

**EVOLUCIÓ D'UN POBLAMENT.
EL LLAC ARTIFICIAL DE SAU**

Comunicació presentada el dia 18 de març de 1971 pel senyor

ANTONI VIDAL i CELMA

Centro Pirenaico de Biología Experimental.
Cap del Laboratori de Biologia de l'Abastecimiento de Agua del Ter
(C.H.P.O.), Barcelona.

INTRODUCCIÓ

Avui dia, l'avanç tecnològic ha creat un tipus d'ambient pràcticament inexistent en temps passats i, com tot canvi dels equilibris a la natura, això porta conseqüències i problemes no presents en èpoques pretèrites. Repetidament ha estat observada la deterioració de l'aigua embassada en llacs artificials, cosa que, si bé no té importància quant a utilitzar aquests embassaments per a producció d'energia, esdevé de gran importància quan es fa servir l'aigua per a abastar poblacions humanes, ja que el tractament de potabilització és a vegades difícil, sinó impossible, i les interferències hi són múltiples.

Aquests fets han portat alguns països a insistir sobre la recerca limnològica als embassaments artificials, i són naturalment els països més desenvolupats els qui han fet avançar més l'estudi d'aquests ambients especials, però no només perquè disposen de més recursos econòmics sinó perquè el nivell d'industrialització més alt i les aglomeracions urbanes els ha posats també al front dels problemes més greus i difícils en el camp de la conservació de les aigües continentals.

Fent un resum històric mínim, hem d'indicar els EE.UU. com el país pioner en l'estudi de llacs artificials, bé que actualment l'URSS s'ha posat al davant, amb un Institut dedicat plenament a l'estudi dels embassaments (Institut de Biologia d'Aigües Continentals, a Borok, anomenat anteriorment Institut de Biologia d'Embassaments). En segon terme, cal citar el treball bonic i intensiu fet a Txecoslovàquia i, ja més endarrerit, en altres països de l'Europa central i nòrdica (República Democràtica Alemanya, Polònia, Suècia i Holanda, principalment). Actualment són també dos llacs artificials africans els que han estat estudiats de manera certament extensa: el llac Volta (Ghana) i el Kariba (Rhodèsia), posant així els fonaments del coneixement dels problemes que origina l'embassament d'aigua en els climes tropicals. La resta de labor als altres països és generalment esporàdica i el nostre no és una excepció, ja que el primer estudi continuat d'un llac artificial ha estat el que hom porta a terme en l'actualitat a l'embassament de Sau, al riu Ter.

INDIVIDUALITAT DELS LLACS ARTIFICIALS

És important la prossecució d'estudis limnològics ja des del mateix moment que comença a omplir-se per primera vegada un embassament artificial. Aquesta circumstància dona encara més importància a les recerques, car hom pot seguir, a més, el que passa en inundar uns sòls formats durant mil·lenis pel desenvolupament de boscos i la pràctica agrícola. De fet podem dir que, a part aquesta diferència inicial que farà

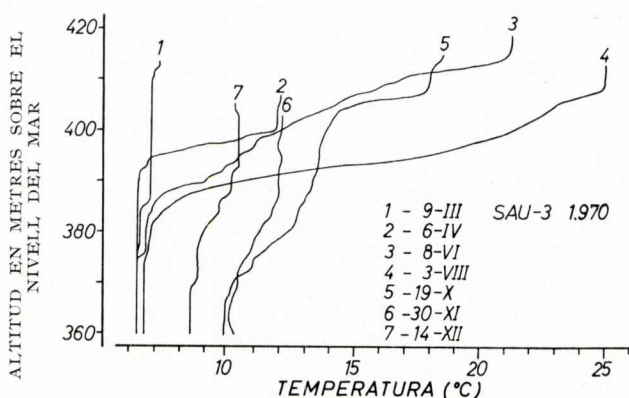


FIG. 1. — Cicle tèrmic anual a l'estació núm. 3 de l'embassament de Sau durant l'any 1970. Hi són representades només les dates que donen situacions més extremes i les que permeten de veure el sentit dels canvis.

