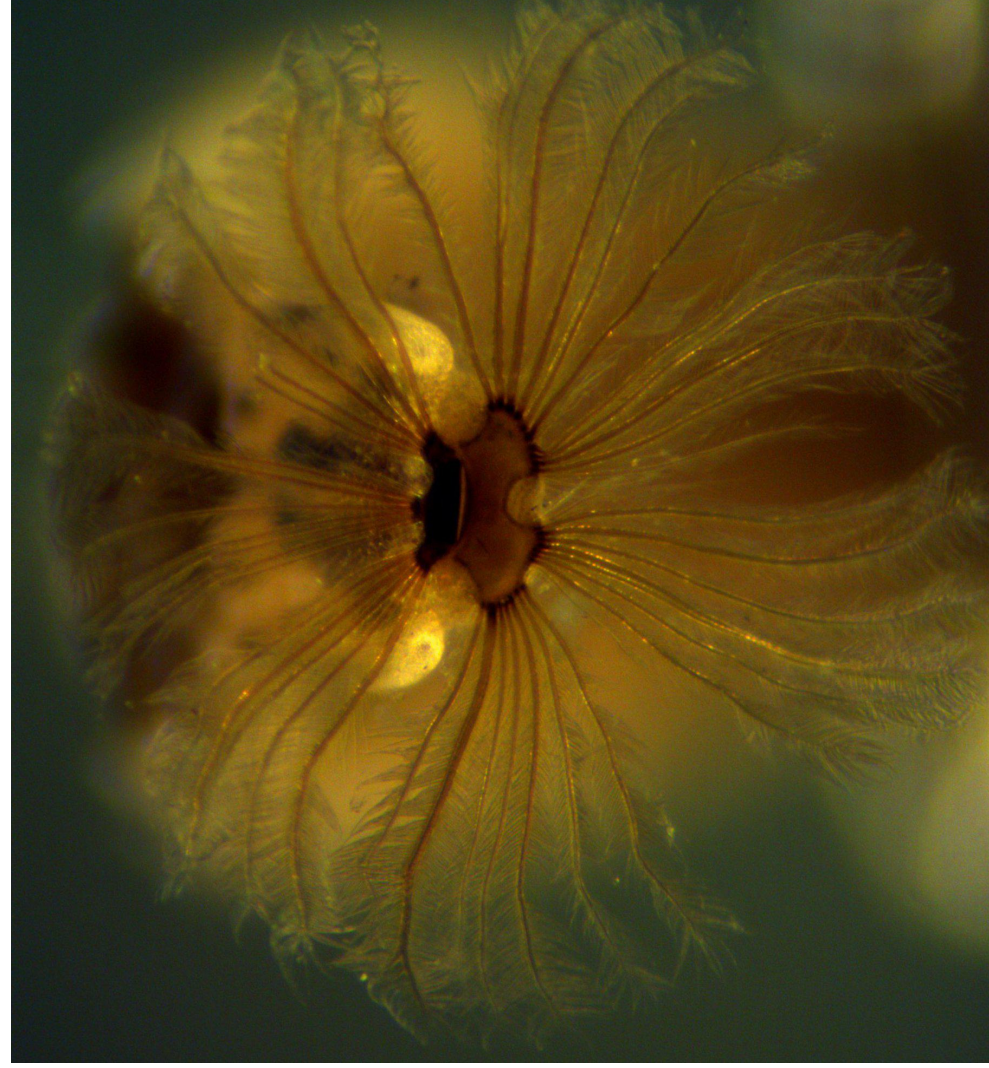


**Els macroinvertebrats aquàtics de la Garrotxa.
Llistat faunístic i consideracions sobre el seu
ús com a bioindicadors i sobre la seva
ecologia i distribució.**



Els invertebrats aquàtics de la Garrotxa. Llistat faunístic i consideracions sobre el seu ús com a bioindicadors i sobre la seva ecologia i distribució.

Estudi presentat per Romero Roig Martín sota la concessió de la beca Oriol de Bolòs de Ciències Naturals 2012.

Foto de portada: corona anal d'una larva d'Oxycera (Diptera, Stratiomyidae)

L'autoria de totes les fotografies d'aquest estudi i del catàleg fotogràfic de macroinvertebrats aquàtics corresponen a Romero Roig, excepte la Fig. 3 (Dreta, dalt), que correspon a Paula Fonollà.

Juliol 2014

A mi madre

Índex.

1. Agraïments	11
2. Introducció	15
3. Objectius	19
4. Metodologia	23
4.1 Àrea d'estudi	23
4.2 Mostreig	30
4.2.1 Mostreig de macroinvertebrats	30
4.2.2 Paràmetres fisicoquímics	32
4.2.3 Hidromorfologia i hàbitat fluvial	32
4.3 Determinació taxonòmica dels macroinvertebrats i índexs de qualitat biològica	34
4.4 Tractament de dades	37
5. Resultats i discussió	39
5.1 Llistat faunístic	39
5.1.1 Riquesa de macroinvertebrats dels cursos fluvials estudiats	50
5.1.2 Tàxons i comunitats amb especial interès	53
5.2 Estat ecològic dels cursos fluvials estudiats	58
5.2.1 Qualitat fisicoquímica	58
5.2.2 Qualitat hidromorfològica	61
5.2.3. Qualitat biològica	66
5.3 Influència de la activitat agrícola i ramadera en l'estat ecològic dels cursos d'aigua i la composició de les comunitats de macroinvertebrats	69
5.3.1 Influència sobre la qualitat fisicoquímica	69

5.3.2 Influència sobre la qualitat hidromorfològica.....	71
5.3.3 Influència sobre la qualitat biològica: Índexs de macroinvertebrats bentònics.....	74
5.3.4 Influència en la qualitat biològica: Avaluació d'una major resolució taxonòmica per a l'ús dels macroinvertebrats com a bioindicadors d'AAR de baixa intensitat.....	78
5.3.5 AAR i estat ecològic.....	80
5.4 Determinació dels trams fluvials de referència.....	81
5.5 Tendències en la composició faunística als cursos fluvials	84
 6. Conclusions.....	 91
 7. Catàleg fotogràfic.....	 97
 8. Bibliografia.....	 103
 Annexos.....	 113

1. Agraïments

Moltes persones han col·laborat desinteressadament en aquest treball, a les quals agraeixo sincerament la seva ajuda.

