

**ELS SISTEMES FLUVIALS
DE LA VALL D'ALINYÀ.
ESTAT ECOLÒGIC I PROPOSTES
DE CONSERVACIÓ**

VICENÇ ACUÑA* I NARCÍS PRAT*

* Departament d'Ecologia. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Avinguda Diagonal, 645, E-08028 Barcelona.

ACUÑA, V.; PRAT, N. (2004). «Els sistemes fluvials de la vall d'Alinyà. Estat ecològic i propostes de conservació». In: GERMAIN, J. [ed.]. *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural. (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural; 14), p. 505-536. ISBN: 84-7283-724-6

Resum

S'ha realitzat un estudi de la qualitat ecològica dels sistemes fluvials de la vall d'Alinyà (Alt Urgell), des dels afluents de capçalera fins a prop de la desembocadura del riu de Perles a l'embassament d'Oliana. L'objectiu de l'estudi era fer una anàlisi de l'estat ecològic dels sistemes fluvials de la vall i determinar zones d'interès especial, ja fos per la seva raresa o per la seva vulnerabilitat. L'estudi s'ha basat en l'anàlisi de disset punts de mostreig del sistema fluvial que han estat escollits de manera que englobessin l'alta diversitat d'ambients que hi ha a la vall. L'estudi consta d'un mostreig estacional, des de l'estiu de 2000 fins a la primavera de 2001, en què es determinava la qualitat de les aigües i la qualitat del bosc de ribera. Els resultats mostren que l'estat ecològic dels sistemes fluvials de la vall d'Alinyà és molt bo, amb unes concentracions de nutrients força baixes i uns valors dels índexs biològics molt elevats. La perturbació provocada pel nucli d'Alinyà i algunes explotacions ramaderes podria eliminar-se fàcilment amb mesures senzilles i poc costoses.

PARAULES CLAU: qualitat ecològica, sistemes fluvials, índexs biològics, qualitat d'aigua, bosc de ribera, macroinvertebrats, efecte subsidi-estrès, vall d'Alinyà.

Resumen

Se ha realizado un estudio de la calidad ecológica de los sistemas fluviales del valle de Alinyà (Alt Urgell), desde los afluentes de cabecera hasta cerca de la desembocadura del río de Perles en el pantano de Oliana. El objetivo del estudio era hacer un análisis del estado de conservación de los sistemas fluviales del valle y determinar zonas de interés especial, ya fuera por su rareza o por su vulnerabilidad. El estudio se ha basado en el análisis de diecisiete puntos de muestreo del sistema fluvial que han sido elegidos de modo que englobaran la elevada diversidad de ambientes que hay en el valle. El estudio comprendió un muestreo estacional, desde el verano de 2000 hasta la primavera de 2001, en el que se determinó la calidad de las aguas y la calidad del bosque de ribera. Los resultados muestran que el estado de conservación de los sistemas fluviales del valle de Alinyà es muy bueno, con unas concentraciones de nutrientes bastante bajas y unos valores de los índices biológicos muy elevados. La perturbación provocada por el núcleo de Alinyà y algunas explotaciones ganaderas podrían eliminarse fácilmente con medidas sencillas y poco costosas.

PALABRAS CLAVE: calidad ecológica, sistemas fluviales, índices biológicos, calidad de agua, bosque de ribera, macroinvertebrados, efecto subsidi-estrés, valle de Alinyà.

Abstract

The ecological quality of the fluvial systems of the Alinyà valley (Alt Urgell) was studied, from the headwaters down to near the mouth of the river Perles into Oliana reservoir. The aim of the study was to evaluate the ecological state of the fluvial systems and identify zones that are of special interest either for their rarity or their vulnerability. The study is based on analyses from 17 sampling stations chosen so that they span the great diversity of environments that exist in the valley. Sampling was carried out seasonally from summer of 2000 to spring of 2001 and the quality of the water and of the riverine woodland was assessed. The results show that the state of conservation of the fluvial systems is very good, with fairly low nutrient concentrations and high values for the biological indices. The disturbance produced by the nucleus of Alinyà and certain livestock farms can easily be eliminated by the application of simple and cheap measures.

KEYWORDS: ecological quality, fluvial systems, biological indices, water quality, riverine woodland, macroinvertebrate, subsidy-stress effect, Alinyà valley.

1. INTRODUCCIÓ

En aquest treball es presenten les dades, i les conclusions que se'n deriven, del projecte d'avaluació de l'estat ecològic dels rius de la vall d'Alinyà. L'objectiu d'aquest projecte és caracteritzar els sistemes fluvials de la vall d'Alinyà a través dels índexs biològics de qualitat ecològica de les aigües i del bosc de ribera, determinant els elements d'interès especial dins el marc de la vall d'Alinyà, ja sigui per la seva raresa o pel grau de pertorbació.

El coneixement de les característiques fisicoquímiques i de les comunitats biològiques dels sistemes fluvials de la vall d'Alinyà és nul·la, per tant, aquest projecte té un caràcter de diagnosi inicial.

Els índexs biològics de qualitat de les aigües usats han estat el BMWP' (Alba-Tercedor *et al.*, 1988) i el FBILL (Prat *et al.*, 1999), que es basen en la composició de la comunitat de macroinvertebrats. L'índex biològic de qualitat del bosc de ribera ha estat el QBR (Munné *et al.*, 1998).

2. METODOLOGIA

L'anàlisi dels sistemes fluvials de la vall d'Alinyà s'ha basat en un conjunt de paràmetres que es consideren indicadors del seu estat ecològic i que permeten una bona interpretació amb un nombre d'anàlisis relativament reduït. Aquests paràmetres es poden diferenciar en tres blocs: els fisicoquímics, l'índex de qualitat del bosc de ribera i l'estudi de la comunitat de macroinvertebrats. L'estat ecològic es determina per l'avaluació de tots els paràmetres conjuntament, i els biològics són els més importants.

2.1. PARÀMETRES FISICOQUÍMICS

En l'estudi s'ha mesurat: pH, conductivitat, temperatura, percentatge de saturació d'oxigen, concentració d'oxigen dissolt, concentració d'amoni i concentració de fòsfor reactiu soluble. Les mesures físiques, com ara el pH, la temperatura (°C), la conductivitat ($\mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$), el percentatge de saturació d'oxigen i la concentració d'oxigen dissolt ($\text{mg O}_2 \times \text{L}^{-1}$), han estat mesurades *in situ* amb una sonda multiparamètrica (WTW Multiline P4, Welheim, Alemanya). Les mostres d'aigua s'han pres per triplicat, s'han filtrat *in situ* i s'han conservat en fred fins al moment de l'anàlisi. L'amoni ha estat analitzat segons el mètode colorimètric del blau d'indofenol (Solorzano, 1969). El fosfat, en forma de fòsfor reactiu soluble, ha estat analitzat segons el mètode colorimètric del blau de molibdè (Murphy & Riley, 1962).

També s'ha determinat l'ordre del riu sobre una escala 1:50.000 (base cartogràfica de l'Institut Cartogràfic de Catalunya).

2.2. ÍNDEX DE QUALITAT DEL BOSC DE RIBERA

S'ha valorat l'estat de conservació del bosc de ribera a través del QBR (Munné *et al.*, 1998), un índex que es basa fonamentalment en l'estructura del sistema i es desglossa en quatre blocs de paràmetres, als quals s'assigna una puntuació (mínima de 0 i màxima de 25). Els blocs són:

- Grau de cobertura ripària: es quantifica el percentatge de cobertura de la vegetació.
- Estructura de la coberta: la puntuació s'assigna segons el percentatge d'arbres o arbusts (en defecte dels primers) sobre la totalitat de la zona a estudiar.
- Qualitat de la cobertura: es valora la presència d'espècies arbòries autòctones respecte de les que hi podria haver segons el tipus geomorfològic del canal.
- Grau de naturalitat del canal fluvial: es valora negativament l'alteració de l'estructura de la franja de ribera respecte d'una puntuació màxima que correspon a la no-modificació del canal de riu.

La puntuació obtinguda en cada conjunt se suma i ens dóna el valor de qualitat segons l'índex QBR, que pot variar entre 0 i 100. Aquest valor correspon a un índex de qualitat determinat segons els rangs de qualitat representats a la taula 1.

TAULA 1. Nivells de qualitat segons el valor de l'índex QBR (Munné *et al.*, 1998).

<i>Nivell de qualitat</i>	<i>QBR</i>
Bosc de ribera sense alteracions, qualitat molt bona, estat natural	> 90
Bosc lleugerament pertorbat, qualitat bona	70-90
Inici d'alteració important, qualitat mitjana	50-70
Alteració forta, qualitat dolenta	30-50
Degradació extrema, qualitat pèssima	< 30

2.3. ESTUDI DE LA COMUNITAT DE MACROINVERTEBRATS

S'han fet mostres dels macroinvertebrats amb dos mètodes de mostreig, tots dos semiquantitatius. En el mostreig reòfil es netejaven pedres grans dins la xarxa de nyal (porus de 250 µm) a contracorrent, amb els peus es removien les zones amb pedres inferiors a 10 cm i es recol·lectava el material a contracorrent. En el mostreig multihàbitat se seleccionaven tantes àrees de mostreig com hàbitats hi haguessin: zones amb corrent fort i substrats durs, zones lenítiques i substrats durs, entre la vegetació aquàtica emergida de les vores del riu, entre els macròfits, o macroalgues, submergits en sorra, graves o fang. Es feia una mostra de cadascun dels hàbitats amb una metodologia pròpia i, posteriorment, es barrejaven per formar una mostra multihàbitat. En cadascun dels punts s'ha fet una mostra de la comunitat de macroinvertebrats seguint els dos mètodes quan ha estat possible. En els casos en què el riu era molt petit, hi havia poques pedres o moltes basses, s'ha pres només la mostra multihàbitat, sense un mostreig específic per a zones reòfiles. Un cop al laboratori, s'han identificat els macroinvertebrats fins a nivell de família, i s'ha codificat la seva abundància segons la taula 2. Amb les mostres ja tractades, s'ha calculat la riquesa, la diversitat, la composició de la comunitat

de macroinvertebrats a nivell de família, l'abundància relativa dels diferents grups funcionals de macroinvertebrats i els índexs biològics de qualitat de l'aigua: FBILL i BMWP'.