que, a l'inici, la química de l'aigua sigui diferent de la dels llacs naturals (dissolució de substàncies químiques emmagatzemades al sòl i descomposició de la vegetació inundada), poques són les diferències entre un llac natural i un de creat per l'home. Per a trobar-les hom ha de referir-se sobretot a la morfometria i al règim hidrogràfic més que no pas als processos biològics que tenen lloc en l'aigua, ja que aquests, de fet, no són exclusius de les aigües embassades artificialment. El fet que una petita part de la conca és limitada per una paret, la resclosa, no afecta gairebé gens els processos del llac. Si no és una diferència exclusiva, ja que hi ha llacs molt profunds, sí que, generalment, podem dir que un caràcter típic dels embassaments és una elevada relació fondària-superfície (sobretot als llacs destinats a producció d'energia hidroelèctrica), i això sí que afecta bastant la biologia del llac, sobretot en el sentit d'impedir la total barreja de l'aigua, car aquest procés té el vent com a motor primordial. Així l'aigua del fons no es barreja suficientment amb la superficial i es deteriora per processos que veurem més endavant.

De fet, la característica més exclusiva dels llacs artificials és la variació, constant i amb grans oscil·lacions, del volum d'aigua emmagatzemada, acompanyada òbviament per la variació del nivell de la superfície de l'aigua. Hom ha observat repetides vegades que la variació artificial del nivell de l'aigua en un llac natural porta concomitant una alteració de l'estat tròfic, en el sentit que sempre es produeix un increment envers l'eutròfia, i hi ha a la bibliografia exemples clars d'aquests fets. Així, l'elevació del nivell al llac Ransaren, a Suècia, en construir una resclosa per a l'aprofitament hidroelèctric, l'any 1957, donà lloc immediatament a un espectacular increment de la producció planctònica que pogué ésser evidenciat perquè hom n'havia fet anteriors estudis hidrobiològics.³ L'origen d'aquesta fertilització és, igual que als embassaments pròpiament dits, la inundació de sòls i vegetació amb substàncies nutritives emmagatzemades que passen a l'aigua fins a trobar un equilibri del nou sistema. Encara que molt menys freqüent el cas, hi ha un exemple molt bonic d'alteració deguda al descens del nivell de l'aigua en un llac. Al de Nemi, a Itàlia,² el nivell fou baixat 22 metres entre els anys 1928 i 1932 per tal de retrobar uns vaixells romans de Calígula. Estudis previs i posteriors, així com durant el curs dels treballs, demostraren grans alteracions del nivell tròfic de les aigües, degudes, cal suposar, a la redissolució del sediment que, en baixar el nivell de l'aigua, esdevé litoral.

L'EUTROFITZACIÓ, PROBLEMA D'ACTUALITAT

Com ha estat dit, els processos biològics d'un llac i els d'un embassament són els mateixos, i és obvi d'aclarir que les mateixes causes que alteren l'aigua en embassar-la actuen sobre els llacs naturals. Ha provocat això, actualment, una alarma general en veure com el procés d'eutrofització avança inexorable sobre tots els llacs situats en indrets on la densitat de població humana és elevada. I quan l'aigua dels llacs és emprada per a abastar poblacions i indústries, preocupen més encara aquestes alteracions, car apareixen els mateixos problemes que presenten els embassaments artificials i no hi ha tants recursos tècnics per a actuar sobre el sistema en sentit contrari. En tenim exemples clars en llacs d'Itàlia, Suïssa, Suècia, EE.UU., etc., i és un fet bastant generalitzat a tot el món.

L'increment de la producció orgànica a les aigües, altrament dit l'eutrofització, és degut principalment a les aigües residuals, domèstiques i industrials, vessades als rius i llacs per deslliurar-se'n de la forma, en principi, més econòmica. També l'agricultura d'avui dia, que fa servir cada vegada més quantitat d'adobs per a fertilitzar el sòl, dona lloc que

