

**INSTITUCIÓ CATALANA
D'HISTÒRIA NATURAL
LA SALUT DELS ECOSISTEMES
AQUÀTICS CATALANS,
A CÀRREC DE
NARCÍS PRAT,
DE LA UNIVERSITAT
DE BARCELONA**

1. INTRODUCCIÓ I ANTECEDENTS

L'estudi dels ecosistemes aquàtics té una llarga tradició a Catalunya i avui podem dir que tenim un coneixement dels nostres llacs, rius, embassaments, aiguamolls i costes prou complet i comparable a la de molts països del nostre entorn. El mestratge del professor Ramon Margalef i l'esforç d'una generació de científics formats al seu entorn han portat els darrers vint-i-cinc anys a un gran desenvolupament de la limnologia, l'oceanografia i la biologia marina a Catalunya i Espanya. Un exemple de tot aquest treball és el llibre editat en homenatge al professor Margalef ara fa uns anys (Ros i Prat, 1991), o el llibre que el mateix Margalef va editar el 1994.

En molts dels estudis és palès el problema de la degradació dels ecosistemes per tota mena d'actuacions humanes com ara contaminació, falta de cabals dels rius per derivació, eutrofització, etc. Aquest problema ja era present al *Llibre blanc* de la natura que la Institució Catalana d'Història Natural (ICHN) va publicar el 1974. En aquest llibre, la part de gestió de les aigües ocupa una pàgina i en tot el volum no passen d'una vintena les pàgines dedicades a les aigües, mostra del coneixement del tema que hi havia en aquell moment. El 1979, només cinc anys més tard, la limnologia havia fet un salt endavant molt important a Catalunya, fet que es mostra clarament en el volum 4 dels *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, on es tracten els diferents ambients de forma sectorial a partir de la informació disponible (Prat, 1979a), tot i que per alguns temes hi havia poca cosa més que les tesis doctorals que no feia gaire alguns alumnes de Margalef havíem acabat. La publicació del volum 14 de la *Història natural dels Països Catalans* el 1989 (Margalef, Terrades i Prat, 1989) mostra ja la maduresa i el grau de coneixement assolit en els ecosistemes aquàtics dels Països

Catalans. En aquell llibre ja no es va poder posar tot el que sabíem dels nostres ecosistemes aquàtics i vam haver de seleccionar entre l'abundant material disponible.

Avui seria impossible reunir en un sol volum tota la informació que tenim dels diversos ambients aquàtics. De fet, en un sol any, si consulteu les publicacions a Catalunya dels diferents investigadors, podreu trobar dades de tots els ambients i sobre tots els aspectes (des dels purament descriptius fins als funcionals, passant per models i estudis ecotoxicològics). Sens dubte, aquest és el fruit del treball de nombrosos deixebles de qui va obrir la recerca sobre aigües epicontinentals i marines a Catalunya: el professor Ramon Margalef, que avui encara continua actiu i publicant estudis sobre el tema. Continua molt preocupat per la degradació creixent de totes les aigües, molt especialment perquè ara l'aigua arriba més ràpidament al mar que abans, ja que circula pels col·lectors i no pas pels rius, i també pel possible abocament d'escombraries al fons del mar (Margalef, 1998).

Jo mateix fa més de vint anys (Prat, 1979*b*) vaig publicar un primer article sobre la gestió de l'aigua a Catalunya, on enumerava alguns dels problemes que en aquell moment ja tenien els ecosistemes catalans, que en molts casos continuen tenint. Al llarg d'aquests anys m'he ocupat força vegades del problema de la gestió de l'aigua a Catalunya (Prat 1995, 1996*a*, 1996*b*, 1997, 1998*a*, 1998*b*) en diversos articles, on he insistit en els múltiples problemes dels nostres ecosistemes epicontinentals, i molt especialment dels rius. Com a membre que vaig ser del Consell Directiu de la Junta de Sanejament des de 1995 fins a 1999, vaig poder seguir també les actuacions destinades a millorar la situació dels nostres rius. Podeu trobar-ne un resum a Prat, 1999*a*. En aquest mateix treball assenyalo quina es la qüestió clau per a la conservació dels ecosistemes aquàtics catalans: un nou concepte en la gestió de l'aigua basat en la contenció del con-

sum i una millor utilització dels recursos, ja que la despesa excessiva d'aigua i els plantejaments a l'alça fets en els plans de conca (tant de les conques internes com de l'Ebre) són l'amenaça més gran per als nostres ecosistemes aquàtics.

2. DE LA QUALITAT DE L'AIGUA A LA SALUT DELS ECOSISTEMES

Als anys setanta es parlava sobretot de la qualitat de les aigües i es feia referència només al seu estat fisicoquímic, tot i que ja es coneixien molt bé els indicadors biològics, amb nombroses publicacions internacionals, entre aquestes, treballs del professor Margalef (Margalef, 1955, 1969). Per a l'Administració, qualitat de l'aigua era sinònim d'ús: aigua per a banyar-se, per a beure o per a abocar a una llera pública. Aquest aspecte està molt ben recollit en un llibre d'aparició recent titulat precisament *Les qualitats de l'aigua* (Poch, 1999). Semblava que solucionant el problema de l'estat fisicoquímic de l'aigua s'havia acabat el problema de la salut dels ecosistemes, i per tant es recuperarien biològicament. Però la implantació successiva de diferents tractaments a les aigües residuals per a intentar resoldre el problema de qualitat de l'aigua s'ha revelat insuficient per a retornar la qualitat biològica als ecosistemes aquàtics a tot arreu del món on ja han fet aquest camí. Això és el que ara es fa evident a casa nostra amb el fracàs relatiu del Pla de sanejament, que ja es va fer evident als anys vuitanta a alguns països d'Europa com Alemanya o els Països Baixos, o fins i tot abans als Estats Units. En aquests països la recuperació dels ecosistemes va passar de ser una preocupació centrada en els cercles acadèmics (especialment de les universitats) a ser un problema de gestió de primer ordre. Per això les iniciatives de restauració s'han dirigit els darrers anys a intentar la recupera-

ció del sistema i no només a la correcció dels abocaments de contaminants. En aquests països és on es va encunyar l'expressió *salut dels ecosistemes* (Karr, 1999).

A Catalunya les veus que al llarg de molts anys han advertit del problema —entre aquestes el mateix professor Margalef des de fa més de quaranta anys (Prat, 1999a)— no han estat considerades pels gestors, i l'Administració no ha començat a ser conscient de la importància dels aspectes ecològics en la gestió de l'aigua fins fa molt pocs anys. Recordo molt bé quan al començament dels noranta el director de la Junta de Sanejament assegurava que amb el Pla de sanejament es tornarien al seu estat natural els rius de Catalunya i com diversos polítics van assegurar que pescarien i es banyarien al Besòs abans de quatre anys (per cert mai ningú no els ha recordat que haurien de fer efectiva la seva promesa). Actualment al web de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) hi podeu trobar dades d'anàlisis fisicoquímiques de diversos ecosistemes aquàtics de Catalunya (en gran part perquè hi ha una normativa que s'ha de complir), però no informació dels indicadors biològics de la salut dels ecosistemes.

Avui, doncs, la salut dels ecosistemes és la preocupació principal dels gestors de les aigües europees, i aquesta es la raó de la Directiva marc de l'aigua (DMA), aprovada l'octubre de 2000 i publicada al DOCE el desembre del mateix any. L'objectiu principal és restablir l'estat ecològic dels ecosistemes aquàtics, de manera que s'apropin al seu estat natural. La Directiva marc és, doncs, un referent de futur molt important i el seu desenvolupament serà clau per a conservar i/o restablir la salut dels nostres ecosistemes.

3. L'ESTAT ECOLÒGIC, UNA MESURA DE LA SALUT DELS ECOSISTEMES AQUÀTICS EUROPEUS

El concepte d'*estat ecològic* es concreta el 1997 amb una versió inicial de la Directiva marc, que prové de la modificació d'un proposta de Directiva, la qualitat ecològica, que datava de 1994 i de la qual s'han fet moltes versions (taula 1). Com que el tema és suficientment complex, ha costat molt d'arribar a un acord satisfactori per a tots els estats, finalment concretat en la Directiva 2000/80.