La riquesa de la comunitat de macroinvertebrats es considera a partir del nombre de famílies trobades en les mostres multihàbitat, i la seva diversitat s'expressa a través d'una simplificació de l'índex de Shannon (Shannon-Weaver, 1949), que es calcula sobre l'abundància codificada de cadascuna de les famílies.

També s'han classificat les famílies segons el grup funcional (Cummins & Klug, 1979) al qual pertanyen (filtradors, trituradors, depredadors, brostejadors, recol·lectors) per tal de tenir informació sobre variacions en el temps, particularitats que es puguin donar en certs punts de mostreig i explicacions tròfiques sobre la diversitat i riquesa en els diferents punts de mostreig.

Finalment, per caracteritzar la qualitat de l'aigua s'han usat dos índexs biològics basats en la composició de la comunitat de macroinvertebrats bentònics: el FBILL i el BMWP'. El FBILL (Prat *et al.*, 1999) és un índex desenvolupat específicament per als rius Foix, Besòs i Llobregat. Està basat en un índex similar usat a diferents països europeus que dona un valor de qualitat a les aigües segons les espècies indicadores de qualitat i el nombre total que se'n troba. Aquest índex es calcula a partir de les famílies trobades en el mostreig de zones reòfiles.

L'índex BMWP' (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988) és un índex adaptat a les comunitats ibèriques a partir d'un índex similar desenvolupat a la Gran Bretanya (Hellawell, 1978). És un índex additiu que va sumant punts segons el nombre trobat de famílies amb diferent grau d'indicació. Aquest índex es calcula a partir de les famílies trobades en el mostreig multihàbitat.

Amb aquests dos índexs es poden assenyalar els nivells de qualitat expressats a la taula 3. Aquestes indicacions tenen un valor ecosistèmic, és a dir, no ens diuen quin és el contaminant que causa els problemes, sinó que ens donen una idea general de l'estat ecològic de l'ecosistema.

TAULA 2. Codificació de les abundàncies de macroinvertebrats.

<i>Codi</i>	<i>Nombre d'individus</i>
1	2 o menys individus
2	de 3 a 10 individus
3	d'11 a 100 individus
4	més de 100 individus

TAULA 3. Nivells de qualitat segons el valor dels índexs FBILL i BMWP'.

<i>Nivell de qualitat</i>	<i>FBILL</i>	<i>BMWP'</i>
Aigües molt netes	8-10	> 100
Aigües amb signes d'estrès	6-7	61-100
Aigües contaminades	4-5	36-60
Aigües molt contaminades	2-3	16-35
Aigües extremament contaminades	0-1	< 15

La metodologia emprada és molt similar a l'emprada pel grup ECOBILL de la Universitat de Barcelona, que es pot trobar a Prat *et al.* (2000) i a la pàgina web: <http://www.diba.es/mediamb>.

2.4. PUNTS DE MOSTREIG

L'estudi s'ha basat en disset punts de mostreig, que han estat escollits de manera que recollissin el màxim nombre de situacions dins de la conca i que es pogués fer l'estudi en un temps no excessivament llarg (figura 1). La numeració de les estacions segueix l'ordre en què varen ser estudiades.

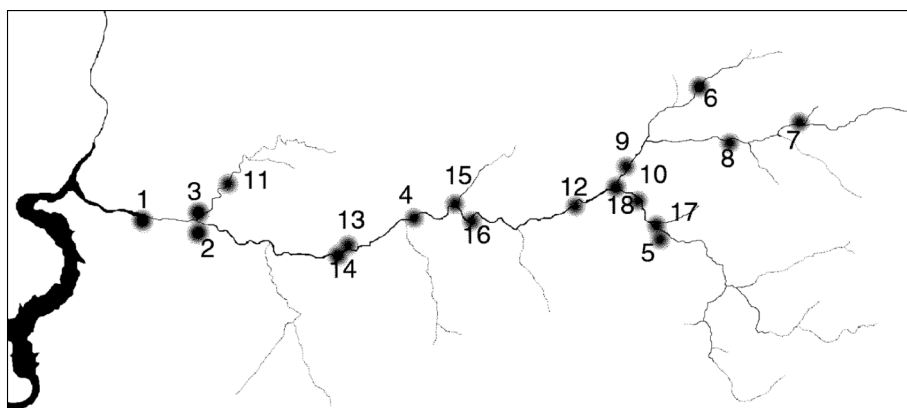


FIGURA 1. Localització geogràfica dels punts de mostreig a la vall d'Alinyà.

2.5. ÈPOQUES DE MOSTREIG

S'ha fet una mostra estacional dels sistemes fluvials de la vall d'Alinyà, l'estiu de 2000 (10-12 de juliol), la tardor de 2000 (27-29 d'octubre), l'hivern de 2001 (12-13 de gener) i la primavera de 2001 (25-27 de maig).

La primera campanya correspon a l'eixut estival, amb els menors cabals i alguns punts de mostreig secs. Les dades de conductivitat i nutrients d'aquesta campanya s'han considerat especialment en la interpretació de resultats, ja que és en condicions de baix cabal quan els efectes pertorbadors es fan més evidents.

La segona campanya correspon a un període més humit, i es va poder fer una mostra de tots els punts.

La tercera campanya es va realitzar pocs dies després de la fosa de neu d'una forta nevada caiguda feia poc, i el cabal havia augmentat cinc vegades a la majoria de punts de mostreig.

La quarta campanya es va realitzar en el període de màxima producció dels sistemes fluvials, amb unes condicions de cabal, llum i temperatura òptimes per al desenvolupament de les comunitats.

3. RESULTATS

3.1. CARACTERÍSTIQUES FÍSICOQUÍMIQUES

La vall d'Alinyà és una conca calcària amb processos molt importants de dissolució de les seves roques que fan que les concentracions de carbonats i sulfats als sistemes fluvials siguin elevades, amb unes conductivitats (figura 2) i un pH força elevats en tots els punts de mostreig (taula 4).

És interessant veure com els punts de mostreig 5 i 17, que es localitzen just després de surgències subterrànies, tenen una conductivitat idèntica i probablement un mateix origen. També és interessant veure que, a causa de les diferències de velocitat de l'aigua que hi ha en els punts 13 i 14, separats pocs metres entre si, es creen unes característiques fisicoquímiques força diferents. Això és possible perquè en el punt 13 hi poden créixer macròfits, que en descompondre's modifiquen les condicions fisicoquímiques, la qual cosa fa disminuir el pH i l'oxigen dissolt i incrementar la conductivitat i la temperatura.

És important remarcar que les concentracions de nutrients són força baixes i es troben sempre dins els límits inferiors establerts per l'Agència Catalana de l'Aigua per a aigües no contaminades, i també compleixen la Directiva europea de qualitat d'aigües per a peixos.

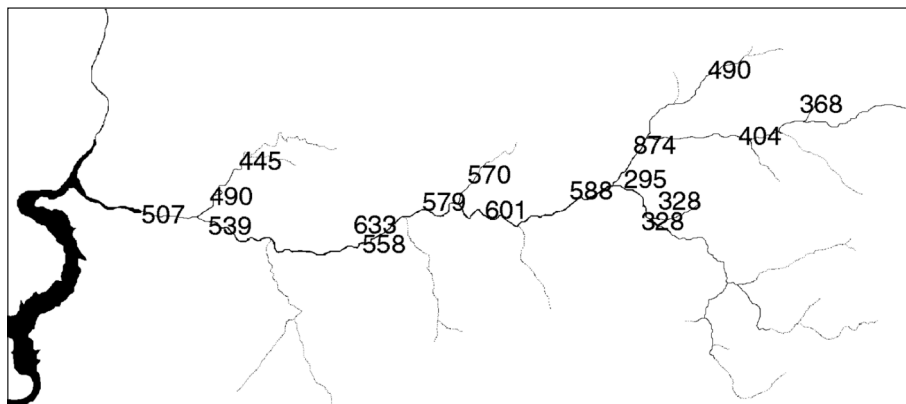


FIGURA 2. Conductivitat a l'estiu de 2000.

TAULA 4. Dades fisicoquímiques corresponents a l'estiu de 2000.

Localitat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ordre fluvial	4	4	2	4	1	2	1	2	3	3	2	4	1	4	1	4	1
pH	8,5	8,6	8,3	8,5	8,2	8,3	8,5	8,4	8,3	8,3	8,2	8,6	7,6	8,5	8	8,7	8,2
µg N-NH ₄ × L ⁻¹	0,3	0,3	1,6	0,5	1,2	0,2	0,2	0,2	23	0,6	1,5	13	2,5	0,3	0,5	1,3	1,8
µg P-PO ₄ × L ⁻¹	0,7	0,9	0,6	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	8,9	0,2	0,7	8,6	1,1	0,8	0,2	0,8	0,8

3.2. EVOLUCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES FÍSICOQUÍMIQUES AL LLARG DEL CURS PRINCIPAL

Les dades més significatives corresponen a la primera campanya, perquè com que tenia un cabal menor s'evidenciaven els efectes de la pertorbació química de les aportacions des del nucli d'Alinyà, on, d'una banda, hi ha una font de contaminació puntual i constant que prové de la xarxa de clavegueram, i de l'altra, una font de contaminació difosa, no tan controlada en l'espai ni en el temps: les granges de boví i porcí. Això fa que en situacions normals hi hagi unes concentracions de nutrients relativament baixes, però es produeixen increments sobtats i elevats de càrrega de nutrients (fins a $401 \mu\text{g N-NH}_4 \times \text{L}^{-1}$ en el punt de mostreig 16 quan hi ha un abocament). Els efectes d'aquesta pertorbació en el sistema es van diluint riu avall a causa del procés d'autodepuració. Aquest procés es manifesta en un gradient de conductivitat (figura 2), una mesura de la càrrega d'ions que hi ha dissolts en l'aigua. D'aquests ions dissolts, els retenguts més ràpidament pel procés d'autodepuració són els nutrients més limitants per al sistema: l'amoni i el fosfat. En canvi, ions com ara el sodi i el clor no són retenguts i contribueixen a mantenir la conductivitat elevada fins a la desembocadura. Un altre factor que fa que es mantinguin els valors de conductivitat és la mobilització natural d'ions de la conca que, a causa del seu comportament conservatiu, van incrementant la concentració riu avall.