Tres persones en especial hi han posat molt d'esforç i hores de treball, donant a aquest treball un valor afegit significatiu. Mariàngels Puig (CEAB-CSIC) va identificar, amb posterioritat a les determinacions prèvies fetes per mi, les sèries senceres d'efemeròpters i plecòpters (Ephemeroptera i Plecoptera), a més d'aportar valuosa informació sobre la seva ecologia i distribució. Guillermo de Mendoza (CEAB-CSIC) va determinar les exúvies de quironòmids (Chironomidae), a més d'introduir-me en aquest món, de participar en alguns dels mostreigs i donar importants consells i suggeriments quant al tractament de dades, bibliografia i redacció del treball, a més de compartir bons moments. Mariano Larraz (Universidad de Navarra), va determinar diverses mostres de Mol·luscs (Gastropoda i Bivalvia), aportant informació relativa a la seva ecologia, biologia i distribució. A tots tres, moltíssimes gràcies pel seu inestimable esforç i generositat.

Un especial agraïment també a Mònica Martinoy (Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i del Baix Ter), avesada coleopteròlega, que va determinar alguns exemplars d'Hydraenidae i Dytiscidae, a més de resoldre alguns dubtes.

Diverses especialistes com Núria Bonada (Universitat de Barcelona - Trichoptera), Andrés Millán (Universidad de Murcia - Heteroptera), Rüdiger Wagner (Kassel Universität – Psychodidae), Mike Lockwood (ICHN Garrotxa/Grup Oxygastra – Odonata), Ton Van Haaren (Grontmij Group - Stratiomyidae), Manuel Portillo (Universidad de Salamanca - Tabanidae) i Javier Alba-Tercedor (Universidad de Granada - Ephemeroptera) van aclarir diversos dubtes en les determinacions de diversos gèneres i espècies dels tàxons esmentats a través d'imatges digitals i/o van aportar valuosos consells, informació i bibliografia.

Gràcies al Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter (Marc Ordeix i companyia), per col·laborar amb aquest estudi cedint generosament les sondes de paràmetres fisicoquímics i el correntòmetre en plena campanya de mostreig.

Gràcies al consorci SIGMA d'Olot per col·laborar amb aquest estudi fent les mesures de nitrats, sulfats, clorurs i fluorurs de les mostres d'aigua. Gràcies en especial a Isabel Presta per encarregar-se'n i aclarir dubtes metodològiques i al David Llongarriu per la seva bona predisposició.

Gràcies també a Paula Fonollà, que va col·laborar en la determinació de l'àrea d'estudi i en alguns dels mostreigs, i em va donar un suport inestimable en moments importants.

Gràcies a Montserrat Grabolosa del centre de documentació del PNZVG per aconseguir-me diversa bibliografia.

Gràcies a David Xabier Soto, Emili Bassols i Guillermo de Mendoza per revisar el manuscrit inicial i aportar-hi valuosos comentaris i suggeriments.

Gràcies a Jaume Heras, de l'oficina comarcal de la Garrotxa del DAAM, per la informació i consells sobre els usos agrícoles a la comarca i l'ús i interpretació del programa SIGPAC.

Gràcies a Rafael Carbonell, per compartir dubtes sobre la identificació de tricòpters i dípters, per donar-me informació i bons consells sobre la pràctica de l'entomologia i per col·laborar en la determinació de l'àrea d'estudi i el mostreig a la riera de Rajolins.

Gràcies a Jordi Zapata i Laura Baldrich, del Museu dels Volcans, per donar-me informació sobre la climatologia de la Garrotxa i tramitar la pròrroga de la beca.

Gràcies a tots aquells que d'alguna manera o altra han col·laborat en aquest estudi i que ara, *por mi mala cabeza*, no puc recordar...

Finalment, vull agrair a l'Ajuntament d'Olot l'oportunitat que m'ha donat per desenvolupar aquest treball a través de la beca Oriol de Bolòs de Ciències Naturals. D'altra manera, senzillament, no hagués estat possible.

2. Introducció.

Són escasses les publicacions adreçades a l'estudi de la fauna aquàtica invertebrada a la comarca de la Garrotxa. Deixant de banda les cites incloses a catàlegs no específics d'ecosistemes aquàtics (Altaba 1995; Nebot 1993, 1995, 1998, 2006) s'han fet destacables esforços sobre grups concrets, com els odonats (Lockwood & Oliver 2007), culícids (Martinoy et al. 1995), o el cranc de riu autòcton (Torres & Macias 2013). Existeixen també diversos informes en format inèdit sobre l'estat de conservació d'espècies amenaçades, com el citat cranc autòcton o la nàiade (*Unio elongatulus* spp *aleroni*). Existeixen també treballs que, cobrint àrees d'estudi més àmplies, inclouen dades sobre macroinvertebrats aquàtics de la Garrotxa (Bonada 2008). Tot plegat fa difícil la tasca d'unificar aquesta informació.

El primer treball a la Garrotxa que presenta un estudi dels macroinvertebrats bentònics a nivell de comunitat es el iniciat per Baserba (1993) i continuat per Novelles & Baserba (1999), tots dos centrats en l'avaluació de l'estat ecològic dels rius i rieres del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG) durant el període 1993-1998. Amb posterioritat, des del consorci SIGMA s'han continuat realitzant seguiments anuals de la conca del Fluvià fent servir macroinvertebrats bentònics com a bioindicadors. Cap d'aquest treballs, però, assoleix una resolució taxonòmica mes enllà de la requerida pels calcular els índexs de qualitat biològica utilitzats, és a dir, fins família en la majoria dels casos. Boix et al. (2004) realitzen el primer inventari faunístic dels invertebrats d'una comunitat aquàtica, als ambients lenítics dels estanys d'en Jordà. En aquest treball es determinen la totalitat dels tàxons trobats als mostrejos, molts d'ells a nivell d'espècie.

Així doncs, cap estudi desenvolupat a la Garrotxa s'ha adreçat a inventariar exhaustivament les espècies presents a les comunitats d'invertebrats aquàtics en ambients reòfils (rius i rieres) a una resolució taxonòmica més precisa que a nivell de família, tret de múltiples cites aïllades. Encara existeix, doncs, desconeixement de la diversitat d'aquestes comunitats. El fet de centrar aquest estudi en trams amb un baix grau d'alteració permet augmentar les possibilitats de inventariar una major riquesa de tàxons.