TAULA 1. *Desenvolupament normatiu de la nova política d'aigües de la Unió Europea*

1994.	Proposta de directiva del Consell relativa a la qualitat ecològica de les aigües
1996.	Comunicació de la Comissió al Consell i al Parlament Europeu «La política d'aigües de la Comunitat Europea»
1997.	Proposta de directiva del Consell per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües
1999.	Posició comuna CE núm. 41/1999 d'establiment d'un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües
2000.	Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23.X.2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües

El tema ja era prou interessant el 1994 perquè les voluntats de recerca del Departament d'Ecologia de la UB i de gestió de la Diputació de Barcelona confluïssin en l'inici d'una sèrie d'estudis que publica la Diputació des de 1996 amb el títol de *Qualitat ecològica dels rius*. Es van estudiar el Llobregat i el Besòs primer i, actualment, a més d'aquests dos rius també el Foix i la Tordera, rius que tenen la totalitat o gairebé la totalitat de la seva conca a la província de Barcelona (Prat *et al.*, 1996, 1997, 1999, 2000*a*, 2000*b*). De moment, se n'han publicat vuit números, la qual cosa implica que s'ha establert un sistema de mesura regular i amb la mateixa metodologia al llarg de sis anys, amb dos manuals metodològics. També en aquella època la Generalitat va

començar a estudiar indicadors biològics als rius i avui també té una bona sèrie de dades que dissortadament no es publiquen. Els propers anys assistirem a un augment generalitzat d'aquest interès per la salut dels ecosistemes aquàtics i de la seva mesura amb indicadors biològics, sobretot perquè hi ha una normativa que hi obliga. De moment, el concepte d'*estat ecològic* avui ja és inclòs a la legislació catalana (Llei 6/1999) i estatal (Llei 46/1999), fet que indica l'interès per aquesta qüestió. De totes maneres, la mesura de l'estat ecològic és un concepte que està en ple desenvolupament, encara ens trobem lluny de l'aplicació concreta i queden molts interrogants per aclarir, com ara la manera concreta de mesurar-ho i la interpretació i l'eficàcia per a la gestió.

La Directiva marc té la virtut d'integrar en un mateix àmbit de gestió (el districte fluvial) les aigües superficials, les subterrànies, les costaneres i les marines que en són influenciades per aquest districte. En el cas de Catalunya, per a les conques internes serà una novetat relativa, ja que en aquest moments dins de l'ACA ja són integrats (teòricament) tots els elements del cicle de l'aigua, des dels aquífers fins a les costes. Si exceptuem els ports i les platges, que encara depenen d'un altre departament, es pot dir que al Departament de Medi Ambient hi ha totes les unitats que permetrien fer aquesta gestió integrada. Un altra qüestió és la part catalana de l'Ebre que depèn de la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre fins al Delta, en el qual tenen competència moltes administracions, incloent-hi Costes de l'Estat espanyol. A més, la complicació administrativa espanyola, amb municipis, diputacions, autonomies i Estat (i encara altres administracions possibles) fa difícil fer realitat aquest esperit de gestió unitària de tot el districte fluvial que preveu la Directiva.

Els objectius concrets de la Directiva es mostren a la taula 2, així com la definició de l'estat ecològic que, com hem dit, és sinònim de salut dels ecosistemes. Com es veu en

aquesta taula, la Directiva inclou una sèrie d'annexos que la desenvolupen, que és on cal buscar la manera de mesurar aquest estat de salut; la mateixa Directiva preveu que s'haurà de basar principalment en la condició biològica del sistema, sense oblidar-ne l'estat químic. Quant a les aigües subterrànies només seran importants l'estat químic i l'estat quantitatiu.

TAULA 2. *Articles més rellevants de la Directiva 2000/60/CE pel que fa a l'estat de salut dels ecosistemes aquàtics*

Article 1. OBJECTIUS

- Prevenir, protegir i millorar l'estat dels ecosistemes aquàtics
- Promoure un ús sostenible de l'aigua
- Reducció o supressió d'abocaments
- Reduir i evitar la contaminació d'aigües subterrànies
- Disminuir els efectes d'inundacions i sequeres

Article 2. DEFINICIONS

- 17. *Estat de les aigües superficials*: Expressió general de l'estat d'una massa d'aigua superficial determinat pel pitjor valor del seu estat ecològic i químic
- 21. *Estat ecològic*: Una expressió de la qualitat de l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics associats a les aigües superficials, que es classifica segons l'annex V

Article 4. OBJECTIUS AMBIENTALS

- Arribar al bon estat de les aigües conforme a l'annex V abans de l'any 2015

Article 8. PROGRAMES DE SEGUIMENT

- De l'estat ecològic, químic i del potencial ecològic abans de l'any 2006

Article 11. PROGRAMES DE LES MESURES

- Pendent d'establir per a assolir el bon estat de les masses d'aigua, operatius l'any 2012
-

Per a la mesura de l'estat ecològic, primer cal fer una tipologia de les diferents masses d'aigua (s'entén que no es pot mesurar igual la salut mitjançant indicadors biològics de les aigües marines que dels rius de muntanya) i després cal decidir quins elements dels sistema caldrà fer servir per a la mesura concreta de la salut. L'annex V de la Directiva també els preveu.

La tipologia que la DMA estableix es reproduïx a la taula 3. Primer fa sis grans categories, i dins de cada catego-

ria estableix que caldrà establir diferents tipus, la qual cosa es podrà fer amb dues metodologies, segons convingui a cada país. Una metodologia per a establir tipus (sistema A) usa paràmetres com ara altitud, àrea de la conca i geologia amb unes classes definides, mentre que en l'altre no s'estableixen classes determinades dins de cada paràmetre i a més poden usar-se els paràmetres que es creguin oportuns, a més d'un petit grup d'obligatoris.

TAULA 3. *Tipologia de masses d'aigua establerta per la DMA (annex 2)*

CATEGORIES

- Rius
- Llacs
- Aigües de transició
- Aigües costaneres
- Masses d'aigua artificials
- Masses d'aigua molt modificades

TIPUS (per a definir dins de cada categoria)

SISTEMES:

- SISTEMA A: Tipologia fixa per ecoregions
 Rius i llacs, mapa A (limnofauna europea)
 Zones de transició i costaneres, mapa B
- SISTEMA B: Caracterització alternativa
 Factors físics i químics que determinen les característiques del riu, tram de riu, llac, aigües de transició i estuaris, i per tant l'estructura i la composició de les comunitats biològiques

El nombre de tipus definits pot ser molt variable en funció de la divisió que es faci, i com més tipus més complicada serà la gestió. Per a cada tipus s'haurà de buscar l'estat de referència, o sigui la situació en què l'estat de salut dels ecosistemes és excel·lent, amb la qual s'hauran de comparar tots els del mateix tipus. Aquest estat de referència segons l'annex 2 de la DMA, caldrà definir-lo mitjançant la comparació directa amb un ecosistema similar que es trobi en un

estat de conservació excel·lent al mateix districte, si pot ser. En cas que no n'hi hagi (perquè ja estan tots degradats) es pot recórrer a dades històriques, a models o al judici d'un expert que pugui aportar una idea de com hauria de ser aquell sistema. Cal pensar en la dificultat que tindrà establir quin és l'estat de referència de la part baixa d'un riu mediterrani, quan la majoria fa molts anys que estan molt degradats.

Si el sistema està en una situació que no permet revertir-lo a l'estat natural, es pot qualificar de sistema molt modificat, i en aquest cas no caldrà restablir l'estat ecològic sinó el màxim potencial ecològic possible mesurat de la manera que sigui possible, incloent-hi el judici dels experts. El màxim potencial ecològic és el que es demanarà a les masses d'aigua artificial (embassaments, basses artificials o ornamentals, canals, etc.) on no es possible tenir un sistema de referència.