A la figura 3 es pot apreciar que hi ha un increment en la conductivitat i la concentració d'amoni i fosfat entre els punts 10 i 12 a causa de la pertorbació química de les aportacions del nucli d'Alinyà. Posteriorment, s'observa un descens de la concentració de nutrients degut a factors biològics i geològics, i una disminució progressiva de la conductivitat deguda a factors geològics.

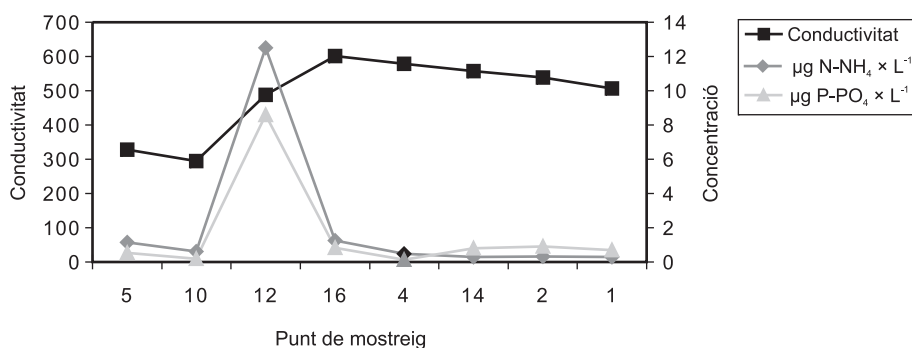


FIGURA 3. Evolució de la conductivitat, l'amoni i el fosfat al llarg de l'eix Vall-llonga-Alinyà-Perles, a l'estiu de 2000.

3.3. COMUNITAT DE MACROINVERTEBRATS I ÍNDEXS BIOLÒGICS

L'augment del cabal a la primavera de gener de 2001 fa que els resultats obtinguts en la campanya d'hivern (annex 1) s'hagin de prendre amb precaució a l'hora d'inter-

pretar-los en termes de qualitat ecològica, ja que un dels requisits dels índexs és que no s'hagin esdevingut crescudes en els darrers quinze dies. És per això que no es consideren de manera separada com es fa amb les altres campanyes.

3.4. ELEMENTS D'INTERÈS ESPECIAL

Hi ha famílies de macroinvertebrats que han estat trobades en un sol punt de mostreig i, per tant, s'han considerat rares i mereixedores d'atenció especial (taula 5).

Els punts de mostreig amb més famílies exclusives, i per tant amb un valor afegit, són els punts 13, 15 i 1. El punt 13 correspon a un braç abandonat del riu, on l'aigua corre molt lentament i s'acumula la matèria orgànica; això fa que es creïn unes condicions fisicoquímiques particulars (taula 4). El punt 15 correspon a la rasa de Portell (figura 4), un torrent particular dins el context de la conca, ja que presenta una successió regular de salts d'aigua i pous, de manera esglaonada. Al punt 1, en què el riu de Perles està a la part final, amb un curs trenat que crea hàbitats especials en els braços secundaris, l'aigua circula més lentament i permet que s'hi desenvolupin els macròfits, ampliant la diversitat de substans i de de matèria orgànica que serveixen de refugi i d'aliment als macroinvertebrats.

TAULA 5. Famílies rares per punt de mostreig i segons el seu grup funcional (Cummins & Klug, 1979) o estratègia tròfica.

<i>Depredadors</i>	<i>Recol·lectors</i>	<i>Brostejadors</i>	<i>Filtradors</i>
Coenagrionidae/6	Corixidae/2	Bythinellidae/13	Philopotamidae/5
Aeschnidae/13		Planorbidae/9	Polymitarcidae/1
Glossiphoniidae/12		Oligoneuriidae/1	
Gyrinidae/16		Sphaeriidae/13	
Gomphidae/15			
Hydrometridae/15			
Nepidae/13			
Notonectidae/8			
Platycnemididae/13			
Empididae/14			

3.5. PRIMERA CAMPANYA

A l'annex 1 mostrem la llista dels macroinvertebrats trobats als rius de la vall d'Alinyà el juliol de 2000. A partir d'aquestes llistes, s'han calculat els valors dels índexs biològics FBILL (figura 5) i BMWP' (figura 6), així com els de riquesa i diversitat (taula 6).



FIGURA 4. Punt de mostreig 15, rasa de Portell.

Com es pot veure a les figures 5 i 6, els valors menors corresponen als afluents de capçalera (punts de mostreig 3, 6, 7 i 8). En els punts de mostreig 6, 7 i 8 pot explicar-se, perquè són afluents d'ordre baix d'origen bàsicament pluvial que tenen menys d'un metre d'amplada, amb una diversitat d'ambients molt baixa, així com un caràcter temporal i unes concentracions de nutrients molt baixes (taula 4) a causa, sobretot, de la precipitació dels fosfats amb els carbonats. El punt de mostreig 3 es troba on el riu de Canelles desemboca al riu d'Alinyà, lloc en què l'aigua s'escola subsuperficialment i el flux superficial és molt reduït.

Els punts de mostreig amb valors més alts són el 4, el 12 i el 16. Tots ells en rius d'ordre 4 (riu d'Alinyà i riu de Perles) i, conseqüentment, amb una major diversitat d'ambients i organismes associats. El que possiblement fa que aquests punts tinguin una major riquesa que els punts 1, 2 i 14, localitzats també en el curs principal, és la major producció primària (grans masses de *Cladophora glomerata* i *Vaucheria geminata*) que hi ha en els primers a causa d'uniques concentracions superiors en amoni i fosfat (taula 4).

El grup funcional (Cummins & Klug, 1979) que domina a tots els punts de mostreig és el dels recol·lectors, amb un percentatge entorn del 50 % (annex 1). Es diferencien els punts 12, 16 i 4 per la major presència de brostejadors, associats a les mates de *Cladophora glomerata* i *Vaucheria geminata*, així com el 13 i l'1 perquè tenen, totalment el primer i parcialment el segon, zones de circulació de l'aigua molt lenta on es creen hàbitats diferenciats amb organismes diferents, bàsicament brostejadors.

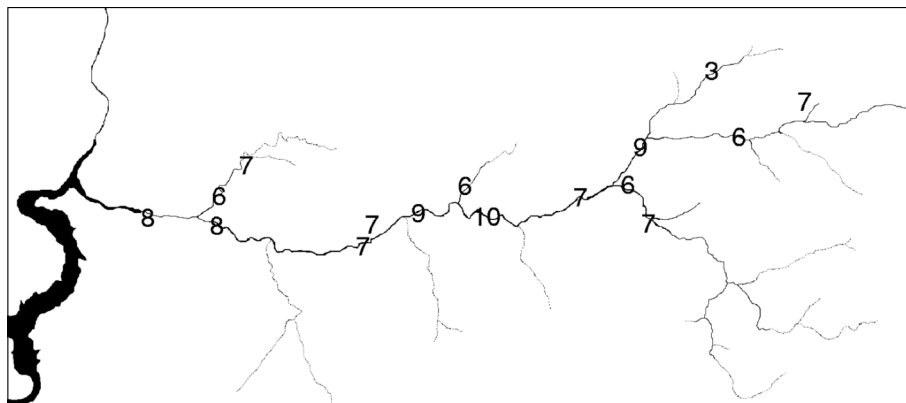


FIGURA 5. Valor de l'índex FBILL, estiu de 2000.

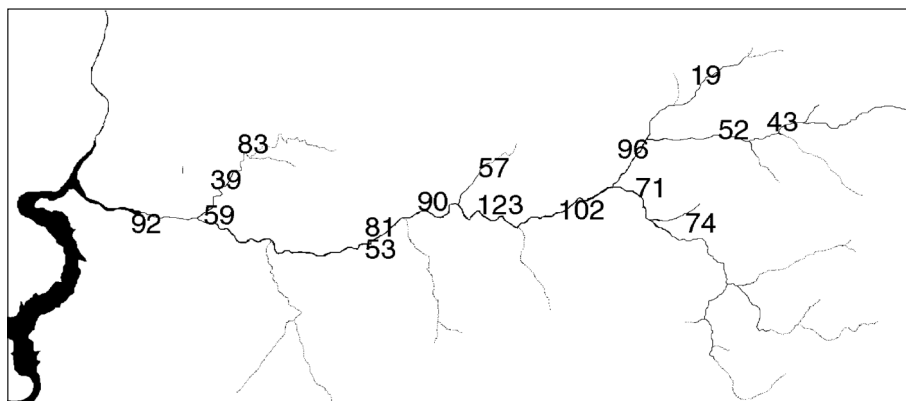


FIGURA 6. Valor de l'índex BMWP', estiu de 2000.

3.6. SEGONA CAMPANYA

Els macroinvertebrats dels quals es va fer una mostra l'octubre de 2000 es mostren a l'annex 1. A partir d'aquests, s'han calculat els valors dels índexs biològics FBILL (figura 7) i BMWP' (figura 8), així com els de riquesa i diversitat (taula 6).

Els valors de l'índex biològic FBILL a la tardor són semblants als de l'estiu, tot i que la composició de la comunitat és diferent. En alguns punts de mostreig no apareixen les famílies més valorades pel FBILL i això fa que tinguin valors més baixos, com ara en el punt de mostreig 1 (figures 5 i 7).