Pel que fa a l'estudi de l'estat ecològic del rius i rieres de la Garrotxa, s'ha de tenir en compte que aquest s'ha desenvolupat sota l'àmbit de la Directiva Marc de l'Aigua (UE 2000/60/CE), que té com a principal objectiu millorar l'estat de conservació dels ecosistemes aquàtics afectats per impactes derivats de l'activitat humana. Això ha fet que els treballs esmentats hagin prioritzat l'estudi de trams fluvials sotmesos a impactes de tipus urbà o industrial. Així, la majoria dels punts de mostreig de la xarxa de seguiment d'estat ecològic (91%) s'ubiquen aigües avall de punts d'abocament d'estacions depuradores, abocaments industrials, zones urbanes o amb intensa activitat agrícola i ramadera (dades SIGMA, IMPRESS). Només el 9% restant representa els trams de referència (aquells amb un grau elevat de naturalitat i amb una influència antròpica nul·la o molt baixa) i la seva freqüència de mostreig sol ser més baixa (cada cinc anys). És a dir, els trams de rius i rieres poc o gens alterats no han estat prioritzats als seguiments d'estat ecològic desenvolupats a la Garrotxa.

Tot plegat fa necessària una caracterització ecològica més acurada de l'estat ecològic de referència i dels rius i rieres sotmesos a impactes de baixa intensitat de la Garrotxa. En aquest sentit, una major resolució taxonòmica en la determinació de les comunitats pot ser un avantatge per a aquesta tasca. Igualment, és interessant fer una avaluació del poder predictiu dels diferents índexs de qualitat biològica en rius i rieres de referència o sotmesos a un impacte de baixa intensitat, ja que normalment s'apliquen per detectar alteracions a partir d'una pressió d'impacte significativa.

Finalment, s'ha de tenir en compte que la Garrotxa presenta unes condicions biogeogràfiques molt peculiars, on es dona la coexistència en poc espai de zones amb uns règims de temperatura-precipitació, orientació i altitud molt diferents, fet que genera una gran potencialitat d'acollir comunitats de macroinvertebrats molt diverses. En aquest sentit, resulta interessant estudiar els possibles canvis d'aquestes comunitats en funció de la variabilitat ambiental. El fet de centrar aquest estudi en zones amb un alt grau de naturalitat contribueix a reduir la influència de l'activitat humana sobre les comunitats i entendre així millor el seu comportament en condicions naturals.

3. Objectius

A) Relatius a la diversitat faunística de macroinvertebrats bentònics de la Garrotxa:

- **Elaborar un llistat faunístic dels macroinvertebrats aquàtics dels rius i rieres de la Garrotxa.**

Es presenta un llistat faunístic a partir de les mostres de macroinvertebrats recollides a l'àrea d'estudi i la seva determinació taxonòmica. El disseny de mostreig inclou una àmplia varietat d'ambients, prioritzant cursos d'aigua amb un baix grau d'alteració per tal de recollir una diversitat màxima dels diferents tàxons existents.

- **Detectar tàxons i comunitats d'especial interès.**

Es para especial atenció als tàxons poc freqüents, en regressió, amenaçats, introduïts o no citats anteriorment a l'àrea d'estudi. En aquest sentit, el disseny d'un mostreig que prioritza trams de capçalera i una baixa pressió antròpica augmenta les possibilitats de trobar espècies d'interès.

També es valoren les comunitats que tinguin alguna peculiaritat per la seva composició o riquesa.

- **Elaborar un catàleg fotogràfic digital de les principals famílies de macroinvertebrats aquàtics de la Garrotxa**

S'inclou un catàleg digital amb interès científic i divulgatiu amb microfotografies de les principals famílies i altres tàxons trobats a aquest estudi, amb detalls útils per a la seva identificació.

B) Relatius a l'ús com a bioindicadors i a l'ecologia i distribució dels macroinvertebrats bentònics de la Garrotxa:

- **Estimar els possibles efectes dels usos agrícoles i ramaders de baixa intensitat sobre l'estat ecològic dels cursos fluvials estudiats.**

Es comparen trams no sotmesos a cap activitat humana (ús forestal) amb trams en què es desenvolupa activitat agrícola-ramadera a la seva conca de drenatge, per tal d'estimar possibles efectes sobre la qualitat biològica, fisicoquímica, hidromorfològica o la composició de les comunitats de macroinvertebrats.

Així, també s'estima el llindar d'intensitat d'aquest tipus d'activitat a partir del qual es comencen a observar canvis en l'estat ecològic dels cursos fluvials, si és el cas.

- **Avaluar l'ús dels índexs de qualitat biològica i determinats grups d'invertebrats com a bioindicadors d'impactes de baixa intensitat.**

S'estudien les diferències entre els diferents índexs de qualitat biològica seguint un gradient d'intensitat agrícola i ramadera per tal d'estimar la seva aplicabilitat en condicions de baixa intensitat d'impacte, així com la sensibilitat de determinats grups de macroinvertebrats sota aquestes condicions.

- **Caracteritzar els ambients fluvials de referència a la Garrotxa.**

A efectes ecològics, s'entén per estat de referència aquell amb un grau màxim de naturalitat i que no pateix impactes susceptibles de generar alteracions a l'ecosistema. Tenint en compte la composició i diversitat de les comunitats de macroinvertebrats i les característiques fisicoquímiques, hidromorfològiques i de la conca, s'estableix un perfil òptim de referència dels cursos fluvials de la Garrotxa per poder avaluar més acuradament els impactes ocorreguts a altres trams fluvials.

- **Estudiar les relacions entre les comunitats de macroinvertebrats i les condicions ambientals.**

S'avaluen els canvis en la riquesa i composició de les comunitats que estiguin relacionats amb les condicions ambientals o altres factors, per tal d'identificar patrons ecològics i biogeogràfics als cursos fluvials de la comarca.

4. Metodologia

4.1 Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi inclou 29 punts de mostreig a diferents cursos fluvials de la comarca de la Garrotxa (Fig. 1, Taula 1). D'aquests, 20 corresponen a parelles de punts d'una mateixa subconca on s'ha desenvolupat un mostreig estandarditzat de macroinvertebrats i s'han mesurat diferents variables ambientals (físicoquímiques, hidromorfològiques, pròpies de la conca de drenatge i d'activitat humana a la conca de drenatge). Als 9 restants s'han realitzat mostreigs no estandarditzats de macroinvertebrats, amb diferents esforços de mostreig i no s'ha mesurat cap variable ambiental. La finalitat d'incloure aquests 9 punts és exclusivament completar el llistat faunístic i conseqüentment s'han exclòs dels anàlisis estadístics posteriors. D'ara endavant anomenarem a aquests 'punts de mostreig complementaris' i no ens referirem a ells si no s'indica el contrari.

L'àrea d'estudi cobreix 10 trams fluvials pertanyents a una mateixa subconca. A cada tram fluvial, s'han mostrejat dos punts:

Els punts 1 s'han considerat punts control i estan ubicats en zones on l'ús humà a la seva conca de drenatge és exclusivament forestal o de pastura arbrada (< 1% de la superfície destinada a usos agrícoles i ramaders). Es considera que l'ús forestal és equivalent al de pastura arbrada.