I com es mesura el bon estat ecològic o el màxim potencial ecològic possible? L'annex 5 (taula 4) ens indica els elements que cal utilitzar per a mesurar-ho. Com es veu, això representa una revolució en la gestió de l'aigua, ja que per primera vegada la legislació obligarà els estats europeus a establir uns programes de mesura i seguiment de la qualitat biològica dels seus ecosistemes aquàtics, incloent-hi els costaners. Una pregunta que surt de forma immediata és si estem preparats per a fer aquesta tasca, i si coneixem prou els nostres ecosistemes aquàtics per a poder implantar de forma ràpida aquesta mesura de la salut dels ecosistemes a Catalunya. Es poden trobar idees sobre com implantar la mesura de l'estat ecològic als ecosistemes aquàtics espanyols en alguns treballs que hem publicat recentment (Prat *et al.*, 2000c).

TAULA 4. Elements que cal considerar en la definició de l'estat ecològic a les diferents categories de masses d'aigua defínides a la Directiva marc europea (annex I)

	Riús	Llacs	Aigües de transició	Aigües costaneres	Masses d'aigua fortament modificades i artificials
<i>Paràmetres biològics</i>	Flora Invertebrats bentònics Ictiofauna	Fitoplàncton Altres flors Bentos Ictiofauna	Fitoplàncton Altres flors Bentos	Fitoplàncton Altres flors Bentos	Les que corresponguin segons la categoria
<i>Paràmetres hidromorfològics</i>	<i>Regim hidroloic</i> 1. Quantitat i dinàmica del flux 2. Connexió d'aigües subterrànies <i>Continuitat del riu</i> <i>Condic. morfològiques</i> 1. Fondària i amplada 2. Substrat 3. Estructura de la ribera	<i>Regim hidroloic</i> 1. Quantitat i dinàmica del flux 2. Temps de residència 3. Connexió d'aigües subterrànies <i>Condic. morfològiques</i> 1. Variació de la fondària 2. Substrat 3. Estructura ribera	<i>Condic. morfològiques</i> 1. Variació de la fondària 2. Substrat llit 3. Estructura zona intermareal <i>Regim de mares</i> 1. Flux d'aigua dolça 2. Exposició a les onades	<i>Condic. morfològiques</i> 1. Variació de la fondària 2. Substrat costa 3. Estructura zona intermareal <i>Regim de mares</i> 1. Direcció de corrents dominants 2. Exposició a les onades	
<i>Paràmetres fisicoquímics generals</i>	Temperatura Oxigen dissolt Sals Acidificació Nutrients	Transparència Temperatura Oxigen dissolt Sals Acidificació Nutrients	Transparència Temperatura Oxigen dissolt Salinitat Nutrients	Transparència Temperatura Oxigen dissolt Salinitat Nutrients	
<i>Paràmetres fisicoquímics específics</i>	Substàncies prioritàries Altres substàncies abocades en quantitats significatives	Substàncies prioritàries Altres substàncies abocades en quantitats significatives	Substàncies prioritàries Altres substàncies abocades en quantitats significatives	Substàncies prioritàries Altres substàncies abocades en quantitats significatives	

4. LA CONEIXENÇA DE L'ECOLOGIA DELS ECOSISTEMES AQUÀTICS CATALANS I ESTUDIS SOBRE LA SEVA SALUT

4.1. *Introducció*

Catalunya, per la varietat climàtica, geogràfica, geològica i per la presència de costes, té una gran varietat d'ecosistemes aquàtics. En el volum 14 de la *Història natural dels Països Catalans* queda molt ben reflectida aquesta varietat, que va des dels llacs de muntanya fins als aiguamolls litorals, des d'aigües dolces fins a hipersalines, de petits tolls i rierols fins a grans rius com l'Ebre, i inclou també embassaments com el de Susqueda. A Montes i Duarte (1992) i a Prat (1995) podeu trobar també una síntesi de les característiques dels ecosistemes aquàtics catalans i espanyols.

238 Quina és la situació de salut d'aquests ecosistemes? Podem valorar-ne actualment l'estat ecològic? Hi ha moltes circumstàncies en què es perd el bon estat ecològic i cal considerar-les totes, com diu la Directiva marc. La contaminació de l'aigua s'ha destacat com el sistema habitual de degradació del seu estat ecològic. Augment de temperatura, acidificació, disminució de l'oxigen dissolt per aportació de matèria orgànica, eutrofització, elements tòxics de tota mena, són els culpables d'una bona part de la degradació dels nostres ecosistemes aquàtics, però sovint hem oblidat que en molts casos la degradació física de l'hàbitat (canalitzacions, dragats, ports esportius, etc.) pot ser un element molt més important de pèrdua de salut. Cal incloure-hi la destrucció de les riberes de molts rius, la urbanització costanera o la cobertura de les ramblas mediterrànies. Finalment, cal considerar els canvis que es produeixen en l'ordenació del territori amb la urbanització creixent i l'augment de les vies de comunicació, que envien cada vegada més aigua de forma sobtada i contaminada als rius, i de retruc al mar. També les introduc-

cions d'espècies foranes que malmeten de forma evident l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics (aquest era ja un aspecte que es destacava al *Llibre blanc*). Farem un breu repàs a l'estat del coneixement i de la salut del diferents ecosistemes aquàtics de Catalunya. De forma volguda hem limitat la nostra recerca bibliogràfica als temps més recents i a alguns casos particulars que coneixem millor, atesa l'àmplia bibliografia que tenim avui sobre els nostres ecosistemes aquàtics.

4.2. *Llacs de muntanya*

Als Pirineus tenim una bona colla de llacs de muntanya d'origen glacial a partir dels 1.600 m. Són tots de mida modesta però poden assolir fondàries considerables (fins a 70 m). Els llacs de muntanya del Pirineus has estat ben estudiats els darrers anys i se'n coneixen multitud d'aspectes que en permeten fer fins i tot articles de síntesis (Catalán, 1999, 2000; Rieradevall i Prat, 1999; Roca i Catalán, 1997). Això permet també fer una avaluació del seu estat de salut, que en general es pot dir que és bo si pensem exclusivament en les característiques fisicoquímiques. Però, en molts casos, i especialment en llacs més grans, l'estat de salut és greument afectat per les transformacions fetes per l'home per a generar electricitat, sigui el represament o l'extracció d'aigua des del fons, que en fa variar el nivell de forma extraordinària (Catalán, 1994; Catalán *et al.*, 1997). Es pot dir que l'únic llac gran i profund que no ha estat represat ha estat el llac Redó, que per això ha estat objecte de nombrosos estudis els darrers anys i laboratori d'experimentació de l'ecologia present i passada d'aquests ambients, incloent-hi recerques sobre canvis climàtics (Catalán, 1997). Precisament les recerques paleolimnològiques d'aquests ambients han permès fer reconstruc-

cions detallades dels canvis produïts en el passat de forma natural, per a poder-los diferenciar dels produïts per l'home (Pla, 2000).

Avui, la destrucció dels llacs dels Pirineus per activitats humanes és encara una realitat, com va passar al llac de Baciver, que va ser represat per assegurar l'aigua als canons de neu de Baqueira-Beret (Garcia i Ballesteros, 1998). La freqüentació i l'acidificació (Catalán *et al.*, 1993) són uns altres problemes que poden afectar els llacs de muntanya, tot i que les pluges de fang fan que aquest darrer factor sigui poc rellevant (Camarero *et al.*, 1995). Més problemàtics poden ser els efectes dels contaminants atmosfèrics que es van acumulant a la flora i la fauna i als sediments dels llacs (Catalán *et al.*, 1994) i que, juntament amb el canvi climàtic, són els aspectes que més poden influir en el bon estat ecològic general actual.