la pluja n'arrossegui una part important, que incrementa la fertilització de l'aigua. Potser en menor grau, l'erosió produïda per una explotació agrària i silvícola defectuoses, condueix també a enriquir les aigües continentals. Aquesta pollució (emprant un mot molt corrent avui dia) de les aigües no té, si no és prou intensa, massa conseqüència als rius (bé que n'altera la biologia i hi posa problemes més o menys greus de tipus estètic), car en ells hi ha un procés d'autodepuració (oxidació i mineralització de les substàncies orgàniques) i de dilució degut als afluents i, finalment, el possible problema és transportat al mar. Però si el riu entra en un llac o bé és embassat artificialment, tot és diferent. Efectivament, en aquests casos, les masses d'aigua estanyada actuen com «trampes» de fertilitat i emmagatzemen elements nutritius que difícilment es perden, car s'acumulen al fons. Més endavant donem un exemple concret d'aquests fets a Sau, amb el cas de l'acumulació de manganès (figures 2 i 3).

Cal donar una visió de les alteracions hidrobiològiques que provoca l'eutrofització. A grans trets, els elements nutritius que aporta el riu

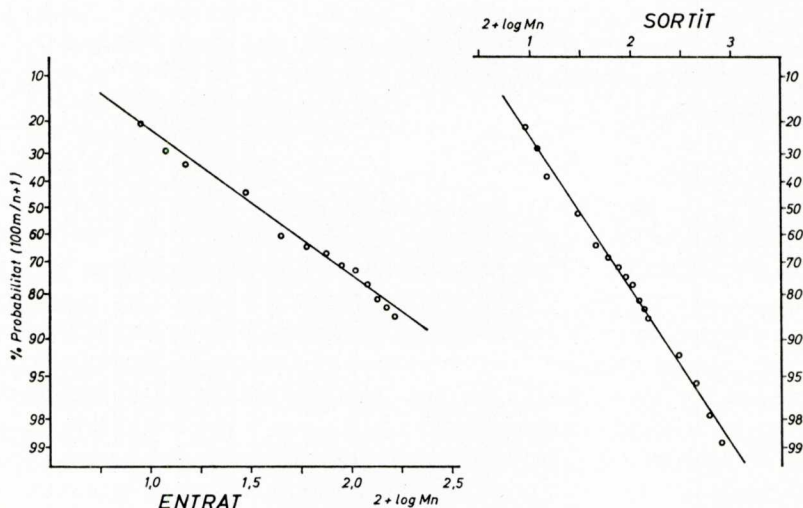


FIG. 2. — Distribució acumulativa de les classes de velocitat d'entrada i sortida del manganès a l'embassament de Sau durant els anys 1965 a 1968.

donen desenvolupaments considerables de plàncton vegetal i animal, la part principal del qual se sedimenta i descompon a l'hipolímnion, i dona lloc a una gran activitat bacteriana, la qual, en respirar, consumeix oxigen. Però aquí no hi ha un airejament constant com al riu, i a l'estiu s'esgota l'oxigen dissolt en l'aigua de fondària, a causa de l'estratificació tèrmica i,

per tant, de la manca de barreja de les capes d'aigua en sentit vertical. L'esdeveniment d'aquest ambient hipolímnic «anòxic» és el principal responsable de la deterioració de la qualitat de l'aigua per a ús humà, ja que dona lloc a la descomposició incompleta (anaeròbia) de les substàncies orgàniques que porta el riu i del plàncton mort que sedimenta, i acu-

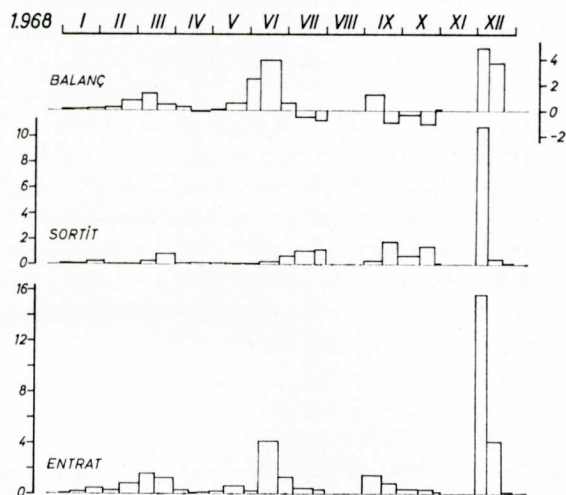


FIG. 3. — Balanç d'acumulació del manganès a Sau durant l'any 1968. Les xifres són donades en tm de manganès, i hi manquen les dades dels mesos d'agost i novembre.