Els punts 2 estan situats aigües avall i a la seva conca de drenatge es desenvolupa activitat agrícola i ramadera (AAR d'ara endavant). El disseny de l'àrea d'estudi segueix un gradient dels punts 2 quant a la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR (Taula 2). Aquest gradient abasta un mínim del 3,92% (21,3 Ha) al punt Br2 (riu Brugent) fins a un màxim del 29,5% (665,3 Ha) al punt FI2 (riu Fluvià). El punt Ca2 (riera de Ca n'Illa) rep el tractament d'un punt control per tal de estimar la influència de la posició relativa envers el punt control.

La totalitat de la conca de drenatge de tots els punts de mostreig no està destinada en cap cas a usos urbans o industrials. Així, queden exclosos de l'àrea d'estudi possibles impactes derivats d'aquests usos. Els usos agrícoles i ramaders desenvolupats a la conca de drenatge dels punts 2 són diversos, amb dominància de cultius convencionals de

gramínies (blat de moro, blat, ordi, *rygrass*) o colze, i pastures de ramat boví i en algun cas poc freqüent oví. En tots els casos es dona una coexistència d'usos, tant agrícoles com ramaders, a les conques de drenatge dels punts 2.

Prèviament al disseny de l'àrea d'estudi es va dur a terme una avaluació de diversos cursos fluvials de la Garrotxa i així determinar la seva idoneïtat per a l'estudi. Els principals criteris per a la seva selecció van ser els següents:

- Absència o superfície inferior a l'1% d'AAR a la conca de drenatge dels punts control.
- Manteniment d'un cabal mínim (es van excloure el trams sense aigües corrents o amb poc cabal).
- Intermitència mínima del cabal (es van excloure aquells punts eixuts un mes abans dels mostrejos).
- Grandària mínima de la conca de drenatge (es van excloure les conques més petites).
- Absència d'activitat urbana o industrial a la conca de drenatge de tots els punts.
- Proporció de la superfície destinada a AAR a la conca de drenatge dels punts 2, per tal d'abastar un gradient creixent quant a la intensitat agrícola i ramadera a la conca.
- Similitud màxima de les característiques hidromorfològiques i proximitat entre les parelles de punts 1 i 2.
- Accessibilitat.

La selecció final dels punts de mostreig va ser el resultat de les combinacions òptimes d'aquests criteris.

Els usos del sòl a l'àrea d'estudi i la seva superfície van ser determinats a través del visor d'informació geogràfica del MARM (SIGPAC, dades actualitzades al desembre de 2012). Les àrees de les conques de drenatge de les estacions de mostreig van ser mesurades mitjançant software de sistemes d'informació geogràfica (*ArcMap 10*), fent servir ortocapes topogràfiques (ICC), que també van ser utilitzades per elaborar els mapes d'aquest estudi, així com ortocapes fotogràfiques.

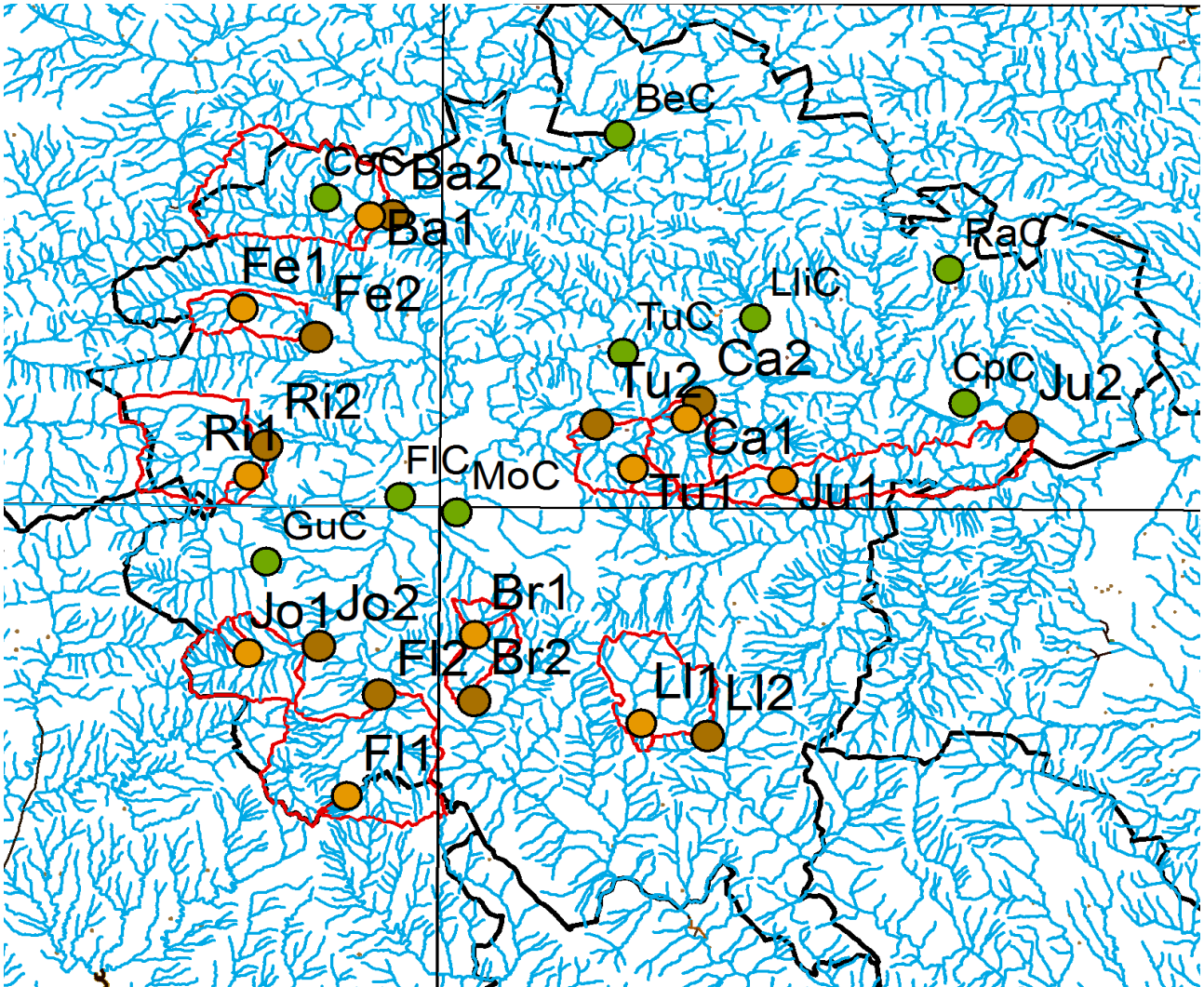


Fig. 1A. Àrea d'estudi. Les línies vermelles representen els límits de la conca de drenatge de les parelles de punts 1 (control, marró clar) i punts 2 (aigües avall, marró fosc). Els punts verds representen els punts de mostreig complementaris.