4.3. *Llacs càrstics*

Els llacs càrstics, com el de Banyoles, han rebut una atenció considerable per part dels investigadors catalans des de fa molts anys, i són certament uns ambients molt particulars (Miracle *et al.*, 1992). Els estudis fets sobre les seves comunitats microbianes han estat molt importants, i també una veritable escola de formació de tota una generació d'ecòlegs microbians que continuen fornint-nos d'informació valuosa. Darrerament, els aspectes físics del seu funcionament han estat estudiats detalladament (Serra *et al.*, 2000).

Els problemes relacionats amb el seu estat de salut estan molt interrelacionats amb la protecció dels aquífers dels quals es nodreixen, tant pel que fa a la quantitat com a la qualitat de l'aigua (Borrego i García-Gil, 1994). Tot i que alguns estan inclosos al PEIN i gaudeixen d'algun tipus de

protecció, la seva degradació es fa evident dia a dia (per exemple, els llacs de Basturs), sense que hi hagi cap mena de preocupació per a garantir el flux necessari i la qualitat de les aigües. És urgent un seguiment detallat de la seva evolució biològica (ara només en coneixem estudis detallats però parcials i discontinus) i establir un sistema que mesuri l'estat ecològic d'acord amb la Directiva marc.

4.4. *Embassaments*

Els embassaments catalans van ser estudiats en els estudis de limnologia regional que es van fer fa vint-i-cinc anys i que van ser repetits ara fa una dècada (Margalef *et al.*, 1976; Riera i Morgui, 1990) i la situació del seu estat de salut que s'explicava a la *Història natural dels Països Catalans* (1989) no ha canviat gaire en la majoria, excepte al sistema de Sau-Susqueda. Segurament un dels embassaments més ben estudiats del món és el de Sau, del qual s'han fet molts estudis (ja era un exemple en el *Llibre blanc* i ho va ser a la *Història natural dels Països Catalans*). Actualment, el coneixement que se'n té fa que es puguin establir models matemàtics molt detallats del funcionament fisicoquímic (Han *et al.*, 1999), o del funcionament de les comunitats microbianes (García *et al.*, 2001). En aquest embassament s'ha observat una millora qualitativa molt important de la qualitat de l'aigua (Armengol i García, 1997) que és deguda a la menor càrrega de nutrients que arriba per mitjà dels rius, fet clarament provocat per la depuració terciària (amb precipitació de fòsfor i desnitrificació) que es fa a les depuradores de la conca alta del Ter i molt especialment a la de Vic. És un cas en què les mesures de sanejament han estat clarament efectives, tot i que després d'un període inicial ràpid de millora aquest procés no avança i depèn molt de la pluviositat de l'any (en anys

secs continuen havent-hi les proliferacions de cianobacteris, tan freqüents abans del funcionament de les depuradores). Els darrers anys, l'estudi dels cianobacteris ha adquirit una nova dimensió amb la constatació de la importància com a productors de microcistines tòxiques, molt especialment a Portugal (Vasconcelos *et al.*, 1998), tot i que de moment no s'han detectat episodis greus d'aparició d'aquests tòxics a Catalunya.

4.5. *Aiguamolls i llacunes*

Aquest és un altre grup d'ambients aquàtics que ha sofert una gran degradació els darrers anys sobre el qual s'han fet molts estudis. A Espanya es calcula que hi ha uns 1.600 coscos d'aigua més grans de 0,5 ha (Montes, 1991): els que no tenen gairebé sals dissoltes, els hipersalins i, evidentment, els costaners. A Catalunya, l'inventari de la Generalitat de Catalunya ha identificat i delimitat 203 zones humides, sense comptar els ambients d'alta muntanya, d'acord amb el criteri de zona humida establert a la Llei 12/1985 d'espais naturals. Al web del Departament de Medi Ambient, <<http://www.gencat.es/mediamb>>, està disponible tota aquesta informació mitjançant un sistema d'informació geogràfica que en permet la localització i la delimitació, on s'indica també les alteracions que pateixen. Inclou també alguns llacs càrstics i ambients de muntanya.

L'estat de salut d'aquests ambients és problemàtic en la majoria dels casos, ja que estan amenaçats per molts perills, des de la desaparició física fins a la contaminació passant per l'artificialització del flux d'aigua i de les vores per a fer-los més accessibles al públic. El cas del delta de l'Ebre ha estat un bon laboratori per a comprendre la importància de diferents factors i també per a copsar tots els problemes que

comporta la gestió en llocs on hi ha una intensa activitat humana. L'evolució de les diferents llacunes al Delta ha anat molt lligada a les mesures que s'han pres (o s'han deixat de prendre) per a combatre els problemes més importants que són: l'eutrofització i la manipulació artificial dels fluxos d'aigua, que en aquests ambients provoca la desaparició dels llits de macròfits i la substitució per algues, com molt bé es va detallar al delta de l'Ebre als anys setanta (Comín i Valiela, 1993). A la Tancada, per exemple, els últims deu anys ha disminuït el llit de macròfits i ha augmentat la biomassa de les macroalgues flotants, a causa de la disminució d'entrada d'aigua dolça. Això ha provocat que la llacuna sigui més soma, es renovi menys i els canvis de salinitat siguin menors. Ara, la Tancada està en un estat heterotròfic típic de llocs molt eutròfics (Menéndez i Comín, 2000). Unes mesures de gestió pensades per a millorar l'estat de salut de la llacuna han acabat fent l'efecte contrari. La majoria de les mesures de gestió que s'han pres en la majoria de les nostres zones humides s'han pres sense un rerefons científic, i més aviat en funció de les pressions polítiques i socials (Montes, 1995). Moltes d'aquestes mesures es prenen en uns organismes (el Consell Directiu o la Junta Rectora) on són representats sobretot els usuaris i molt poc els científics. Mentrestant, resultats científics que indiquen la importància d'aquests sistemes com a depuradores naturals (Comín *et al.*, 1998) han estat menystinguts fins ara.

4.6. Rius

L'estudi dels rius catalans qualitativament és el que ha sofert un canvi més important en la darrera dècada; on molta de la informació de la *Història natural dels Països Catalans* caldria que es renovés profundament. S'han llegit nombroses

tesis doctorals i avui tenim molts estudis sobre l'ecologia dels rius mediterranis (Prat *et al.*, 2000*d*) i abasten tant la fisicoquímica de les aigües superficials com la de les aigües de l'hiporeos (Butturini i Sabater, 2000), l'estructura de les comunitats (Sabater *et al.*, 2000), els aspectes ecotoxicològics (Rosés *et al.*, 1999), l'acció dels enzims (Romani i Sabater, 2000), etc. S'han estudiat desde rius petits de capçalera o rius temporals fins a la part final de l'Ebre (Ibañez *et al.*, 1999). En aquest darrer cas els estudis fets han estat molt importants en la discussió del Pla Hidrològic Nacional.

Els rius catalans estan sotmesos a molts factors que en comprometen la salut (Prat, 1997) i alhora, durant l'última dècada, han estat els ecosistemes aquàtics pels quals s'ha treballat més, amb la finalitat de restablir-la, des que es va revifar el Pla de Sanejament el 1991. Aquests estudis aplicats també s'han multiplicat la darrera dècada, entre els quals destaquen els de les algues (Sabater *et al.*, 1996), els dels macroinvertebrats (Prat i Munné, 2000; Muñoz *et al.*, 1998) o els dels peixos (Elvira, 1997; Aparicio *et al.*, 2000), fins a aspectes més de detall referits a alguns dels contaminants específics, com ara metalls pesants o pesticides (Guasch *et al.*, 1998). Els peixos són precisament un dels grups que estan demostrant més dramàticament la degradació de l'estat ecològic dels rius. De les nou espècies de peixos natives, una es pot considerar desapareguda i set han disminuït, de manera que només es presenten al 15 % dels rius, mentre que les divuit espècies introduïdes estan cada vegada més distribuïdes i són dominants en la majoria dels cursos fluvials. La causa principal d'aquesta saturació és precisament la degradació de l'habitat fluvial, més que no pas la contaminació (Aparicio *et al.*, 2000).