mula a l'aigua, a vegades, grans quantitats d'amoniac, àcid sulfhídric i d'altres substàncies pertorbadores. En desaparèixer l'oxigen i baixar per tant el potencial d'oxidoreducció, se solubilitzen compostos inorgànics de fòsfor, ferro i manganès (entre d'altres) presents al sediment, i donen lloc a un increment en el desenvolupament fitoplanctònic, el primer, i dificultats en el tractament de potabilització de l'aigua els dos darrers, problemes difícils d'eliminar. A més, el manganès sembla que estimula el desenvolupament estival de grans masses d'algues blaves que, probablement per substàncies segregades al medi, alteren molt la qualitat normal de l'aigua.

EL RIU TER I EL LLAC ARTIFICIAL DE SAU

En construir dos grans embassaments al riu Ter per a fornir aigua a Barcelona i regular el cabal del riu, millorant així els regatges a la província de Girona, foren iniciades recerques limnològiques ja des del moment que començaren a omplir-se per primera vegada els dits llacs.

Els resultats que exposem a continuació són resum dels principals observats al llarg dels anys en què ha estat dut a terme l'estudi al llac de Sau i, en primer lloc, caldrà situar algunes dades geogràfiques i hidrològiques.

El riu Ter neix al Pirineu sobre Camprodon i, en travessar la carena prepirinenca i la plana de Vic, s'endinsa per valls estretes a les muntanyes de les Guilleries, i finalment s'obre al pla del Gironès i del Baix Empordà. No és gaire llarg, i el seu cabal és bastant irregular, amb mínims de $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ i avingudes extraordinàries (poc freqüents) de fins a $2.000 \text{ m}^3/\text{seg.}$ El cabal mitjà al Pasteral, al final de les Guilleries, ha estat calculat de $18 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Els embassaments, construïts aprofitant el gran desnivell que travessa el riu a les Guilleries, són dos: el de Sau, amb 177 milions de m^3 de cabuda total, i seguidament el de Susqueda, de 230 milions de m^3 , amb una superfície de 6 km^2 i 120 m de fondària màxima aquest darrer. Ambdós actuen com a reguladors, i per tant com a acumuladors d'aigua. Un tercer, el del Pasteral, ha estat ampliat a 14 milions de m^3 i funciona com a compensador diari.

El riu Ter, així com el seu principal afluent el Freser, travessen zones industrials —Ribes, Ripoll, Manlleu i Vic principalment— que, bé que no tenen massa densitat de població, sí que tenen, per contra, indústria de tota mena, especialment tèxtil, conservera, paperera i de la pell; aquest és un factor important que determina la càrrega de pol·lució del riu. A més, el fet de travessar la plana de Vic, molt agrícola, contribueix a enlairar la potencialitat tròfica d'aquelles aigües. Com un índex d'aquesta fertilitat potencial, podem dir que l'aportació de fosfat és, per terme mitjà, de $400\text{-}500 \text{ mg}/\text{m}^3$, la qual cosa, suposant un cabal mitjà de $15 \text{ m}^3/\text{seg.}$, no llunyà del real, significa una aportació diària de 580 kg PO_4 o de 190 kg P-PO_4 (213 tm PO_4 o 70 tm P-PO_4 l'any), i això per a fertilitzar una superfície de només 7 km^2 . No és aquest, però, avui dia, un cas extraordinari de pol·lució, bé que tampoc menyspreable. D'altra banda, el segon afluent important del Ter, la Riera Major, que drena el vessant nord del Montseny, aporta, si no un gran cabal, sí almenys aigua molt bona i neta.

Les característiques morfomètriques principals del llac de Sau són:

Volum màxim	$177 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Superfície màxima	$7,5 \text{ km}^2$
Profunditat màxima	75 m
Llargada màxima	18 km
Amplada màxima	1-1,5 km

La forma és molt allargada i sinuosa, seguint la vall del riu, i en el primer sector no té molta profunditat (30 m, màxim); la conca té forma de V i, només als últims 4 km, l'amplada augmenta considerablement a l'indret on era assentat l'antic poble (inundat avui) de Sant Romà de Sau, i la forma de la conca és més planera, bé que més fonda (fins a uns 65 m). Després s'estreny altra vegada a l'últim km fins a la resclosa, on hi ha la fondària màxima de 75 m.