Tal com mostra la taula 6, els valors de diversitat mostren un canvi estacional respecte de la primera campanya, ja que hi ha nou punts de mostreig en què augmenta la diversitat i quatre punts de mostreig en què disminueix. Més diversitat no només suposa

més nombre de famílies, sinó també una equifreqüència d'aquestes. Aquest augment en la diversitat s'explica per l'aparició a la tardor d'un conjunt de famílies del grup funcional dels trituradors (que s'alimenten de fulles). Aquest grup arriba a una abundància elevada (entre 15-20 %) en els punts 5, 7, 8 i 15. Tot i l'aparició d'aquesta estratègia tròfica dels trituradors, el grup funcional dominant a tots els punts de mostreig és el dels recol·lectors (annex 1).

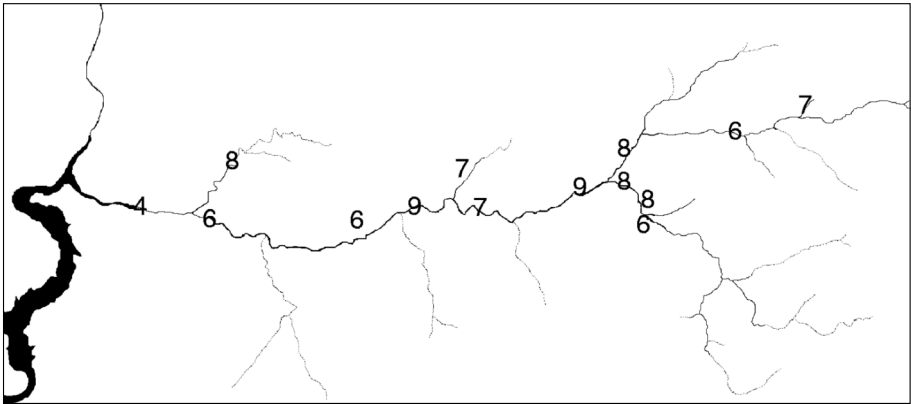


Figura 7. Valor de l'índex FBILL, tardor de 2000.

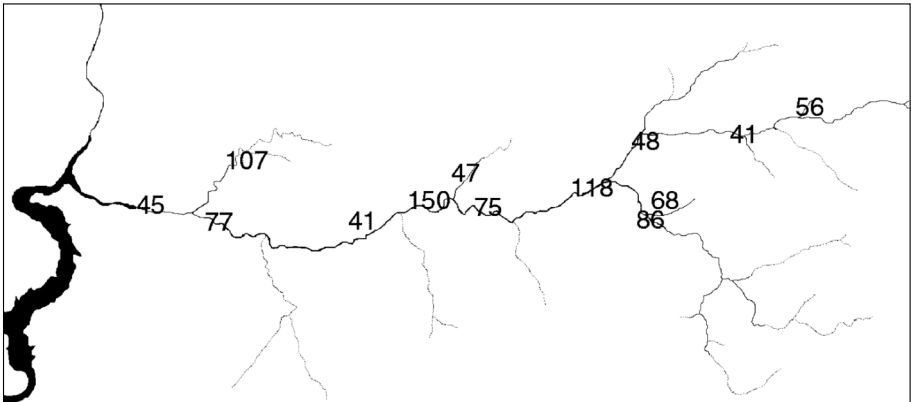


FIGURA 8. Valor de l'índex BMWP', tardor de 2000.

3.7. QUARTA CAMPANYA

Els macroinvertebrats dels quals es va fer una mostra als sistemes fluvials de la vall d'Alinyà el maig de 2001 es mostren a l'annex 1. A partir d'aquestes llistes, s'han

TAULA 6. Valors de riquesa i diversitat.

Localitat		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Riquesa	estiu	16	11	8	19	12	5	8	9	15	12	13	22	16	12	11	22	
	tardor	9	15		25	15		9	9	11	16	18	14	9		9	14	12
	primavera	15	11	8	20	12	3	11	9	12	11	14	15	15	8	10	13	10
Diversitat	estiu	4	3,4	3	4,1	3,5	2,2	2,9	3,1	3,7	3,4	3,6	4	3,8	3,4	3,4	4,3	
	tardor	3	3,8		4,5	3,7		3,1	3,1	3,3	3,8	4	4,1	3		3,1	3,7	3,3
	primavera	3,8	3,4	3	4,3	3,5	1,5	3,3	3,1	3,5	3,2	3,7	3,8	3,8	2,8	3,2	3,6	3,2

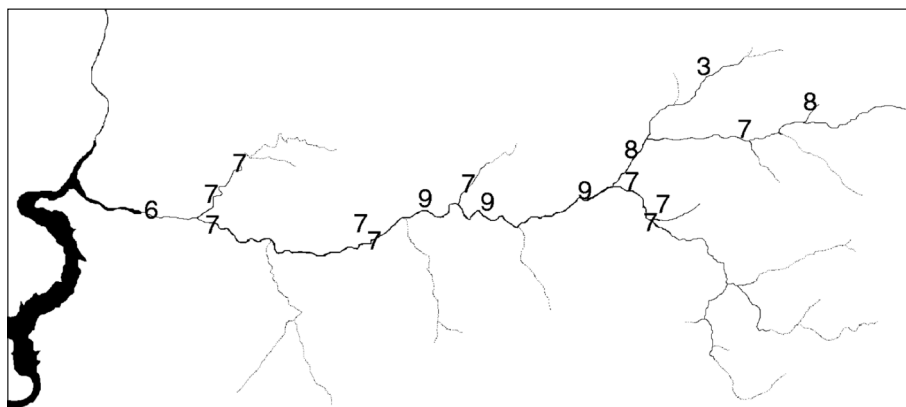


FIGURA 9. Valor de l'índex FBILL, primavera de 2001.

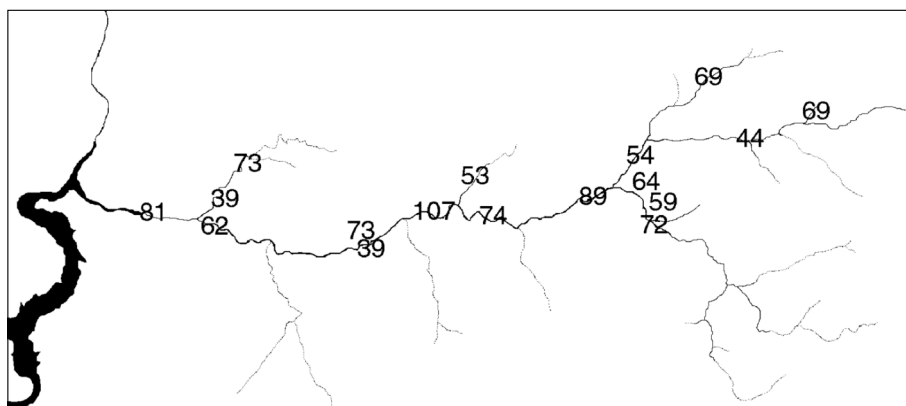


FIGURA 10. Valor de l'índex BMWP', primavera de 2001.

calculat els valors dels índexs biològics FBILL (figura 9) i BMWP' (figura 10), així com de riquesa i diversitat (taula 6).

Els resultats d'aquesta campanya no mostren processos o fenòmens diferents als descrits a partir de les dues primeres campanyes, però mostren, això sí, una continuïtat dels valors dels índexs biològics.

3.8. EVOLUCIÓ DE LA QUALITAT BIOLÒGICA AL CURS PRINCIPAL

Els valors dels índexs biològics i de la riquesa al llarg del curs principal (punts de mostreig 5, 10, 12, 16, 4, 14, 2 i 1) estan marcats per l'efecte perturbador del nucli d'Alinyà, ja descrit en l'apartat de les característiques fisicoquímiques, ja que entre els punts 12 i 16 hi ha un increment en els valors de l'índex (figures 11, 12 i 13) que és seguit per un descens gradual al llarg del riu a causa de la reducció progressiva de nutrients, deguda al procés d'autodepuració.

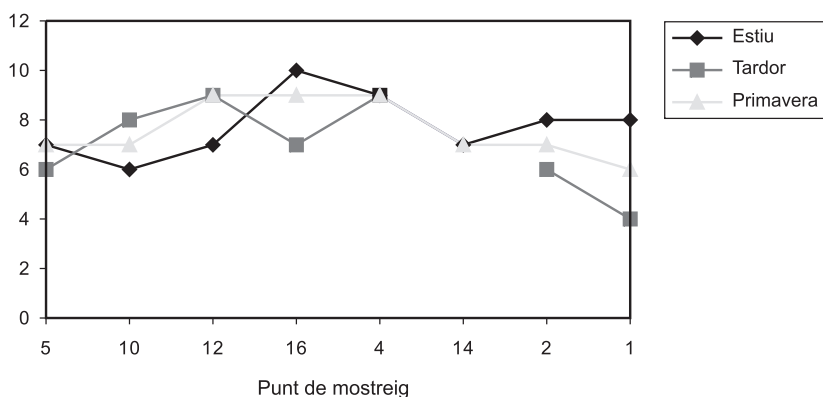


FIGURA 11. Evolució de l'índex biològic FBILL al llarg de l'eix Vall-llonga-Alinyà-Perles, a la vall d'Alinyà.

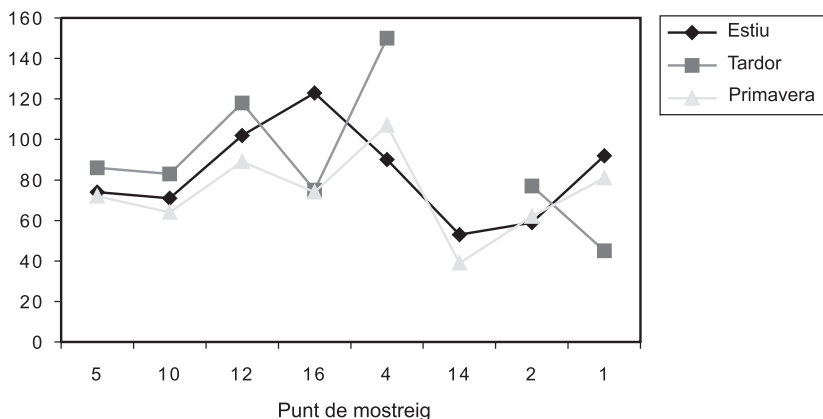


FIGURA 12. Evolució de l'índex biològic BMWP' al llarg de l'eix Vall-llonga-Alinyà-Perles, a la vall d'Alinyà.