A les pàgines següents es representen les ortoimatges ampliades (no escalades) de les parelles de punts dels cursos fluvials de la conca del Ter (B), Suroest de la conca del Fluvià (C), Noroest de la conca del Fluvià (D) i Est de la conca del Fluvià (E)

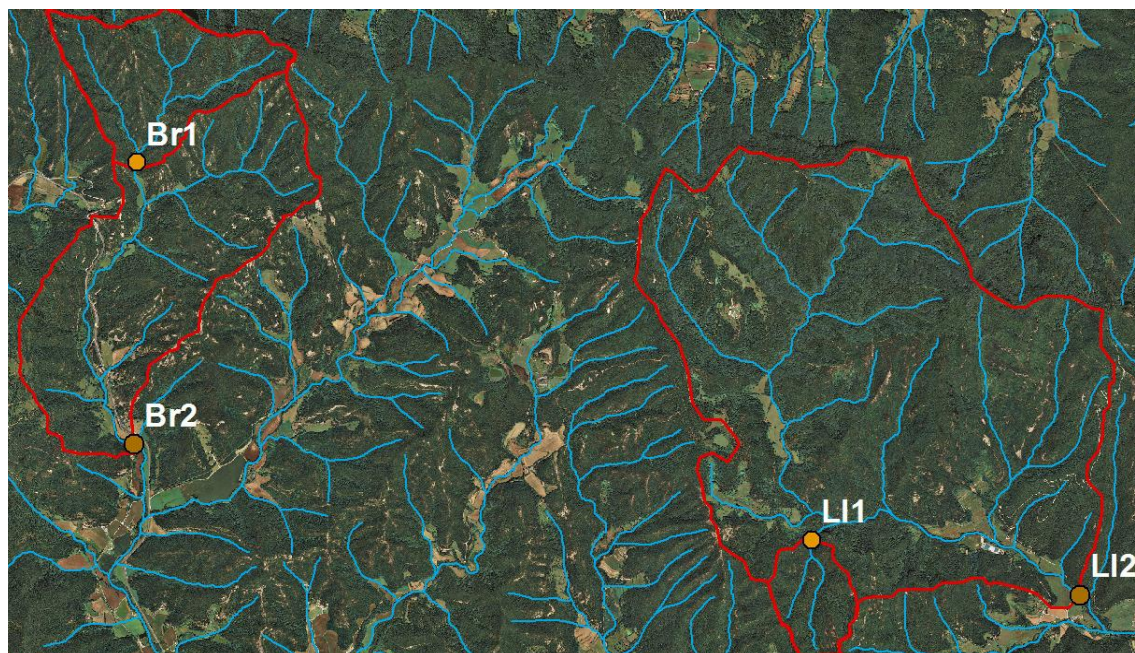


Fig. 1B. Punts de mostreig i les seves conques de drenatge a la conca del Ter.

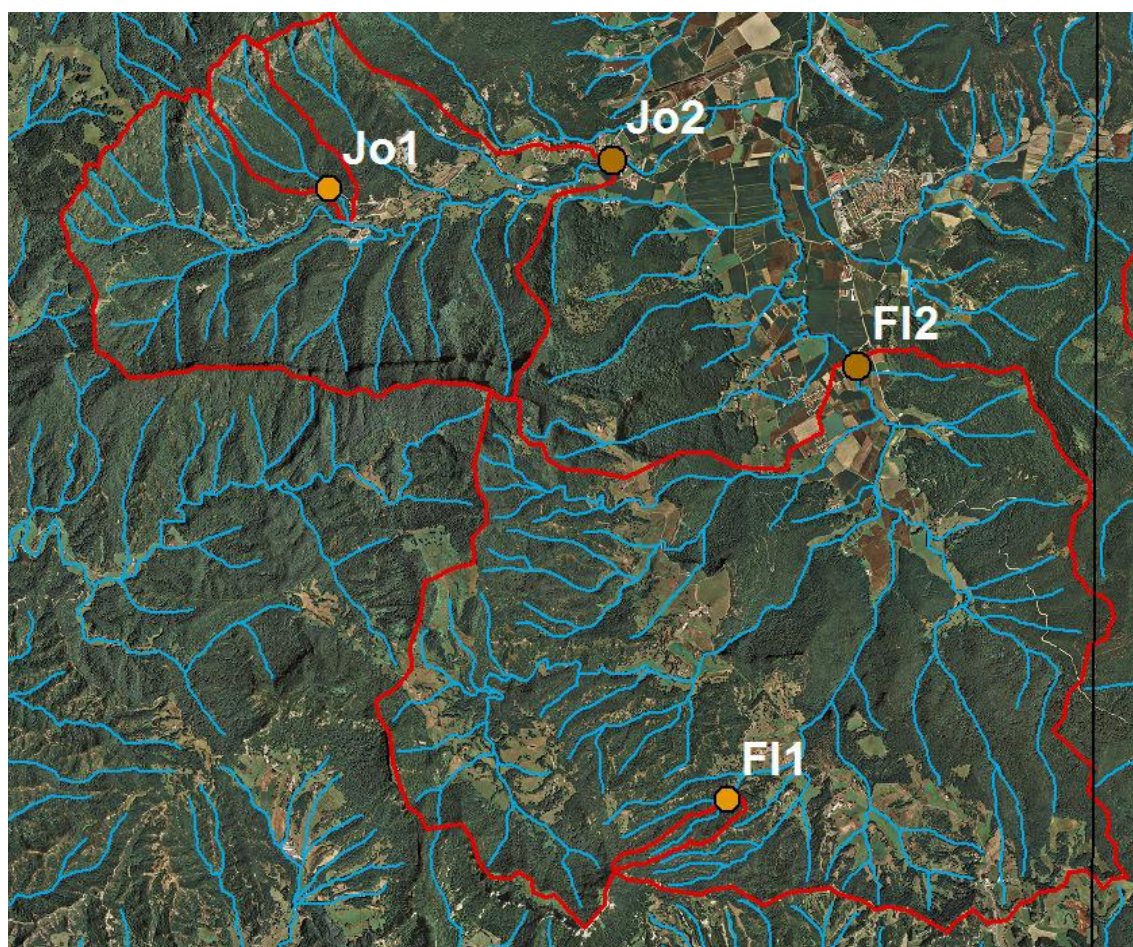


Fig. 1D. Punts de mostreig i les seves conques de drenatge a la conca del Fluvià (SO).