Les recerques han estat fetes sempre en estacions fixes de la superfície del llac, i les més intensament treballades són la núm. 1, situada a 1/2 km de la resclosa, i la núm. 3, a 1,5 km, ja a la conca principal de Sant Romà de Sau. Els resultats d'ambdues estacions són, però, comparables, i no podem dir que hi hagi una gran diferència en sentit horitzontal (no han estat fets, però, estudis simultanis).

Per tal d'il·lustrar el curs anual de la dinàmica general d'un llac, el règim tèrmic dóna el fonament que permet d'assentar més clarament tots els altres esdeveniments. Com permet veure la fig. 1, que utilitza algunes dades escollides de l'any 1970 a l'estació núm. 3, el cicle tèrmic anual al llac de Sau és del tipus monomíctic càlid, és a dir, amb estratificació a la primavera i a l'estiu i homotèrmia a la tardor i a l'hivern. Generalment l'estratificació comença el mes de març, i l'homotèrmia, l'octubre o el novembre, bé que les característiques meteorològiques donen a cada any alguna peculiaritat que el fa diferent dels altres. El fet que més pot influir sobre l'estratificació són les grans avingudes del riu, en períodes de pluja molt intensa i persistent: arribà, fins i tot, una vegada (1965) a instaurar homotèrmia total de superfície fins al fons. La termoclina es troba a l'estiu entre els 15 i 30 m de profunditat, bé que els vents poden fer variar bastant les situacions més superficials. Generalment, la temperatura de l'aigua no és més baixa de 6° C, i rarament és de menys de 5° C (el gener de 1971 baixà per dessota 3° C); les màximes a l'estiu a la superfície són de l'ordre de 25-26° C, i fins a 28° C com a cas extraordinari (1967). El gradient màxim trobat (superfície a fons) és de 22° C (6,2-28,0° C). Un fenomen interessant observat és el de l'oligomixi, és a dir, manca de barreja total, fins al fons del llac, en alguns hiverns, malgrat l'homotèrmia total.¹ Aquesta meromixi ocasional és deguda a la preponderància, a vegades, de l'estratificació química sobre la tèrmica i, naturalment, a la poca força del vent que no aconsegueix d'enfonsar del tot la quimioclina, o trencar-la.

Ja hem dit abans la importància, negativa però gran, de l'esgotament de l'oxigen sobre els processos biològics i físico-químics a l'hipolímnion. El quadre I, basat en dades de l'any 1970, dóna una visió del cicle estacional de l'estratificació química a l'estació núm. 3, visió que és il·lustrativa d'una situació eutròfica típica, amb anòxia estival a l'hipolímnion. Aques-

QUADRE I

Evolució química de l'aigua a Sau a l'estació núm. 3 en algunes dates representatives de l'any 1970. Han estat seleccionats els elements més interessants per tal d'evidenciar la situació anòxica i llurs conseqüències

Profunditat (metres)	0	5	10	20	30	40	50	60
Oxigen, ppm O₂								
2 febrer	12,70	12,10	9,59	1,30	1,61	0,51	0,49	—
23 març	20,71	19,07	11,65	1,47	0,53	0,50	0,50	—
19 maig	11,24	6,16	3,45	3,11	0,17	0,15	0,08	0,08
3 agost	9,65	8,39	0,15	0,14	0,16	0	0	—
5 octubre	6,99	6,06	5,39	0,12	0	0	—	—
14 desembre	7,10	7,00	6,85	0,40	7,30	1,90	—	—
Fosfats, ppm PO₄								
2 febrer	0,18	0,20	0,25	0,52	0,62	0,83	0,91	—
23 març	0,02	0,01	0,03	0,45	0,62	0,65	0,69	—
19 maig	0,14	0,24	0,30	0,30	0,59	0,98	1,06	1,03
3 agost	0,02	0,03	0,14	0,25	0,75	1,22	1,13	—
5 octubre	0,03	0,03	<0,02	1,16	1,36	1,45	—	—
14 desembre	0,05	0,04	0,04	0,13	0,14	0,16	—	—
Manganès, ppm Mn								
2 febrer	0,03	0,02	0,03	0,08	0,11	0,21	0,25	—
23 març	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,15	0,17	0,17	—
19 maig	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,13	0,22	0,26	0,25
3 agost	<0,01	<0,01	0,04	0,07	0,19	0,25	0,23	—
5 octubre	0,03	0,02	0,02	0,23	0,25	0,27	—	—
14 desembre	<0,01	<0,01	<0,01	0,29	0,05	0,13	—	—
Sulfurs, ppm S								
2 febrer	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	—
23 març	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	—
19 maig	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,13	0,12
3 agost	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	1,08	1,05	—
5 octubre	<0,05	<0,05	<0,05	1,42	3,16	3,16	—	—
14 desembre	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	—	—