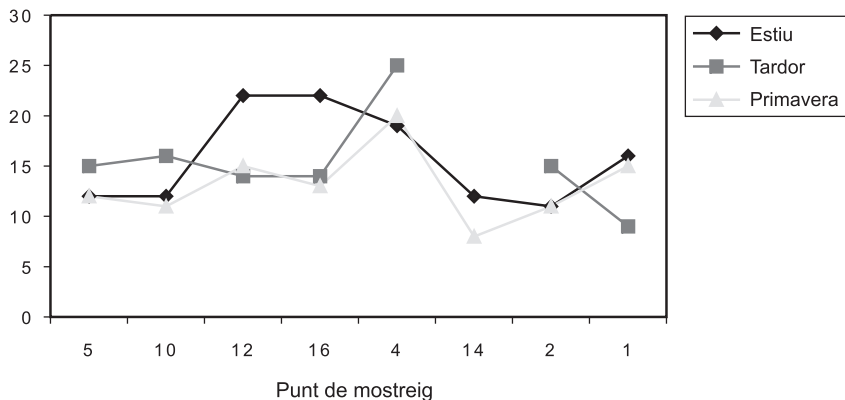


FIGURA 13. Evolució de la riquesa (en nombre de famílies) al llarg de l'eix Vall-longa-Alinyà-Perles, a la vall d'Alinyà.

Aquest descens gradual s'interromp, segons l'índex BMWP' i la riquesa, en el punt de mostreig 1, on, per motius ja explicats, hi ha un increment en la diversitat d'ambients i, en conseqüència, d'organismes. Aquest increment final no es reflecteix en l'índex FBILL, ja que no apareixen les espècies que a l'índex es consideren indicadors de bona qualitat i que fan augmentar els valors de qualitat biològica. La relació causa efecte entre la pertorbació i els valors elevats dels índexs biològics i la riquesa queda manifesta a la figura 14, en què s'aprecia la coincidència del pic en conductivitat i el pic en el valor de l'índex BMWP' a l'estiu. Així mateix, es pot apreciar la independència del punt 1 respecte d'aquest fenomen.

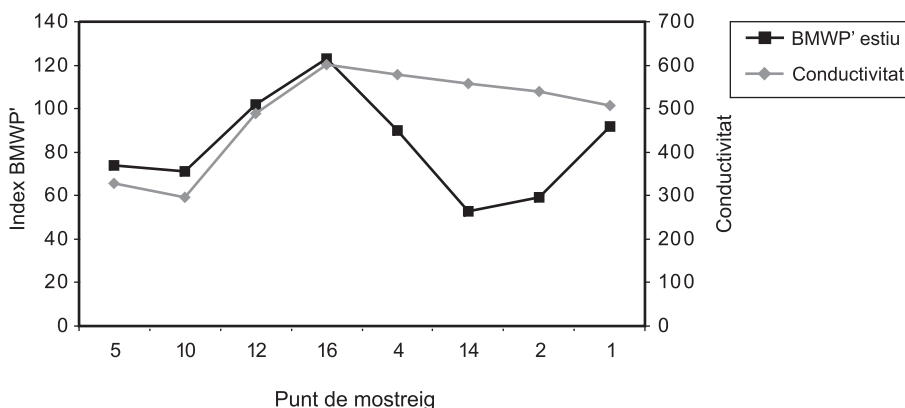


FIGURA 14. Evolució de l'índex biològic BMWP' i la conductivitat elèctrica al llarg de l'eix Vall-longa-Alinyà-Perles, a l'estiu de 2000.

3.9. BOSC DE RIBERA

Segons l'índex QBR, els boscos de ribera de la majoria de punts de mostreig es troben en una qualitat bona o molt bona (figura 15). L'excepció la trobem en els punts 4, 17 i 5. En el punt 4, les terrasses estan modificades, hi ha camps de conreu i els arbres existents estan disposats en rengleres (plantació de pollancre). D'altra banda, en els punts 17 i 5 (separats pocs metres entre si) s'ha realitzat una actuació molt forta per reduir l'efecte de les riuades i esllavissades de roques riu avall, actuació que impedeix la reconstitució del bosc de ribera a causa de la utilització de grans blocs de roca que han modificat la llera de la rasa de Vall-llonga (17) i l'Aiguaneix (5).

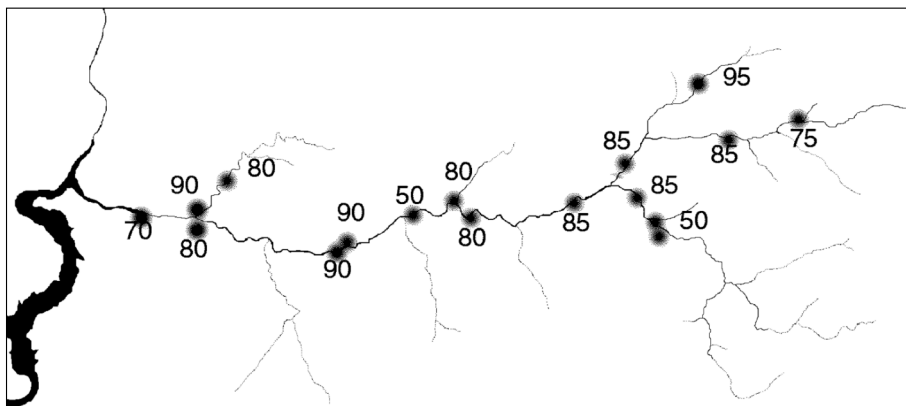


FIGURA 15. Valors de l'índex QBR, estiu de 2000.

4. CONCLUSIONS

La contradicció aparent que hi ha entre grau de pertorbació i riquesa es deu al que s'anomena *efecte subsidi* (figura 16), segons el qual una pertorbació d'intensitat moderada pot incrementar la riquesa d'un sistema fins que se supera una intensitat de pertorbació (llindar), més enllà de la qual es crea un efecte negatiu. Aquest fenomen es coneix també com a *teoria de la pertorbació intermèdia* (Odum *et al.*, 1979).

Aquest estudi constata que les pertorbacions són el motor dels canvis i l'organització de les comunitats. Per aquest motiu, aquestes tendeixen a organitzar-se en mosaics segons la intensitat i freqüència de les pertorbacions en el temps i de l'heterogeneïtat en l'espai (Townsend, 1989). En sistemes fluctuants com ara els rius, les pertorbacions fan que l'organització de la comunitat sigui dominada pels processos d'autoorganització en els sistemes menys pertorbats o bé pels processos d'extinció i colonització en els sistemes més pertorbats.

En aquest estudi hem trobat dos factors bàsics de pertorbació: l'eixut estival i l'aportació antròpica de nutrients. El primer fa que els punts de capçalera d'origen plu-

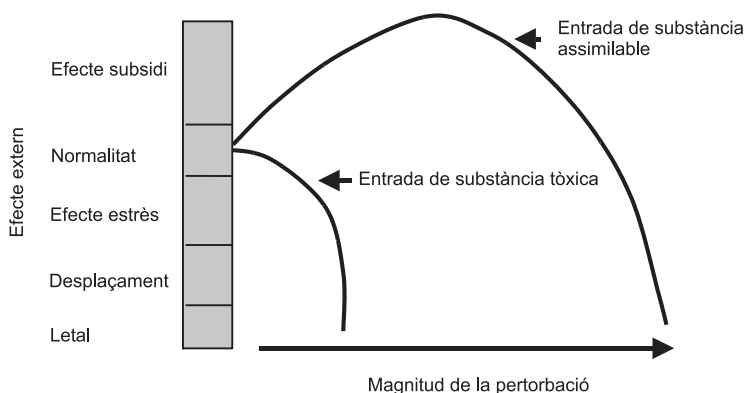


FIGURA 16. Teoria de l'efecte subsidi-estrès o pertorbació intermèdia (Odum *et al.*, 1979), segons la qual hi ha un llindar a partir del qual una pertorbació causada per substàncies utilitzables (nutrients) esdevé estressant.

vial tinguin unes comunitats simplificades formades per famílies de macroinvertebrats que colonitzen ràpidament. El segon factor, a causa de la seva persistència i intensitat moderada, provoca canvis en el curs principal, que es van dissipant al llarg del riu per processos d'autodepuració. Com que la intensitat de les aportacions no supera el llindar subsidi-estrès, provoca un efecte positiu en les comunitats biològiques que es manifesta en una riquesa i diversitat majors.

El comportament dels índexs biològics és diferent segons l'índex. El BMWP' té una relació més o menys lineal amb la riquesa (figura 17), però no amb el FBILL (figura 18), que més aviat és exponencial. Aquestes relacions ja han estat estudiades a Prat *et al.* (1994), on s'apunta que el FBILL necessita de la presència d'espècies molt concretes per assolir valors alts, mentre que el BMWP' depèn bàsicament de la riquesa i assoleix valors majors.

Els punts de mostreig 4 i 12 tenen els valors més alts quant a riquesa, diversitat, FBILL i BMWP', mentre que els punts 6, 7 i 8 són els més baixos. Els primers es troben a trams de riu d'ordre 4, amb una diversitat d'ambients major i amb una biomassa important de *Cladophora glomerata* i *Vaucheria geminata* lligada a valors més alts de

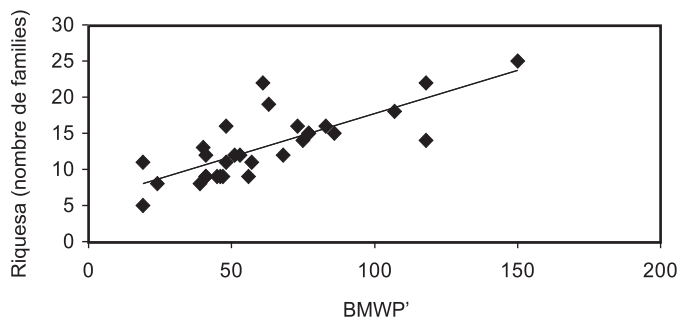


FIGURA 17. Relació lineal entre la riquesa (en nombre de famílies) i l'índex biològic BMWP' a partir de les dades de l'estiu i la tardor de 2000 a la vall d'Alinyà.