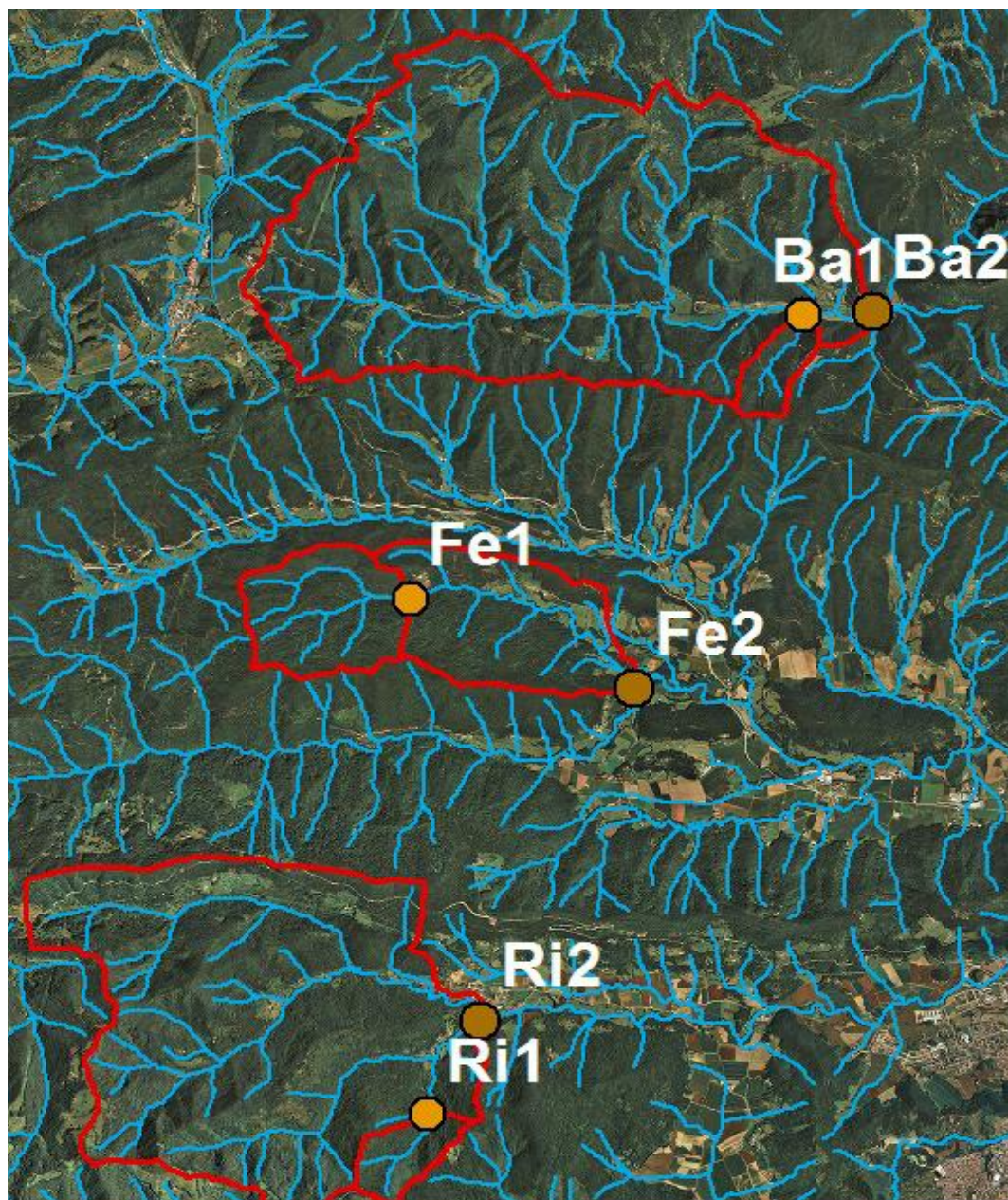


Fig. 1C. Punts de mostreig i les seves conques de drenatge a la conca del Fluvià (NO).

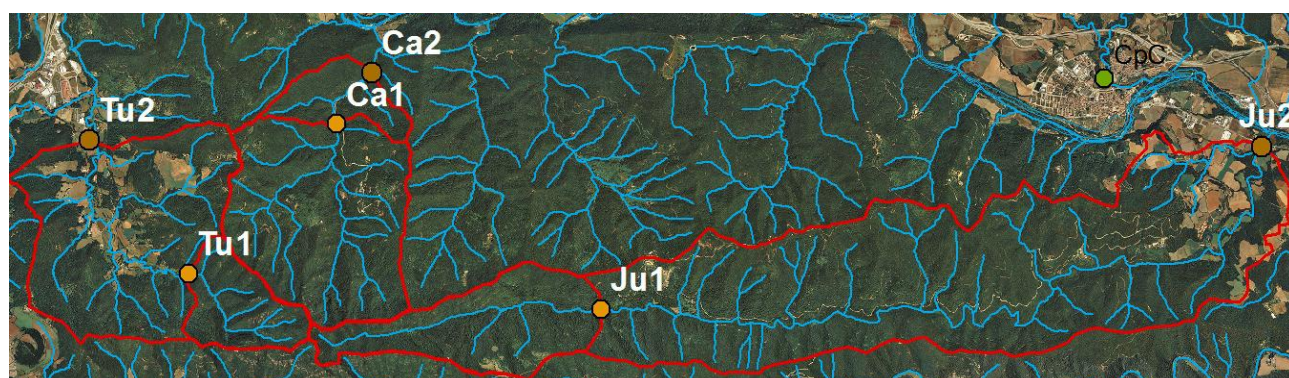


Fig. 1E. Punts de mostreig i les seves conques de drenatge a la conca del Fluvià (E).

Taula 1. Relació dels punts de mostreig. 1 = punt control; 2 = punt aigües avall; C = punt complementari.

