 102 pàgs.