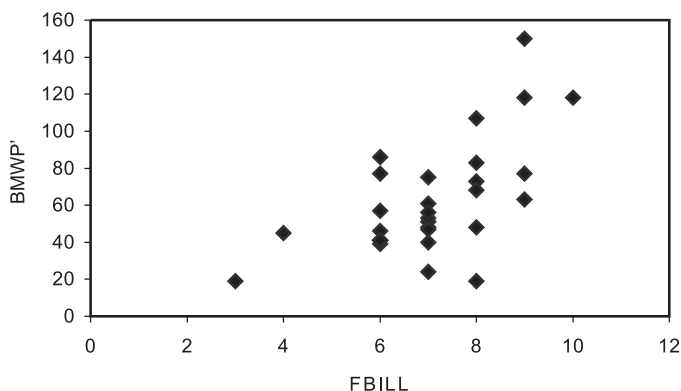


FIGURA 18. Relació exponencial entre l'índex biològic BMWP' i l'índex biològic FBILL a partir de les dades de l'estiu i la tardor de 2000 a la vall d'Alinyà.

nutrients, mentre que els segons són trams de capçalera d'ordre fluvial baix, amb una càrrega menor de nutrients, diversitat d'ambients menor i estan sotmesos a variacions de cabal importants.

Les localitats 13, 15 i 1 presenten singularitats dins la vall a causa de la presència de certes famílies de macroinvertebrats lligades de manera exclusiva a ambients que hi són presents i prenen així un valor afegit.

L'estat de conservació dels boscos de ribera és molt bo, excepte en els punts de mostreig 4 i 5, aquest darrer amb una forta actuació humana. En els punts de mostreig estudiats, la qualitat del bosc de ribera no condiciona la qualitat de l'aigua (coeficient de correlació $QBR-BMWP' = -0,41$). N'és un cas exemplar el punt de mostreig 4, que presenta un QBR de 50 i valors molt alts de tots els indicadors de qualitat d'aigua.

Propostes de conservació

La pertorbació que suposa el nucli d'Alinyà és poc intensa en relació amb la qualitat biològica, però per evitar problemes de tipus sanitari es recomana un tractament fisicoquímic amb una sedimentació (tanc IMHOFF). També es recomana realitzar un seguiment de les explotacions agropecuàries que es desenvolupen a la conca, i regular, si és possible, els seus residus. Respecte a les riberes no es proposen mesures de conservació especials, tot i que a la zona del punt de mostreig 4 es podria plantejar un programa de restauració de les riberes.

BIBLIOGRAFIA

- ALBA-TERCEDOR; SÁNCHEZ-ORTEGA (1988). «Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Helawel (1978)». *Limnetica*, 4, p. 51-56.
- CUMMINS, K. W.; KLUG, M. J. (1979). «Feeding ecology of stream invertebrates». *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 10, p.147-172.

- HELLAWELL, J. M. (1978). *Biological surveillance of rivers*, Stevenage: Water Research Center, 322 p.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; RIERADEVALL, M.; PRAT, N. (1998). «Índex QBR. Mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera». *Estudis de la Qualitat Ecològica dels rius*, 4. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. (1962). «A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters». *Analytica Chimica Acta*, 27, p. 31-36.
- ODUM, E. P.; FINN, J. T.; FRANZ, E. H. (1979). «Perturbation theory and subsidy-stress gradient». *BioScience*, 29, p. 349-352.
- PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; MUNNÉ, A. (1996). *La qualitat ecològica del Besòs i el Llobregat. Informe 1994-1995*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 1)
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; RIERADEVALL, M.; CHACON, G.; BONADA, N. (1999). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs i el Foix*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 6)
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; RIERADEVALL, M.; SOLÀ, C.; BONADA, N. (2000). *Ecostrimed*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 8)
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W. (1949). *The mathematical theory of communications*. University of Illinois.
- SOLORZANO, L. (1969). «Determination of ammonia in natural waters by phenolhypochlorite». *Limnology and Oceanography*, 26, p. 30-42.
- TOWNSEND, C. R. (1989). «The patch dynamics concept of stream community ecology». *Am. Benthol. Soc. [J. N.]*, 8 (1), p. 36-50.

ANNEX 1

Dades dels mostratges multihàbitat per punt de mostreig i per campanya

Els punts són assignats segons el protocol del BMWP'.

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
1	Baetidae	4	3	4	1	4	3
	Caenidae			4	1	4	1
	Ceratopogonidae			4	1	4	2
	Chironomidae	2	3	2	3	2	1
	Cordulegasteridae	8	1				
	Dytiscidae	3	2				
	Ecnomidae	7	2	7	1	7	2
	Elmidae	5	2			5	2
	Heptageniidae	10	3			10	1
	Hydracarina	4	3			4	3
	Hydropsychidae	5	3			5	1
	Hydroptilidae			6	2	6	2
	Leuctridae	10	2	10	1	10	2
	Lymnaeidae	3	2	3	1	3	2
	Oligoneuriidae	5	2			5	3
	Rhyacophilidae	7	3			7	2
	Simuliidae	5	3	5	2	5	2
	Siphonuridae	10	2				
	Tabanidae	4	2				
		92		45		81	
2	Baetidae	4	3	4	2	4	2
	Caenidae	4	1	4	2	4	2
	Chironomidae	2	2	2	2	2	1
	Corixidae			3	3		
	Dytiscidae			3	1		
	Elmidae			5	1		
	Ephemerellidae			7	1	7	2
	Ephemeridae			10	1		
	Hydracarina	4	3				
	Hydropsychidae	5	3			5	3
	Hydroptilidae			6	1	6	2
	Leuctridae	10	2			10	2
	Libellulidae			8	1		
	Limoniidae	4	2	4	2	4	2
	Oligochaeta			1	1		
	Perlodidae	10	2				
	Polycentropodidae	7	2	7	1	7	1
	Psychomyiidae			8	1	8	1
Tabanidae	4	2					
Tipulidae	5	3	5	1	5	2	
		59		77		62	
3	Baetidae	4	2			4	2
	Ceratopogonidae	4	3			4	2
	Chironomidae	2	4			2	2
	Ephemerellidae	7	2			7	3
	Hydroptilidae	6	3			6	2

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
	Rhyacophilidae	7	3			7	2
	Simuliidae	5	3			5	2
	Tabanidae	4	2			4	2
		39				39	
4	Baetidae	4	3	4	4	4	3
	Bithyniidae	3	1				
	Caenidae	4	3	4	1	4	2
	Ceratopogonidae	4	3	4	2	4	2
	Chironomidae	2	4	2	3	2	2
	Dixidae			4	1		
	Elmidae	5	2	5	2	5	2
	Ephemerellidae	7	3	7	1	7	1
	Ephemeridae			10	1		
	Helodidae	3	2				
	Heptageniidae	10	3	10	2	10	2
	Hydracarina			4	2	4	2
	Hirudidae	3	1				
	Hydrobiidae	3	1			3	2
	Hydropsychidae	5	3	5	2	5	3
	Hydroptilidae	6	3	6	1	6	2
	Leptophlebiidae			10	1	10	2
	Leuctridae			10	2		
	Limoniidae	4	2			4	2
	Lymnaeidae			3	1		
	Nemouridae			7	2	7	2
	Oligochaeta	1	3	1	2	1	3
	Perlidae			10	1	10	1
	Perlodidae	10	2	10	2		
	Planariidae			5	3	5	2
	Rhyacophilidae	7	2	7	1	7	1
	Sericostomatidae			10	1		
	Simuliidae	5	4	5	1	5	3
	Tabanidae	4	2	4	1	4	2
	Veliidae			3	1		
		90		150		107	
5	Baetidae	4	3	4	2	4	2
	Ceratopogonidae			4	3	4	2
	Chironomidae	2	4	2	4	2	1
	Dixidae			4	1		
	Glossosomatidae	8	3	8	1	8	1
	Heptageniidae	10	3	10	2	10	2
	Hydracarina			4	1	4	1
	Hydroptilidae	6	1				
	Leuctridae	10	2				
	Limnephilidae	7	2	7	1	7	1
	Limoniidae	4	2	4	2	4	2
	Nemouridae			10	3		
	Perlodidae					10	1
	Philopotamidae			8	1		
	Planariidae			5	4		
	Polycentropodidae	7	2			7	2
	Psychodidae	4	2				
	Rhyacophilidae	7	1	7	2	7	1
	Stratiomyidae			4	1		
	Tipulidae	5	2	5	2	5	1
		74		86		72	