Codi	Massa D'aigua	Conca	Municipi	Paratge	msnm (m)	UTM ETRS89 31T	
						X	Y
LI1	Rec Monissol	Ter	Sant Esteve de Llémena	Amunt font Socals	637	463894	4660480
LI2	Riu Llémena	Ter	Sant Esteve de Llémena	Pla de Can Tura	397	466164	4660006
Br1	Torrent de Marboleny	Ter	Sant Feliu de Pallerols	Amunt Camp de Marboleny	590	458170	4663726
Br2	Riu Brugent	Ter	Sant Feliu de Pallerols	Sant Miquel de Pineda	512	458147	4661303
FI1	Pujolriu/Cabanyes	Fluvià	Falgars	Font Cabanyes	888	453801	4657812
FI2	Riu Fluvià	Fluvià	Hostalets	Cruïlla camp futbol	487	454904	4661537
Jo1	Rec Capdevila	Fluvià	Joanetes	Cruïlla ctra. vella Bracons	714	450418	4663055
Jo2	Riera Joanetes	Fluvià	Joanetes	Cal Ferrés	518	452827	4663303
Ri1	Torrent font del Joan	Fluvià	Riudaura	Planamulla	675	450444	4669566
Ri2	Riu Riudaura	Fluvià	Riudaura	Sota el pont del Molinot	590	451027	4670678
Fe1	Riera del Ferró	Fluvià	Vall de Bianya	Sota les Clotes	485	450238	4675701
Fe2	Riera del Ferró	Fluvià	Vall de Bianya	Sant Martí de Solamal	399	452728	4674631
Ba1	Torrent Garringot	Fluvià	Vall de Bianya	Abans desembocadura	588	454603	4679074
Ba2	Riera Vall de Bac	Fluvià	Vall de Bianya	Cal Ferrer-Hostal	571	455364	4679105
Tu1	Riu Turonell	Fluvià	Sant Joan les Fonts	Can Xicó	443	463606	4669807
Tu2	Riu Turonell	Fluvià	Sant Joan les Fonts	Pont del Cossei	395	462374	4671449
Ju1	Riu Junyell	Fluvià	Junyà	Can Gussinyet	346	468725	4669371
Ju2	Riu Junyell	Fluvià	Junyà	Sota Pont ctra. Banyoles	119	476912	4671369
Ca1	Riera Ca n'Illa	Fluvià	Sant Jaume de Llierca	Inici pista a Canemàs	258	465444	4671648
Ca2	Riera Ca n'Illa	Fluvià	Sant Jaume de Llierca	Sota Canemàs	219	465878	4672276
Be-C	Riera de Beget	Fluvià	Montagut	Amunt Grau d'Escales	-	462879	4682535
Co-C	Torrent de la Coma	Fluvià	Vall de Bianya	Torrent de la Coma/Porreres	-	453131	4679735
Cp-C	Riera de Capellades	Fluvià	Besalú	Sota Camp de l'Era	-	474975	4672436
FI-C	Riu Fluvià	Fluvià	Olot	Molí d'en Collell	-	455635	4668794
Gu-C	Riu Gum	Fluvià	Sant Privat	Can Santigosa	-	451045	4666392
LI-C	Riu Llierca	Fluvià	Tortellà	Pont ctra. Montagut-Tortellà	-	467825	4675327
Mo-C	Font Moixina	Fluvià	Olot	Font de la Deu	-	457567	4668216
Ra-C	Riera de Rajolins	Fluvià	Beuda	Font de Rajolins	-	474465	4677099
Tu-C	Riu Turonell	Fluvià	Castellfollit de la Roca	Pont Medieval	-	463278	4674066

Taula 2. Activitats humanes a l'àrea de la conca de drenatge i variables pròpies de la conca de drenatge dels punts de mostreig. *FO* = Forestal; *PA* = Pastura Arbrada (es considera bosc); *PR* = Pastura Arbustiva; *PS* = Pastius; *TA* = Terra Arable (conreus); *ACD* = Àrea de la Conca de Drenatge; *ACD AAR* = Àrea de la Conca de Drenatge destinada a Activitat Agrícola i Ramadera.

Codi	Usos conca	Régim Protecció	ACD (Ha)	ACD AAR (Ha)	% ACD AAR	Pendent (%)
LI1	PA	PNZVG	54,18	0	0	14,8
LI2	FO-PA-PR-PS-TA	-	1165,57	65,58	5,63	6,1
Br1	FO	PNZVG	155,42	0	0	3,0
Br2	FO-PA-PR-PS-TA	PNZVG	542,8	21,28	3,92	0,0
FI1	FO-PA	PEIN Collsacabra	20,19	0	0	16,7
FI2	FO-PA-PR-PS-TA	-	2255,22	665,26	29,5	0,7
Jo1	FO-PA	PEIN SMSM/PB	88,4	0	0	23,5
Jo2	FO-PA-PR-PS-TA	-	980,55	97,57	9,95	3,6
Ri1	FO-PA	-	75,29	0	0	6,8
Ri2	FO-PA-PR-PS-TA	-	1554,26	87,9	5,66	6,8
Fe1	FO	-	231,26	0	0	3,5
Fe2	FO-PA-PR-PS-TA	-	582,8	47,42	8,14	1,7
Ba1	FO-PA	PEIN Alta Garrotxa	62,5	0,33	0,53	3,6
Ba2	FO-PA-PR-PS-TA	PEIN Alta Garrotxa	2089,06	207,75	9,94	1,3
Tu1	FO-PA	PNZVG	135,81	0	0	4,4
Tu2	FO-PA-PR-PS-TA	PNZVG	677,08	109,41	16,16	1,0
Ju1	FO-PA	-	281,14	4,94	0,29	2,5
Ju2	FO-PA-PR-PS-TA	-	1704,59	150,26	8,81	0,0
Ca1	FO-PA	-	488,26	0,87	0,18	2,0
Ca2	FO-PA	-	584,25	0,87	0,15	2,0

4.2 Mostreig

El mostreig dels trams d'estudi es va dur a terme durant la primavera de 2013 (entre el 20 d'Abril i el 12 de Maig) ja que és en aquest període quan sol trobar-se la major diversitat de macroinvertebrats als rius mediterranis (ACA 2006a).

Sempre es van desenvolupar els mostrejos com a mínim un mes després d'episodis de grans crescudes (5 de Març) i d'episodis de sequera, quan algunes de les lleres es van assecar (hivern). Igualment, sempre es va deixar un temps mínim entre mostrejos de 9 dies des d'episodis de pluges de certa intensitat. D'aquesta manera es va evitar una possible alteració de les comunitats de macroinvertebrats per efecte d'arrossegament per excés de cabal o per una recolonització incompleta de les comunitats degut a l'assecamment de la llera.

A cada estació de mostreig es van determinar les coordenades geogràfiques, alçada i pendent del tram d'estudi amb un dispositiu GPS *GARMIN* model 62s.

El mostreig dels punts complementaris es va realitzar més tard, entre el 5 de Juny i el 18 de Juliol de 2013. Aquests mostrejos complementaris no van seguir cap metodologia estandarditzada, si no que van consistir en la col·lecció d'exemplars amb diferents intensitats de mostreig aprofitant visites casuais a indrets potencialment diversos.