ta estratificació química és originada per la potencialitat tròfica alta de l'aigua i per la instauració de l'estratificació tèrmica; però, una vegada desenvolupada, esdevé preponderant sobre la tèrmica fins arribar a la situació d'oligomixi abans indicada. Com també ha estat dit, l'anòxia porta concomitant la solubilització o l'acumulació, a vegades en massa, de certs elements com són fosfats, manganès, ferro, sulfurs, calci, amoníac, etc., així com la reducció, per via bacteriana o química, de nitrats, nitrits i sulfats. Al mateix quadre I hom pot veure com la barreja a l'inici de l'any ha estat poc efectiva: l'oxigen és escàs a les aigües profundes i resta encara una gran quantitat de fòsfor inorgànic en dissolució. Hi manquen, això no obstant, els sulfurs. A l'estiu, el temps ventós o plujós pot tragarar fàcilment fosfat a l'aigua superficial (vegeu xifres del 19 de maig), la qual cosa origina grans desenvolupaments d'algues planctòniques. Al final de l'any 1970 la barreja és molt més efectiva i hom pot veure com s'oxigena el fons i desapareixen els sulfurs, el manganès i els fosfats, bé que, a la data indicada, no han precipitat totalment i en queda una certa quantitat a les aigües més profundes.

L'origen de les grans concentracions en què arriben a trobar-se els elements a l'hipolímion és l'acumulació dels transportats pel riu en el transcurs del temps. Ja hem dit que les conques dels llacs actuen com «trampes» que emmagatzemen substàncies, car precipiten i sedimenten, o es redissolen a les aigües profundes si les condicions ambientals d'oxido-reducció són adequades. Així, molts elements tenen un balanç d'acumulació positiu, i un exemple clar el dona, a l'embassament de Sau, el manganès, entre d'altres. Si bé no donarem les dades detallades de les anàlisis, el quadre II dona un resum de l'elaboració estadística de les dades de velocitat d'entrada i sortida del manganès durant els anys 1965 a 1968, i la fig. 2 il·lustra la distribució probabilística d'aquestes dades. Com podem veure al quadre II, el balanç d'acumulació és de 0,3745 g Mn/seg.,

QUADRE II

Paràmetres estadístics de les dades de velocitat d'entrada i sortida de manganès a l'embassament de Sau durant els anys 1965 a 1968

	n	M	σ	Factor interferència	g Mn/seg.
Entrat	47	0,350	0,705	3,740	1,3100
Sortit	91	0,295	0,660	3,175	0,9355
Balanç					0,3745
% Retenció					28,6

o sigui 32,38 kg Mn/dia o 11,81 tm Mn/any, la qual cosa representa un 28,6 % del manganès total entrat. Aquesta xifra varia segons les peculiaritats de cada any i, per exemple, el 1968 (vegeu la fig. 3) trobem, sobre un total entrat de 38,40 tm Mn, una retenció de 17,54 tm (0,555 g Mn/seg.); aquesta xifra representa un 45,7 % de retenció (considerem en les xifres d'aquest any només tres-cents cinc dies, per manca de més dades).