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
6	Baetidae	4	2			4	2
	Chironomidae	2	2			2	2
	Dytiscidae	3	3				
	Gerridae	3	2			3	1
	Polycentropodidae	7	1				
		19				9	
7	Baetidae	4	1	4	1	4	1
	Chironomidae	2	2	4	1	2	2
	Dytiscidae	3	1				
	Elmidae			5	2	3	3
	Ephemerellidae			7	1	7	1
	Hydropsychidae	5	1				
	Leptophlebiidae			10	1	10	1
	Leuctridae	10	1	10	1	10	1
	Limnephilidae	7	1			7	1
	Nemouridae			10	1	10	1
	Oligochaeta			1	1	1	1
	Perlodidae					10	1
	Polycentropodidae	7	1				
Simuliidae	5	2	5	1	5	1	
		43		56		69	
8	Baetidae	4	3	4	2	4	1
	Ceratopogonidae			4	1	4	1
	Chironomidae			2	2	2	2
	Dytiscidae	3	2			3	1
	Ephemerellidae	7	1				
	Heptageniidae	10	2			10	2
	Hydropsychidae	5	1	5	1		
	Leuctridae	10	1	10	1	10	1
	Limnephilidae	7	2				
	Nemouridae			7	2		
	Notonectidae			3	2		
	Oligochaeta	1	2	1	2	1	2
	Planariidae			5	1	5	1
Simuliidae	5	3			5	2	
		52		41		44	
9	Baetidae	3	3	4	3	4	3
	Chironomidae	2	1	2	2	2	2
	Ephemerellidae	7	2			7	1
	Glossosomatidae	8	1				
	Helolidae			3	1	3	1
	Heptageniidae	10	3				
	Hydropsychidae	5	2			5	1
	Hydroptilidae	6	1	6	1		
	Leuctridae	10	3	10	2	10	2
	Limnephilidae	7	1				
	Limoniidae	4	3	4	1	4	1
	Oligochaeta			1	1	1	2
	Perlidae	10	1				
	Planariidae	5	3	5	2	5	2
	Planorbidae			3	1	3	2
	Polycentropodidae	7	1				
Rhyacophilidae	7	1					
Simuliidae			5	1	5	1	

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
	Tipulidae	5	1	5	1	5	1
		96		48		54	
10	Baetidae	4	3	4	4	4	4
	Bithyniidae			3	4		
	Caenidae			4	1	4	2
	Chironomidae	2	4	2	3	2	3
	Dytiscidae	3	2				
	Elmidae			5	1		
	Ephemerellidae	7	1				
	Heptageniidae	10	2	10	1	10	1
	Hydrobiidae			3	4	3	1
	Hydropsychidae	5	1	5	1	5	1
	Hydroptilidae			6	1		
	Leuctridae	10	2	10	2	10	2
	Limnephilidae	7	1	7	1	7	1
	Lymnaeidae			3	2		
	Planariidae	5	4	5	4	5	4
	Polycentropodidae	7	1			7	1
	Rhyacophilidae	7	1	7	3	7	3
	Stratiomyidae			4	1		
	Tabanidae	4	1				
	Tipulidae			5	2		
		71		83		64	
11	Baetidae	4	3	4	3	4	2
	Ceratopogonidae	4	3	4	2	4	2
	Chironomidae	2	4	2	2	2	3
	Dytiscidae			3	1	3	1
	Ecnomidae			7	1		
	Elmidae			5	3		
	Ephemerellidae	7	3			7	1
	Ephemeridae	10	2				
	Haliplidae			4	1		
	Heptageniidae	10	2	10	2	10	1
	Hirudidae	3	1			3	1
	Hydrophilidae			3	1	3	1
	Hydropsychidae			5	2	5	1
	Hydroptilidae	6	3	6	1	6	2
	Leptophlebiidae			10	3		
	Leuctridae			10	1	10	1
	Nemouridae			10	2		
	Perlidae	10	2	10	1		
	Polycentropodidae	7	1			7	1
	Polymirtacidae			5	1		
	Psychodidae			4	1	4	1
	Psychomyiidae	8	1				
	Rhyacophilidae	7	2				
	Simuliidae			5	1	5	1
	Tipulidae	5	2				
		83		107		73	
12	Baetidae	4	4	4	3	4	2
	Ceratopogonidae			4	1	4	2
	Chironomidae	2	4	2	3	2	3
	Culicidae	2	1				
	Dytiscidae	3	2			3	1
	Ecnomidae			7	1		

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
	Ephemereleidae	7	3			7	2
	Glossiphoniidae	3	1				
	Heptageniidae	10	3	10	2	10	2
	Hydropsychidae	5	2	5	2	5	2
	Hydroptilidae			6	1	6	1
	Leptophlebiidae			10	1		
	Leuctridae	10	1	10	1	10	1
	Limnephilidae	7	1	7	1	7	1
	Nemouridae	7	1	7	1	7	1
	Oligochaeta	1	2				
	Perlodidae	10	1	10	1	10	1
	Planariidae	5	3	5	3	5	3
	Polycentropodidae			7	1		
	Psychodidae			4	3		
	Rhyacophilidae	7	1	7	2		
	Sericostomatidae	10	1				
	Simuliidae	5	3	5	2	5	1
	Stratiomyidae	4	1	4	1	4	1
	Tabanidae			4	1		
		102		118		89	
13	Aeschnidae	8	3				
	Baetidae	4	2	4	2	4	2
	Bythinellidae			3	1	3	2
	Ceratopogonidae			4	2	4	1
	Chironomidae	2	4	2	3	2	3
	Coenagrionidae	6	3	6	3	6	1
	Cordulegasteridae	8	1			8	1
	Dixidae			4	1	4	1
	Elmidae			5	1	5	1
	Ephemereleidae			7	1	7	1
	Gerridae	3	2			3	2
	Haliplidae	4	2				
	Hydrobiidae	3	1			3	1
	Hydrophilidae	3	2			3	2
	Hydroptilidae			6	1	6	1
	Limnephilidae	7	1			7	1
	Lymnaeidae	3	1				
	Nepidae	3	1				
	Platycnemididae	6	3				
	Psychomyiidae	8	1			8	1
	Siphonuridae	10	1				
	Sphaeriidae	3	3				
		81		41		73	
14	Baetidae	4	3			4	3
	Caenidae	4	2			4	2
	Ceratopogonidae	4	3			4	2
	Chironomidae	2	4			2	3
	Culicidae	2	3				
	Empididae	4	2				
	Ephemereleidae	7	2			7	1
	Limoniidae	4	2				
	Oligochaeta	1	1			1	1
	Perlodidae	10	1			10	1
	Rhyacophilidae	7	1			7	1
	Tabanidae	4	1				
		53				39	

<i>Multihàbitat</i>		<i>Estiu</i>		<i>Tardor</i>		<i>Primavera</i>	
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>	<i>Punts</i>	<i>Abundància</i>
15	Baetidae	4	3	4	2	4	3
	Ceratopogonidae	4	1	4	2	4	2
	Chironomidae	2	2	2	3	2	3
	Cordulegasteridae	8	1				
	Dugesiidae	5	2				
	Ephemereidae	7	2			7	2
	Gomphidae	8	1			8	1
	Helodidae	3	2	3	1		
	Hydrometridae	3	1				
	Hydropsychidae			5	1	5	1
	Leptophlebiidae	10	2	10	2	10	2
	Nemouridae			7	1	7	1
	Planariidae			5	2	5	2
	Rhyacophilidae			7	2	1	1
	Veliidae	3	1				
		57		47		53	
16	Baetidae	4	3	4	3	4	2
	Caenidae	4	1				
	Ceratopogonidae	4	3	4	2	4	2
	Chironomidae	2	3	2	2	2	2
	Dugesiidae	5	2				
	Ecnomidae			7	1	7	1
	Ephemereidae	7	2				
	Gyrinidae			3	1	3	1
	Helodidae	3	2				
	Heptageniidae	10	1				
	Hidrottilidae	6	2	6	3		
	Hydropsychidae	5	3	5	2	5	1
	Leuctridae	10	1	10	1	10	1
	Libellulidae	8	1				
	Limnephilidae	7	1				
	Nemouridae	7	2	7	2	7	2
	Oligochaeta	1	3	1	1		
	Perlidae	10	1			10	1
	Perlodidae					10	1
	Planariidae	5	2	5	3	5	2
	Rhyacophilidae	7	2	7	2	2	2
	Sericostomatidae			10	2		
Simuliidae	5	3			5	2	
Stratiomyidae	4	1					
Tabanidae	4	1	4	1			
Tipulidae	5	2					
		123		75		74	
17	Baetidae			4	3	4	3
	Ceratopogonidae			4	1	4	2
	Chironomidae			2	4	2	3
	Heptageniidae			10	1	10	1
	Leuctridae			10	1	10	2
	Limnephilidae			7	1	7	1
	Limoniidae			4	3		
	Nemouridae			7	1	7	1
	Oligochaeta			1	1	1	2
	Polycentropodidae			7	1	7	1
	Rhyacophilidae			7	1	7	1
	Tipulidae			5	1		
				68		59	

ANNEX 2

Dades dels mostreigs de zones reòfiles per punt de mostreig i per campanya

<i>Reòfil</i>		<i>Estiu</i>	<i>Tardor</i>	<i>Primavera</i>
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>
1	Baetidae	3		3
	Caenidae		1	1
	Chironomidae	3	2	2
	Cordulegasteridae	1		
	Ecnomidae	2	1	1
	Elmidae	2		
	Hydracarina	3		
	Hydropsychidae	3		1
	Leuctridae	2		
	Oligoneuriidae	2		
	Rhyacophilidae	3		1
	Simuliidae	3	2	2
	Siphonuridae	2		
		8	4	6
2	Baetidae	2	1	2
	Caenidae	1	1	1
	Chironomidae	1	1	1
	Dytiscidae		1	
	Ephemerellidae		1	1
	Hydracarina	3		
	Hydropsychidae	3		1
	Hydroptilidae		1	1
	Leuctridae	2		2
	Limoniidae		1	1
	Perlodidae	2		
	Polycentropodidae	2	1	1
	Psychomyiidae		1	
	8	6	7	
3	Baetidae	2		2
	Ceratopogonidae	3		1
	Chironomidae	4		2
	Ephemerellidae	2		2
	Hydroptilidae	3		2
	Perlidae			1
	Rhyacophilidae	3		1
	Simuliidae	3		3
	Tabanidae	2		1
	6		7	
4	Baetidae	3	4	4
	Bithyniidae	1		
	Caenidae	2		2
	Ceratopogonidae		2	2
	Chironomidae	3	3	3
	Elmidae	2	2	2
	Ephemerellidae	3		
	Helodidae	2		
	Heptageniidae	3	2	2
	Hirudidae	1		
	Hydrobiidae	1		
	Hydropsychidae	3	2	2