En alguns casos disposem de dades històriques que ens permeten comprovar quina ha estat l'evolució de l'estat de salut d'alguns dels nostres rius mesurat amb indicadors

biològics. És el cas del Besòs i del Llobregat, rius que foren estudiats al començament de l'any vuitanta i que ara ho han estat al final dels noranta amb la mateixa metodologia (Prat *et al.*, 1982, 1983, 2000a).

L'evolució recent d'alguns d'aquests rius és molt interessant, perquè coincideix amb el desenvolupament del Pla de sanejament de Catalunya. A la figura 1 es presenta l'evolució de la qualitat biològica de l'aigua mitjançant l'índex BMWP de quatre estacions de la riera de Caldes. Una, a la capçalera (B24), l'altra, abans de la població de Caldes de Montbui, i les altres dues, aigües avall d'aquesta població.

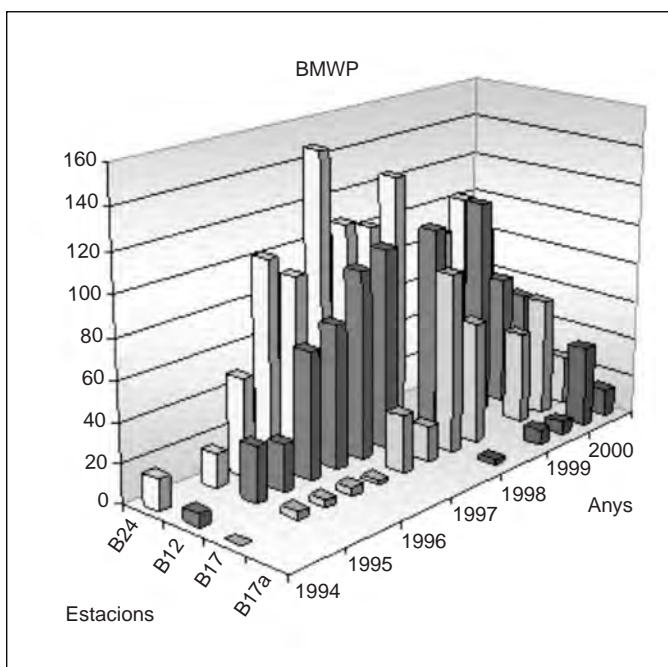


FIGURA 1. Evolució dels índexs biològics a la riera de Caldes de 1994 a 2000.

L'estació 17a se situa sota la depuradora (inaugurada a mitjan anys noranta) i l'estació 17, abans de la depuradora.

Es pot veure que a la capçalera la qualitat és baixa, al principi, resultat dels aiguats que van arrossegar tota la fauna, però es recupera ràpidament i baixa una mica al final, al període sec. A l'estació B17 la qualitat biològica era molt dolenta fins a 1996, quan es van acabar els col·lectors; fins en aquell moment la riera en aquest punt no tenia macroinvertebrats. Amb la construcció dels col·lectors hi ha una millora lleugera, que no va a més per la falta de cabal natural. Sota la depuradora (B17a) només en alguns moments de bon cabal i funcionament excel·lent de la depuradora hi ha indicis de recuperació, però la situació continua sent pèssima per la falta de dilució de l'afluent de la depuradora.

Les dades històriques del Llobregat també són interessants (figura 2). Les condicions de les quatre estacions que es

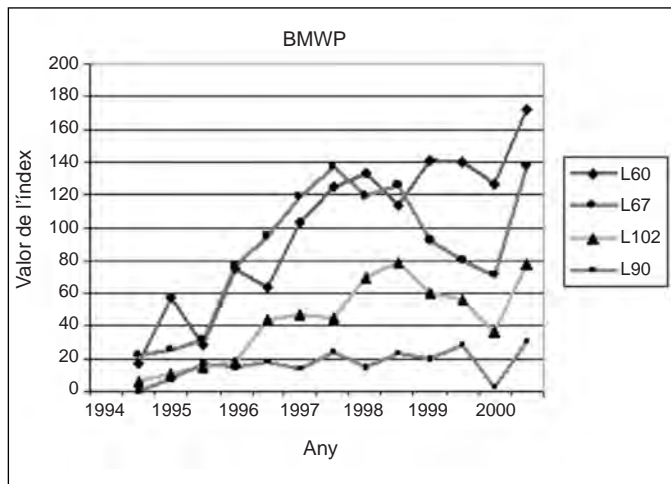


FIGURA 2. Resultats de l'índex BMWP de primavera i estiu de les estacions L60, L67, L102 i L90 del Llobregat de 1994 a 2000.

mostren també són diferents. L'estació L60 és just després de l'embassament de la Baells i és una estació de molt bona qualitat. La L67 és a Balsareny, abans que el riu rebí les entrades de les mines de sal. La L102 és una estació situada al Pont de Vilomara i la L90, al Llobregat, a Molins de Rei.

La tardor de 1994 va ser plujosa i hi va haver una avinguda extraordinària, que va significar un arrossegament massiu de la fauna i flora de tot el riu. Com veiem, al punt L60 té lloc una recuperació progressiva, i al cap de tres anys s'arriba ja a uns valors màxims. El mateix passa al punt L67, però aquí durant els anys secs la qualitat baixa molt per la concentració d'elements nutrients, tot i el sanejament de la part alta de la conca. Al punt L102 no s'arriba mai a una qualitat excel·lent per la manca d'aigua (és sota una minicentral), l'eutròfia i les restes de contaminació de l'aigua. A la part baixa (L90), tot i els esforços de sanejament, la recuperació del riu no passa d'un estat dolent, i en moments de sequera fins i tot és pèssim.

Un altre aspecte molt preocupant és la degradació de les riberes. Avui disposem també d'un sistema d'avaluació de l'estat de conservació de les riberes que és molt adequat per als rius catalans, l'índex QBR (Munné *et al.*, 1998). Es tracta d'un sistema que ens permet comprovar que als rius mediterranis la situació de les nostres riberes és dramàtica.

247

TAULA 5. *Valors de l'índex QBR a cinc conques de rius catalans. S'indica el nombre d'estacions dins de cada rang de qualitat a cada conca i el total, així com els percentatges respectius (dades de l'any 2000)*

	Besòs		Foix		Llobregat		Tordera		Ter		Total	
	Estacions	%	Estacions	%	Estacions	%	Estacions	%	Estacions	%	Estacions	%
> 95	6	9,4	0	0,0	6	8,7	1	2,8	2	3,4	15	5,8
70-90	12	18,8	10	32,3	16	23,2	7	19,4	7	12,1	52	20,2
50-65	6	9,4	7	22,6	6	8,7	5	13,9	13	22,4	37	14,3
30-45	11	17,2	6	19,4	16	23,2	19	52,8	22	37,9	74	28,7
< 25	29	45,3	8	25,8	25	36,2	4	11,1	14	24,1	80	31,0
Total	64	100	31	100	69	100	36	100	58	100	258	100

Com es pot veure a la taula 5, gairebé el 60 % de les estacions estudiades a les cinc conques estan en un estat dolent o pèssim, i només el 5 % en un estat excel·lent o natural; aquestes corresponen gairebé sense excepció als rius mostrejats en parcs naturals.

Aquest fet indica l'estat de degradació que pateixen moltes riberes, cremades per infraestructures, agredides per extracció d'àrids, canalitzades o convertides en plantacions. L'Administració en ple (ajuntaments, Generalitat, Estat) ha maldat durant anys per convertir els rius en canals amb durs murs a cada banda, amb el suport d'una gran part de la població, que creia que així es protegien de les avingudes. Això ha portat a la degradació actual que pateixen les nostres riberes, que en alguns casos es pot considerar gairebé irreversible.