EVOLUCIÓ DEL POBLAMENT PLANCTÒNIC

No cal dir que, per la necessitat d'il·luminació, el plàncton vegetal es desenvolupa a les zones més superficials de l'aigua (estrat eufòtic), ja que entre els 3 i els 4 metres de profunditat només resta un 1 % de la radiació visible que incideix a la superfície del llac. En aquesta zona trofogenica han estat trobades, en alguna ocasió, densitats d'organismes que, expressades en nombre de cèl·lules per mil·lilitre (es tracta generalment d'organismes unicel·lulars), han arribat a superar les 100.000. Els valors normals són, però, molt més reduïts i oscillen entre 5.000 al començament de l'hivern, quan s'ha barrejat l'aigua, i entre xifres molt més variables però compreses generalment entre 10.000 i 40.000 per mil·lilitre a l'estiu. Hi ha, doncs, una periodicitat anual ben marcada que es repeteix, i els millors exemples en són els dos primers anys (1964 i 1965): un desenvolupament hivernal o d'hivern-primavera i, després d'un petit lapse, un desenvolupament d'estiu i tardor, fragmentat aquest a vegades en dues o tres pulsacions, que, a escala específica, representen altres tantes successions de comunitats d'organismes que es desenvolupen, maduren i decauen finalment a causa de diverses circumstàncies (esgotament de recursos nutritius, pastures del zooplàncton, parasitisme, etc.).

Superposat a aquest cicle anual quantitatiu hi ha un cicle qualitatiu de forma que varia la composició específica durant l'any. A grans trets, podem indicar que la proliferació d'hivern i primavera és dominada principalment per diatomees (*Diatomeae*). Aquest desenvolupament acaba esgotant els recursos nutritius i desapareix sobtadament, i aleshores apareixen seguidament altres successions dominades principalment per algues verdes (*Chlorophyceae*) i, a vegades, al final de l'estiu i tardor, per algues blaves (*Cyanophyceae*) i dinoflagel·lades (*Peridineae*). La fig. 4 dóna idea d'aquest cicle anual a Sau durant els quatre primers anys d'existència de l'embassament. En la dita figura és representada la incidència temporal de les espècies o grups d'algues dominants al poblament planctònic, en cada data estudiada. No dóna, però, aquesta figura, idea de la diversitat, car alguns grups (algues verdes i blaves, per exemple) hi són tractats

com a unitats, mentre que en altres és representada separatament cada espècie (fragilariàcies).

Finalment, i bé que ajustada a les característiques anuals vistes, hi ha una evolució específica en el transcurs dels anys estudiats, de forma que són substituïdes, unes per altres, espècies que representen un mateix estadi dins el cicle anual descrit. L'exemple més clar (vegeu la mateixa fig. 4) ens el dona la proliferació de diatomees que inaugura el cicle anual: *Cyclotella ocellata* i *Stephanodiscus hantzschii* apareixen ja el primer