<i>Reòfil</i>		<i>Estiu</i>	<i>Tardor</i>	<i>Primavera</i>
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>
	Hydroptilidae	3	1	1
	Leptophlebiidae		1	1
	Limoniidae	2		1
	Nemouridae	2	3	3
	Perlidae		1	1
	Planariidae		3	3
	Rhyacophilidae	2	1	1
	Simuliidae	4		
	Tabanidae	2		
		9	9	9
5	Baetidae	3		2
	Chironomidae	4		
	Glossosomatidae	3	1	1
	Heptageniidae	3	2	2
	Hydroptilidae	1		
	Limnephilidae	2		
	Limoniidae	2	1	1
	Perlodidae	2		2
	Polycentropodidae	2		2
	Psycodidae	2		
	Rhyacophilidae		1	1
	Tipulidae		1	1
		7	6	7
6	Baetidae	1		1
	Dytiscidae	3		
		3		3
7	Baetidae	1	1	1
	Chironomidae	2	1	1
	Dytiscidae	1		
	Elmidae		3	3
	Ephemerellidae		1	1
	Leptophlebiidae		1	1
	Leuctridae		1	1
	Limnephilidae	1		1
	Nemouridae		1	1
	Oligochaeta		1	1
	Perlodidae	1		1
	Simuliidae	2	1	1
		7	7	8
8	Baetidae	3	1	1
	Ceratopogonidae		1	1
	Dytiscidae	2		1
	Ephemerellidae	1		
	Heptageniidae	2		2
	Hydropsychidae	1	1	
	Leuctridae		3	3
	Planariidae		1	1
	Simuliidae	3		
		6	6	7
9	Baetidae	2	3	3
	Chironomidae	1	2	2
	Ephemerellidae	2		1
	Helodidae		1	1
	Heptageniidae	2		

<i>Reòfil</i>		<i>Estiu</i>	<i>Tardor</i>	<i>Primavera</i>
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>
	Hydropsychidae	1		1
	Hydroptilidae	1	1	
	Leuctridae		2	2
	Limoniidae	2	1	1
	Oligochaeta		1	1
	Perlidae	1		
	Perlodidae	3		
	Planariidae	3	2	2
	Planorbidae		1	1
	Rhyacophilidae	1		
	Simuliidae		1	1
	Tipulidae	1	1	1
		9	8	8
10	Baetidae	3	4	4
	Chironomidae	4	3	3
	Elmidae		1	
	Heptageniidae	2	1	1
	Hydrobiidae		1	1
	Hydropsychidae	2		1
	Hydroptilidae		1	
	Leuctridae		2	2
	Limnephilidae		1	1
	Planariidae	4	4	4
	Polycentropodidae	1		1
	Rhyacophilidae	1	3	3
	Stratiomyidae		1	
		6	8	7
11	Baetidae	3	1	1
	Caenidae		2	
	Ceratopogonidae	3		
	Chironomidae	4	1	1
	Dytiscidae		1	1
	Ecnomidae		1	
	Elmidae		1	
	Ephemerellidae	2		1
	Heptageniidae	2		1
	Hydrophilidae		1	1
	Hydropsychidae		1	1
	Hydroptilidae	3		
	Leuctridae		1	1
	Perlidae	2		
	Psychodidae		1	1
	Psychomyiidae	1		
	Rhyacophilidae	2		
	Simuliidae		1	1
		7	8	7
12	Baetidae	3	3	3
	Chironomidae		2	2
	Culicidae	1		
	Dytiscidae	1		1
	Ecnomidae		1	
	Ephemerellidae	3		
	Glossiphoniidae	1		
	Heptageniidae	3	2	2
	Hydropsychidae	2	2	2
	Hydroptilidae		1	1

<i>Reòfil</i>		<i>Estiu</i>	<i>Tardor</i>	<i>Primavera</i>
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>
	Limnephilidae		1	1
	Nemouridae		1	1
	Perlodidae	2	1	1
	Planariidae		3	3
	Rhyacophilidae		2	
	Simuliidae		1	1
		7	9	9
13	Aeschnidae	3		
	Baetidae	2	2	2
	Bythinellidae		1	1
	Ceratopogonidae		2	2
	Chironomidae	4	3	3
	Coenagrionidae	3	1	1
	Cordulegasteridae	1		1
	Dixidae		1	1
	Elmidae		1	1
	Ephemerellidae		1	1
	Gerridae	2		2
	Haliplidae	2		
	Hydrobiidae	1		1
	Hydrophilidae	2		2
	Hydroptilidae		1	1
	Limnephilidae	1		1
	Lymnaeidae	1		
	Nepidae	1		
	Platycnemididae	3		
	Psychomyiidae	1		1
	Siphonuridae	1		
	Sphaeridae	3		
		7	6	7
14	Baetidae	3		3
	Caenidae	2		2
	Chironomidae	2		2
	Ephemerellidae	2		
	Limoniidae	1		
	Oligochaeta	1		1
	Perlodidae	1		1
	Rhyacophilidae	1		1
	Tabanidae	1		
		7		7
15	Baetidae	3	2	2
	Ceratopogonidae	1	2	2
	Chironomidae	2	3	3
	Cordulegasteridae	1		
	Dugesiiidae	2		
	Ephemerellidae	2		2
	Gomphidae	1		1
	Helodidae	2	1	
	Hydrometridae	1		
	Hydropsychidae		1	1
	Leptophlebiidae	2	2	2
	Nemouridae		1	1
	Planariidae		2	2
	Rhyacophilidae		1	1
	Veliidae	1		
		6	7	7

<i>Reòfil</i>		<i>Estiu</i>	<i>Tardor</i>	<i>Primavera</i>
<i>Localitat</i>	<i>Tàxon</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>	<i>Abundància</i>
16	Baetidae	3	1	1
	Ceratopogonidae		1	1
	Chironomidae	3	1	1
	Dugesiidae	2		
	Ecnomidae		1	1
	Ephemerellidae	2		
	Gyrinidae		1	1
	Helodidae	2		
	Heptageniidae	1		
	Hidrotipulidae	2		
	Hydropsychidae	3	2	1
	Libellulidae	1		
	Limnephilidae	1		1
	Perlidae	1		1
	Perlodidae	2	1	2
	Planariidae	2	3	2
	Rhyacophilidae	2	1	2
	Simuliidae	3		
	Stratiomyidae	1		
	Tabanidae	1		
Tipulidae	2			
		10	7	9
17	Baetidae		3	3
	Ceratopogonidae		1	1
	Chironomidae		4	3
	Heptageniidae		1	1
	Leuctridae		1	2
	Limnephilidae		1	1
	Limoniidae		3	
	Nemouridae		1	1
	Oligochaeta		1	2
	Polycentropodidae		1	1
	Rhyacophilidae		1	1
	Tipulidae		1	
		8	7	

ANNEX 3

Percentatge de cadascun dels grups funcionals per punt de mostreig i per campanya

Localitat		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Estiu 2000	Brostejadors	25	9,5	0	9,8	10	0	0	0	13	34	10	9,7	13	0	0	12	5,3
	Depredadors	17	9,5	0	34	38	0	0	29	13	20	17	26	40	0	38	42	11
	Filtradors	17	9,5	0	9,8	0	0	10	7,1	6,3	2,9	14	16	0	0	6,3	7,7	5,3
	Recol·lectors	42	71	0	39	38	0	70	50	69	40	41	39	47	0	38	31	74
	Trituradors	0	0	0	7,3	14	0	20	14	0	2,9	17	9,7	0	0	19	7,7	5,3
Tardor 2000	Brostejadors	13	0	14	17	26	0	0	12	19	8,7	21	8,6	19	0	0	7,1	0
	Depredadors	29	20	27	17	3,7	50	10	12	19	30	28	26	42	20	39	26	0
	Filtradors	21	20	14	15	7,4	10	40	24	11	8,7	10	14	0	0	0	14	0
	Recol·lectors	37	60	45	51	63	40	50	53	52	52	41	46	39	80	50	45	0
	Trituradors	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,7	0	0	11	7,1	0
Primavera 2001	Brostejadors	17	15	12	15	18	0	0	15	0	8,7	17	13	28	0	0	0	5,9
	Depredadors	31	0	24	20	29	20	7,1	23	12	30	22	29	28	29	29	47	18
	Filtradors	21	20	12	15	12	0	7,1	15	12	8,7	17	13	0	0	5,9	16	5,9
	Recol·lectors	31	65	53	41	41	80	71	46	76	52	44	38	44	71	47	26	65
	Trituradors	0	0	0	9,8	0	0	14	0	0	0	0	8,3	0	0	18	11	5,9

ANNEX 4

Característiques fisicoquímiques dels punts de mostreig estudiats a l'estiu de 2000 i a la primavera de 2001

Localitat	Estiu 2000		Primavera 2001				
	pH	Conductivitat	Oxigen dissolt (mg × L ⁻¹)	% saturació d'oxigen	pH	Conductivitat	Temperatura
1	8,52	507	9,6	106,6	8,31	490	17,3
2	8,56	539	9,37	100	8,28	507	16,4
3	8,31	490,31	12,39	126	8,17	460	13,9
4	8,52	579	9,68	100,9	8,27	465	13,8
5	8,24	328	10,49	101,5	7,96	329	8,1
6	8,31	490,31	10,17	100	8,4	604	8,5
7	8,53	368	8,91	101,3	8,23	s.d.	12,9
8	8,4	404	9,73	101,8	8,44	307	10,4
9	8,29	874	9,88	99,82	8,17	555	s.d.
10	8,3	295	10,26	101,4	8,33	313	9,4
11	8,21	445	9,68	98,9	8,07	448	13,1
12	8,59	488	9,5	98,4	8,43	413	11,8
13	7,63	633	8,09	79,6	7,36	653	12,5
14	8,5	558	9,33	102,7	8,24	480	19,7
15	7,98	570	9,38	99,4	7,77	521	12,9
16	8,74	601	9,56	100,9	8,43	460	13,5
17	8,18	328	10,32	100,8	8,02	324	8,2