4.7. *Les zones costaneres*

Els ecosistemes costaners també són ben coneguts, com es pot comprovar a la *Història natural dels Països Catalans* (1989), resultat del treball d'una prolífica generació d'investigadors i professors, molts dels quals van iniciar el seu camí en l'estudi pioner que es va fer a les illes Medes (Ros *et al.*, 1984). Avui, aquest treball desenvolupat al llarg de tants anys permet fer estudis de síntesi que avaluen la variació estacional a les costes mediterrànies i les diferències que presenten respecte d'altres costes del món (Coma *et al.*, 2000). També ha assolit un grau important de maduresa l'estudi de l'ecologia i la fisiologia dels alguers submergits —les praderies de posidònia— (Alcoverro *et al.*, 2000) i del coneixement dels efectes de la contaminació (Delgado *et al.*, 1999). Es pot aplicar el mateix a les badies tancades com la dels Alfacs (Camp, 1994; Vidal i Morgui, 2000).

La salut dels ecosistemes costaners catalans és molt variable: hi ha zones privilegiades on encara es conserven d'una forma poc degradada (cap de Creus); d'altres que, tot i estar protegides, pateixen una pressió turística molt forta (illes Medes), i fons marins totalment degradats, com els de davant de Barcelona (Ros i Cardell, 1991).

5. PROGRAMES DE SEGUIMENT DE LA QUALITAT I LA SALUT DELS ECOSISTEMES AQUÀTICS

La Directiva europea de qualitat de les aigües de 1991 (Directiva 91/271), i diverses lleis estatals i autonòmiques (Llei 6/1999) i molt especialment la llei recent sobre el cicle integral de l'aigua, han fet que els aspectes de qualitat siguin avui molt importants i diverses administracions hagin establert protocols d'estudi de l'estat de salut dels ecosistemes aquàtics.

Així la Diputació de Barcelona, que ja va ser la inspiradora dels estudis dels anys vuitanta al Llobregat i al Besòs sobre qualitat biològica de l'aigua, ja el 1994 va copsar que la proposta que hi havia en aquell moment de Directiva de qualitat ecològica era un element molt important en la gestió de l'aigua, i calia estudiar com s'implantaria. D'aquell interès en va sortir l'actual programa d'estudi de la qualitat ecològica dels rius Llobregat, Besòs, Tordera i Foix, que porten a terme conjuntament el Departament d'Ecologia, la Diputació de Barcelona i diverses institucions. Aquest programa avui ja té un primer protocol d'estudi que permet establir l'estat ecològic del riu de manera senzilla (Prat *et al.*, 2000b). El Protocol ha estat adoptat per la xarxa de ciutats sostenibles com un dels indicadors de sostenibilitat (Sureda, 2000).

La Generalitat avui comença a tenir un programa de seguiment de la qualitat de les aigües que queda molt ben

explicat al web de l'ACA (<<http://www.gencat.es/aca>>). A més d'una xarxa bàsica de 135 punts de rius i afluents principals també té una xarxa complementària de 94 punts d'afluents que es mostregen mensualment o dues vegades l'any, respectivament, i s'hi mesuren molts paràmetres. També hi ha una xarxa de zones continentals de bany, una d'automàtica de control (13 estacions), una d'embassaments (29 punts), una d'índexs biològics (140 punts), una de zones humides, la de salinitat del Llobregat, la de radioactivitat i una de tòxics. Realment el treball que es fa és molt interessant i pot ser una bona base per als estudis de l'estat ecològic dels rius. Algunes d'aquestes dades són fàcilment accessibles mitjançant el web del Departament de Medi Ambient, d'altres, encara no.

La Generalitat també ha elaborat estudis interessants i complets sobre indicadors de qualitat de les zones costaneres, que inclou el conegut sistema del control de les aigües de bany (les banderes blaves) des de 1984, el control dels indicadors d'eutròfia des de 1992, del fitoplàncton (i molt especialment de les proliferacions de marees roges) des de 1994, i de les comunitats bentòniques des de 1997. Això es també una bona base per a l'establiment de programes de seguiment de l'estat ecològic, tal com es planteja a la Directiva marc.

6. LA PARTICIPACIÓ CIUTADANA

Un dels elements nous que incorpora la Directiva és la participació ciutadana en el procés de planificació i decisió de la gestió de l'aigua. També és possible implicar els col·lectius ciutadans en la mesura de l'estat de salut dels ecosistemes aquàtics i d'això a Catalunya en tenim diversos exemples.

Per al cas dels rius, hi ha ja una tradició molt antiga que arrenca precisament dels programes d'educació ambiental del Servei del Medi Ambient de la Diputació de Barcelona,

que ja el 1984 va dissenyar un joc de rol que es diu «El joc de l'aigua», on el riu és un subjecte passiu la qualitat del qual canvia en funció de les decisions preses per un grup de jugadors que representen els diferents interessos (pagesos, comerciants, Administració, etc.). Aquest joc ha tingut una àmplia difusió en el món educatiu. El CD-ROM editat pel Servei de Medi Ambient mateix, «Amb l'aigua al coll», el 1997 per a experimentar la gestió integral de l'aigua des del municipi es pot considerar successor directe d'aquest joc.

Les xarxes de participació ciutadana en el control i la inspecció dels rius són comunes al Regne Unit, als Estats Units i a altres països. A Catalunya, el 1998 va néixer el Projecte Rius, un projecte que pretén que els diferents col·lectius ciutadans (d'escoles a llars d'avis) s'impliquin en la vigilància i el control de l'estat de salut dels rius. Avui, aquest projecte està en fase de consolidació amb més de 430 grups. Elabora una revista de distribució gratuïta a tots els grups (*L'Espiadimonis*) i també un informe anual, que en el futur vol ser una veritable radiografia de l'estat de salut dels rius catalans, amb els invertebrats com a indicadors biològics.

Una altra xarxa de formació recent és la de l'estudi dels alguers de posidònia, que pretén fer un seguiment de tots aquests alguers a les costes catalanes (Renom i Romero, 2000). Cada dos mesos edita un butlletí (*Xarxa Informacions*), mitjançant el qual sabem que l'any 2000 tenia 475 voluntaris, 25 estacions de seguiment i 307 immersions fetes a fondàries entre 5 i 25 m. Els alguers de posidònia tenen recobriments entre el 7,9 i el 67,2 % a les nostres costes, i el seguiment que en fa la xarxa de ben segur que serà un element molt important de gestió de futur.

7. CONCLUSIONS

La salut dels ecosistemes aquàtics catalans no es pot pas dir que sigui bona, sinó més aviat al contrari. Els rius són on es presenten els problemes més importants, tot i la gran inversió que s'ha fet en depuradores els darrers anys. Els llacs de muntanya aparentment estan en millor situació, tot i l'exploració hidroelèctrica que se'n fa. En tots aquests ambients l'evolució futura és molt incerta, ateses les grans pressions que pateixen que amenacen la integritat física (destrucció de l'hàbitat per diverses obres), les característiques fisicoquímiques (eutrofització, contaminació) o les invasions biològiques (peixos, cranc americà).

La proposta de Directiva marc aprovada el 2000 pot significar un canvi qualitatiu molt important en l'evolució de la salut dels ecosistemes, si s'esmercen els mitjans i les voluntats que calen per a implantar-lo. Un element clau per a aquest canvi de tendència és la mesura de l'estat ecològic basada en les comunitats d'organismes. Sense una bona xarxa de mesura i seguiment de la qualitat biològica dels nostres rius, llacs, embassaments, aiguamolls i costes, serà molt difícil saber quina és la situació de partida i quin ha de ser l'objectiu final.

Catalunya disposa avui de molts grups que poden fer de forma efectiva aquesta mesura a les seves universitats, centres de recerca i a l'Administració. També disposa de xarxes ciutadanes que poden contribuir a fer evident a tots els ciutadans l'eficàcia de les mesures preses per a conservar i millorar la salut dels nostres ecosistemes aquàtics. Només calen els mitjans suficients i la voluntat de tirar endavant tot aquest esforç.

AGRAÏMENTS

Sobretot a tots els membres del grup de treball Ecobill: Maria Rieradevall, Toni Munné, Núria Bonada, Carolina Solà, Marc Plans, Mireia Vila i Rosa Casanovas, que al llarg de tots aquests anys han fet la major part de la feina sobre rius que s'exposa en aquest treball.