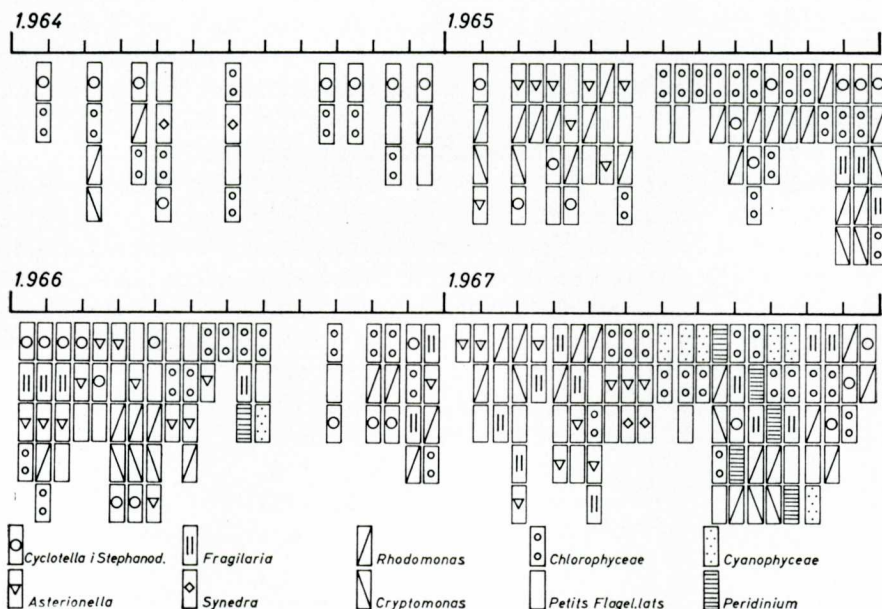


FIG. 4. — Incidència temporal dels diferents tipus d'algues planctòniques que són dominants a Sau durant els quatre primers anys d'existència de l'embassament. L'ordre de més a menys dominància és situat des de dalt cap a baix.

any. El segon surt *Asterionella formosa*, i el tercer *Fragilaria crotonensis*, mentre que el quart any desapareix *Cyclotella ocellata*, i resten només abundants *Asterionella formosa* i *Fragilaria crotonensis*. L'any 1969 (no representat a la figura) trobem molt abundant *Stephanodiscus astraes* i *Stephanodiscus hantzschii*, mentre que el 1970 és *Cyclotella chaetoceros* la que pren preponderància primaveral. D'altra banda, les algues blaves i dinoflagel·lades no apareixen en quantitat fins el tercer any i no esdevenen dominants fins el quart.

La concentració de clorofil·les a l'aigua deixa veure un cicle anual que és paral·lel al del fitoplàncton. Més detalls, però, poden ésser tro-

bats en una altra publicació.⁵ Serà, però, interessant de donar un breu avanç del resultat de les recerques que hom fa actualment a Sau sobre nivell de producció biològica. El cicle anual de producció és també repetició del descrit per al fitoplàncton. La productivitat referida a biomassa, o sigui l'eficiència fotosintetitzadora, té, però, una variació anual típica. A part que és inversament proporcional a la biomassa, cosa ja comprovada altres vegades,⁶ i que pot estar relacionada tant amb la competició per als elements nutritius com a efecte d'autoenfosquiment, la relació productivitat/biomassa és mínima a l'hivern-primavera i màxima a l'estiu. Les causes podrien ésser el cicle anual de radiació solar (més durada de la llum a l'estiu) o potser degudes a raons hidrodinàmiques, car a la primavera, en produir-se la primera pulsació important de fitoplàncton (diatomees) no està encara ben desenvolupada l'estratificació, i la turbulència de l'aigua fa que estiguin els organismes més de temps a la penombra que no pas a l'estiu. Dissortadament, tenim poques dades de productivitat, i un xic esporàdiques (totes referides als anys 1970 i 1971), per a poder donar xifres globals quantitatives de la productivitat a Sau, però podem dir que la producció anual oscil·la entre valors diaris de 500 i 6.000 mg C/m².dia, i la mitjana potser podria ésser situada aproximadament a 2 g C/m² dia, xifra no exagerada si considerem que han estat donats valors de més de 10 g C/m².dia⁴ per a producció marina.

BIBLIOGRAFIA

1. HUTCHINSON, G. E. i LÖFFLER, H.: *The thermal classification of lakes*. «Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.», 42: 84-86 (1956).
2. MARCHESONI, V.: *Il fitoplancton del Lago di Nemi prima e dopo l'abbassamento del suo livello (1923-1939)*. «Internat. Rev. Hydrobiol.», 40: 305-345 (1940).
3. RODHE, W.: *Effects of impoundment on water chemistry and plankton in Lake Ransaren (Swedish Lappland)*. «Verh. int. Ver. Limnol.», 15: 437-443 (1964).
4. RYTHER, J. H.; MENZEL, D. W.; HULBURT, E. M.; LORENZEN, C. J. i CORWIN, N.: *The production and utilization of organic matter in the Peru coastal current*. «Inv. Pesq.», 35 (1): 43-59 (1971).
5. VIDAL-CELMA, A.: *Fitoplancton del embalse de Sau (Barcelona) durante 1969*. «Pirineos», 96: 51-76 (1970).
6. WRIGHT, J. C.: *Limnology of Canyon Ferry Reservoir. II. Phytoplankton standing crop and primary production*. «Limnol. Oceanogr.», 4: 235-245 (1959).