A l'Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona (i molt especialment a I. Gonzalvo i V. Sureda) per confiar en nosaltres des de 1994 per a fer el seguiment de la qualitat ecològica dels rius de la província de Barcelona.

Al Consorci per a la Defensa del Riu Besòs, al laboratori de SGABSA a Sant Joan Despí i, en particular, al seu Equip de Policia de Rius, a la Mancomunitat Intercomarcal Penedès-Garraf i a la Fundació Rectoria Vella de Sant Celoni (M. Miralles i J. Jubany) per la col·laboració i la participació activa en el nostre treball dels rius de la província de Barcelona.

També vull agrair la informació que m'han proporcionat a Ll. Godé i M. de Torres, de l'Agència Catalana de l'Aigua de la Generalitat de Catalunya, i J. Catalán i P. Renom, del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona.

253

BIBLIOGRAFIA

- ALCOVERRO, T.; MANZANERA, M.; ROMERO, J. (2000). «Nutrient mass balance of the seagrass posidonia oceanica: the importance of nutrient retranslocation». *Marine Ecology Progress Series*, núm. 194, p. 13-21.
- APARICIO, E.; VARGAS, M. J.; OLMO, J. M.; SOSTOA, A. (2000). «Decline of native freshwater fishes in a Mediterranean watershed in the Iberian Peninsula: a quantitative assessment». *Environmental Biology of Fishes*, núm. 59, p. 11-19.

- ARMENGOL, J.; GARCIA, J. C. (1997). «Ecología de los embalses españoles». *Ecosistemas*, núm. 20/21, p. 36-41.
- BORRERO, C. M.; GARCIA-GIL, L. J. (1994). *Caracterización limnológica de La Coromina, una laguna hipereutrófica del sistema lacustre de Banyoles*.
- BUTTURINI, A.; SABATER, F. (2000). «Seasonal variability of dissolved organic carbon in a mediterranean stream». *Biogeochemistry*, núm. 51, p. 303-321.
- CAMARERO, L.; CATALÁN, J.; BOGGERO, A.; MARCHETTO, A.; MOSELLO, R.; PSENNER, R. (1995). «Acidification in high mountain lakes in central, southwest, and southeast Europe (Alps, Pyrennees, Pirin)». *Limnologica*, núm. 25, p. 141-156.
- CAMP, J. (1994). *Aproximaciones a la dinámica ecológica de una bahía estuárica mediterránea*. Barcelona: Universitat de Barcelona. [Tesi doctoral]
- CATALÁN, J. (1994). «La problemàtica de l'aprofitament hidràulic en el Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici». *III Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici Boi (Alta Ribagorça)*, 26, 27 i 28 d'octubre de 1994, p. 249-256.
- (1997). «Los lagos alpinos como testigos del cambio climático y ambiental en Europa: el proyecto Molar». *Jornadas sobre la Conservación de Lagos y Humedales de Alta Montaña de la Península Ibérica*. Madrid.
- (1999). «Small-scale hydrodynamics as a framework for plankton evolution». *The Japanese Journal of Limnology*, núm. 60 (4), p. 469-494.
- (2000). «Primary production in a high mountain lake: an overview from minutes to kiloyears». *Atti della Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia*, núm. 13 (2), p. 1-21.
- CATALÁN, J. [et al.] (1993). «Chemical composition of disturbed and undisturbed high-mountain lakes in the Pyrennees. Reference for acidified sites». *Wat. Res.*, núm. 27 (1), p. 133-141.

- CATALÁN, J. [*et al.*] (1994). «Nitrogen in the Pyrenean lakes (Spain)». *Hydrobiologia*, núm. 274, p. 17-24.
- (1997). *L'obra hidràulica en els Pirineus: avaluació, correcció i prevenció de l'impacte mediambiental*. [S. Il.]: Enher: Fecsa: Fundació La Caixa. 591 p.
- COMA, R.; RIBES, M.; GILL, J. M.; ZABALA, M. (2000). «Seasonality in coastal benthic ecosystems». *Tree*, núm. 15 (11), p. 448-453.
- COMÍN, F.; ROMERO, J. A.; GARCÍA, C. (1998). «Removal of nitrogen and phosphorus from agricultural sewage in two restored wetlands». *Verh. Internat. Verein. Limnol*, núm. 26, p. 1316-1320.
- COMÍN, F.; VALIELA, I. (1993). «On the controls of phytoplankton abundance and production in coastal lagoons». *Journal of Coastal Research*, núm. 9 (4), p. 895-906.
- DELGADO, O.; RUIZ, J.; PÉREZ, M.; ROMERO, J.; BALLESTEROS, E. (1999). «Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation». *Oceanologica Acta*, vol. 22, núm. 1, p. 109-117.
- «Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell de 23 d'octubre de 2000». [Marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües]
- ELVIRA, B. (1997). «El declive de los peces fluviales en España». *Ecosistemas*, núm. 27, p. 66-71.
- GARCIA, E.; BALLESTEROS, E. (1998). «Effects of building up a dam in a shallow mountain lake». *Oecologia Aquatica*, núm. 11, p. 55-66.
- GUASCH, H.; IVORRA, N.; LEHMAN, V.; PAULSSON, M.; REAL, M.; SABATER, S. (1998). «Community composition and sensitivity of periphyton to atrazine in flowing waters: the role of environmental factors». *Journal of Applied Phycology*, núm. 10, p. 203-213.
- HAN, B.-P.; ARMENGOL, J.; GARCIA, J. C.; COMERMA, M.; ROURA,

- M.; DOLZ, J.; STRASKRABA, M. (1999). «The thermal structure of Sau reservoir (NE: Spain): a simulation approach». *Ecological Modelling*, núm. 125, p. 109-122.
- IBÁÑEZ, C.; PRAT, N.; CANICIO, A.; CURCÓ, A. (1999). *El Delta del Ebro, un sistema amenazado*. Bilbao: Bakeaz. 109 p.
- INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL (1974). *Llibre blanc de gestió de la natura als Pirineus catalans*. [Barcelona]: Barcino. 570 p.
- KARR, J. R. (1999). «Defining and measuring river health». *Freshwater Biology*, núm. 41:2, p. 221-234.
- «Llei 6/1999, de 12 de juliol, d'administració, gestió i tributació de l'aigua». *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 2936 (22 juliol 1999).
- «Llei 46/1999, de 13 de desembre, de modificació de la Llei 29/1985, de 2 d'agost, d'aigües». *Butlletí Oficial de l'Estat*, núm. 298 (14 desembre 1999).
- MARGALEF, R. (1955). *Los organismos indicadores en la limnología*. Instituto Forestal de Investigación Experimental. 308 p.
- (1969). «El concepto de polución y sus indicadores biológicos». *Documentos de Investigación Hidrológica. Suplemento Agua*, núm. 7, p. 105-133.
- (1994). *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. [S. ll.]: Elsevier. 553 p.
- (1998). «El marco ecológico para iluminar la sociedad actual». A: NAREDO, J. M.; PANE, F. [ed.]. *Economía, ecología y sostenibilidad en la sociedad actual*. Madrid: Siglo XXI, p. 51-66.
- MARGALEF, R. [et al.] (1976). *Limnología de los embalses españoles*. Publicaciones del MOP. 422 p.
- MARGALEF, R.; TERRADES, J.; PRAT, N. (1989). «Sistemes naturals». A: *Història natural dels Països Catalans*. Vol. 14. Barcelona: Enciclopèdia Catalana. 500 p.
- MENÉNDEZ, M.; COMÍN, F. (2000). «Spring and summer proli-

- feration of floating macroalgae in a mediterranean coastal lagoon (Tancada lagoon, Ebro delta, NE Spain)». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, núm. 51, p. 215-226.
- MIRACLE, R.; VICENTE, E.; PEDRÓS-ALIÓ, C. (1992). «Biological studies of Spanish meromictic and stratified karstic lakes». *Limnetica*, núm. 8, p. 59-78.
- MONTES, C. (1995). «La gestión de los humedales españoles protegidos: Conservación *vs* confusión». *El Campo*, núm. 132, p. 101-128. [Servei d'estudis del BBV]
- MONTES, C.; DUARTE, C. [ed.] (1992). «Limnology in Spain». *Limnetica*, núm. 8, p. 277.
- MONTES, C. [coord.] (1991). *Estudios de las zonas húmedas continentales de España: Inventario, tipificación, relación con el régimen hídrico general y medidas de protección*. Madrid: INITEC: Dirección de Recursos Hidráulicos. MOPU.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PRAT, N. (1998). «QBR: un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera». *Tecnología del Agua*, núm. 175, p. 20-37.
- MUÑOZ, I.; PICÓN, A.; SABATER, S.; ARMENGOL, J. (1998). «La calidad del agua del río Ter a partir del uso de índices biológicos». *Artículos Técnicos - Tecnología del Agua*, núm. 175, p. 60-67.
- PLA, S. (2000). «Las diatomeas y los estomacistos de crisofitos como herramientas paleolimnológicas en la protección y gestión de ecosistemas lacustres». A: TORO, M. [ed.]. *Conservación de los lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica*. [S. Il.]: [s. n.], p. 143-156.
- POCH, M. (1999). *Las calidades del agua*. [S. Il.]: Rubes Editorial. 159 p.
- PRAT, N. [ed.] (1979a). «La limnología». *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, núm. 4. 135 p. [Servei de Parcs Naturals i Medi Ambient. Diputació de Barcelona]
- (1979b). «Gestió de les aigües continentals catalanes.

- Perspectives de futur»). *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, núm. 4, p. 109-112.
- (1995). «El agua en los ecosistemas». *El Campo*, núm. 132, p. 29-48. [Servei d'Estudis del BBV]
- (1996a). «La gestión ecosistémica del agua, necesidad de una visión integrada». *Tecnología del Agua*, vol. 105, p. 63-70.
- (1996b). «Planificar l'aigua; oblidar-se de la vida». *Ecologia i territori a Catalunya*. Barcelona: Publicacions UAB, p. 15-30.
- (1997). «Retos para la conservación de los ríos». *Ecosistemas*, núm. 20/21, p. 42-47.
- (1998a). «Ecologia i gestió de l'aigua a Catalunya. Aigua: gestionar l'escassetat». *Medi Ambient. Tecnologia i Cultura*, núm. 25, p. 5-15.
- (1998b). «El sanejament a Catalunya (1996-1998)». *Depana en Acció*, núm. 16, p. 17-21.
- PRAT, N.; MUNNÉ, A. (2000). «Water use and quality and stream flow in a Mediterranean stream». *Wat. Res.*, núm. 34 (15), p. 3876-3881.
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; RIERADEVALL, M.; BONADA, N. (2000). «La determinación del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos en España». A: FABRA, A.; BARREIRA, A. [ed.]. *La aplicación de la Directiva Marco del Agua en España. Retos y oportunidades*. Madrid: Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente, p. 48-81.
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; RIERADEVALL, M.; SOLÉ, C.; BONADA, N. (1999). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 7). 154 p.
- (2000a). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 8). 162 p.

- (2000*b*). *ECOSTRIMED. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 9). 94 p.
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; RIERADEVALL, M.; CARCELLER, F.; FONS, J.; CHACÓN, G.; IBÁÑEZ, J.; FONT, X.; CARMONA, J. M.; ROMO, A. (2000). «Biodiversity of a mediterranean stream drainage network». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, núm. 27, p. 135-139.
- PRAT, N.; PUIG, M. A.; GONZÁLEZ, G. (1983). *Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat. II. El poblament faunístic i la seva relació amb la qualitat de les aigües*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Servei del Medi Ambient. (Monografies; 9)
- PRAT, N.; PUIG, M. A.; GONZÁLEZ, G.; TORT, M. J. (1982). *Predicció i control de la qualitat de les aigües dels rius Besòs i Llobregat. I: Els factors físics i químics*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Servei del Medi Ambient. (Monografies; 6). 206 p.
- PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; MUNNÉ, A.; CHACÓN, G. (1996). *La qualitat ecològica de les aigües del Besòs i el Llobregat*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 1). 102 p.
- (1997). *La qualitat ecològica de les aigües del Besòs i el Llobregat*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 2). 153 p.
- RENOM, P.; ROMERO, J. (2000). *Xarxa d'informació. Butlletí de la Xarxa de Vigilància dels Alguers*, núm. 28.
- RIERA, J. L.; MORCUL, J. A. (1990). «Limnologia regional de los embalses españoles». *Mundo Científico*, núm. 104, p. 720-726.
- RIERADEVALL, M.; PRAT, N. (1999). «Chironomidae from high mountain lakes in Spain and Portugal. Late 20 th century research on chironomidae». A: HOFFRICHTER, O. [ed.]. *An*

- anthology from the 13 th international symposium on chironomidae*. Aquisgrà: Shaker Verlag, p. 605-613.
- ROCA, J. R.; CATALÁN, J. (1999). «Los ecosistemas acuáticos de los Pirineos». A: VILLA, L. [ed.]. *Espacios naturales protegidos del Pirineo: Ecología y cartografía*. [S. Il.]: [s. n.], p. 87-91.
- ROMANÍ, A. M.; SABATER, S. (2000). «Influence of algal biomass on extracellular enzyme activity in River Biofilms». *Microbial Ecology*; núm. 41, p. 16-24.
- ROS, J. D.; CARDELL, M. (1991b). «Effects on benthic communities of a major input of organic matter and other pollutants (coast off Barcelona, western Mediterranean)». *Toxicological and Environmental Chemistry*, núm. 31-32, p. 441-450.
- ROS, J. D.; OLIVELLA, I.; GIL, J. M. (1984). *Els sistemes naturals de les illes Medes*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. (Arxius de la Secció de Ciències; 73).
- ROS, J. D.; PRAT, N. [ed.] (1991a). «Homage to Ramón Margalef or, why there is such pleasure in studying nature». *Oecologia Aquatica*, núm. 10. 439 p.
- ROSES, N.; POQUET, M.; MUÑOZ, I. (1999). «Behavioural and histological effects of atrazine on freshwater mollusc (*Physa acuta* drap. and *Ancylus fluviatilis* mull. gastropoda)». *Journal of Applied Toxicology*, núm. 19, p. 351-356.
- SABATER, S.; GUASCH, H.; ROMANÍ, A.; MUÑOZ, I. (2000). «Stromatolitic communities in mediterranean streams: adaptations to a changing environment». *Biodiversity and Conservation*, núm. 9, p. 379-392.
- SABATER, S.; PICON, A. (1996). «Using diatom communities to monitor water quality in a river after the implementation of a sanitation plan (river Ter, Spain)». A: WHITON, B. A.; ROTT, E. [ed.]. *Use of algae for monitoring rivers II*, p. 97-103.
- SERRA, T.; PIERA, J.; CATALÁN, J.; COLOMER, J.; ROGET, E.; CASAMITJANA, X. (2000). «Particle and turbulence mea-

surements in lakes: application to the rising plume of lakes Banyoles». *Verh. Internat. Verein. Limnol*, núm. 27, p. 256-260.

SUREDA, V. [dir.] (2000). *Sistema municipal d'indicadors de sostenibilitat*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Servei de Medi Ambient. 328 p.

VASCONCELOS, V.; CERQUEIRA, M.; MARTINS, R. (1998). «Ocorrência de microcistinas (*Hepatotoxinas*) em águas doces portuguesas (1989-1997)». *Libro de Resúmenes. I Congreso Ibérico de Limnología*, Évora, juny 1998, p. 26.

VIDAL, M.; MORGUI, J. (2000). «Close and delayed benthic-pelagic coupling coastal ecosystems: the role of physical constraints». *Hydrobiologia*, núm. 429, p. 105-113.