4.2.1 Mostreig de macroinvertebrats bentònics

Les mostres de macroinvertebrats bentònics es van recollir seguint el protocol de mostreig qualitatiu descrit per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA 2006a) per a l'avaluació de la qualitat biològica dels cursos fluvials de les conques catalanes. A cada estació, es va mostrejar un tram de longitud igual a 20 cops l'amplada del riu o riera.

La recollida de les mostres es va realitzar amb una xarxa de mostreig de 500 µm de llum, amb la tècnica de "kicking" (Fig. 2), consistent en remoure el substrat amb els peus contracorrent situant la xarxa de manera que els individus arrossegats per la corrent hi quedin atrapats. Als trams sense corrent, es mou la xarxa per tal de recollir el material i els individus que queden suspesos després de remoure el substrat. A les zones amb vegetació (plantes aquàtiques, vegetació i arrels submergides de la riba) es va passar la

xarxa de baix a dalt.



Fig. 2. Mostreig de macroinvertebrats bentònics (Esquerra). Detall de la mostra bruta (Dreta, dalt). Detall de la mostra neta preseleccionada al camp (Dreta, baix).

A cada punt es va dedicar un temps de mostreig de macroinvertebrats d'uns 20 minuts. Es va repartir l'esforç de mostreig proporcionalment a la cobertura al tram mostrejat de cadascú dels diferents microhàbitats (còdols, graves, sorra, fang, vegetació aquàtica, fullaraca i vegetació submergida de la riba) i règims de velocitat (reòfils i lenífics). D'aquesta manera es va recollir una mostra integrada de tots aquests ambients (mostra multi-hàbitat), representativa de la diversitat de cada estació de mostreig. La mostra resultant es va buidar en safates (Fig. 2) i es van preseleccionar *in situ* el major nombre d'individus diferents possible, que es van recollir en pots amb etanol al 70% (mostra neta). La resta de la mostra, consistent en una massa resultant dels diferents materials de la llera (fang, sorra, graves, fullaraca...) es va guardar en pots amb etanol al 70% (mostra bruta) amb la finalitat de processar la mostra al laboratori i acabar de classificar la totalitat dels macroinvertebrats presents.

Quan va ser possible, es van recollir fora de l'aigua individus adults de determinats grups d'insectes (Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).

4.2.2 Paràmetres fisicoquímics

A cada punt de mostreig es van prendre dades *in situ* (Fig. 3) dels següents paràmetres fisicoquímics:

- pH, amb un pHmetre X5 model *pH 6*
- Conductivitat, amb un conductímetre X5 model *COND 6*
- Oxigen dissolt, amb una sonda oximètrica YSI model *Pro 20*
- Temperatura de l'aigua i de l'aire, amb la sonda de temperatura incorporada a l'oxímetre.

Les sondes per mesurar aquests paràmetres van ser generosament cedides per a aquest estudi pel Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter.

També es van prendre mostres d'aigua a cada punt de mostreig per tal de determinar el següents paràmetres químics:

- NO_3^- (Nitrats)
- SO_4^{2-} (Sulfats)
- F^- (Fluorurs)
- Cl^- (Clorurs)

Les mostres d'aigua es van recollir en pots de polipropilè de 100 ml i es van eixugar diversos cops a l'aigua del punt de mostreig abans d'agafar la mostra. Aquests paràmetres van ser mesurats *ex situ* per cromatografia iònica al laboratori del Consorci SIGMA d'Olot, que amablement va oferir la seva col·laboració a aquest estudi.

Els casos en què les concentracions de les mostres van ser inferiors al límit de detecció es va considerar la seva concentració per als anàlisis estadístics com 0,5 cops el límit de detecció.

4.2.3 Hidromorfologia i hàbitat fluvial

A cada tram mostrejat es va calcular el cabal superficial d'aigua (Fig. 3), a través de les mesures de la velocitat de l'aigua i amplada i fondària mitjana de la llera, amb un correntòmetre model *FP101* de *Global Water*, generosament cedit per a aquest estudi pel

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter.

A cada estació de mostreig es van prendre dades de les característiques hidromorfològiques de la llera i de la diversitat i heterogeneïtat de microhàbitats (Fig. 3) a partir del càlcul de les diferents mètriques incloses al protocol IHF (Índex d'Hàbitat Fluvial, Pardo et al. 2002, ACA 2006b, Annex I). Aquestes inclouen aspectes físics del llit com són els règims de velocitat i fondària, el grau de sedimentació, el grau d'insolació, la diversitat i representativitat de diferents substrats i elements d'heterogeneïtat que poden incrementar la diversitat d'hàbitat físic o fonts d'aliment (tant d'origen al·lòcton com productors primaris). Aquest índex, en representar la potencialitat del tram per acollir organismes amb diferents requeriments d'hàbitat, es relaciona positivament amb la diversitat de famílies de macroinvertebrats bentònics (Pardo et al. 2002). Es va calcular tant el valor final de l'índex, com diferents mètriques que el componen en forma de percentatge sobre el valor més alt possible. Així, les mesures obtingudes van ser: IHF (índex d'hàbitat fluvial), heterogeneïtat del substrat, altres elements d'heterogeneïtat, diversitat i dominància de grups vegetals i combinació de règims de velocitat i fondària.

A cada tram d'estudi, es van prendre dades relacionades amb la qualitat, cobertura i estructura del bosc de ribera (Fig. 3) seguint el protocol QBR (Qualitat del Bosc de Ribera; Munné et al. 1998, 2003; Annex II). Aquest índex relacionat amb la qualitat hidromorfològica dels cursos fluvials, avalua el grau de cobertura del bosc de ribera, la seva connectivitat amb ecosistemes adjacents, l'estructura de la comunitat vegetal tant a la ribera com a la riba, la continuïtat longitudinal al llarg del tram i la naturalitat i presència d'alteracions a la ribera. Aquests factors poden tenir influència en la hidromorfologia, la química de l'aigua i, directa o indirectament, en la composició faunística de les comunitats fluvials (Allan & Castillo 2007).

Es va calcular tant el valor final de l'índex, com diferents mètriques que el componen en forma de percentatge sobre el valor més alt possible. Així, les mesures obtingudes van ser: QBR, grau de cobertura del bosc a la ribera, grau de connectivitat amb l'ecosistema adjacent, grau de recobriment de vegetació a la riba i presència o no de sotabosc.



Fig. 3. Mesura del cabal al riu Ridaura (Esquerra). Presa de dades d'hàbitat fluvial i qualitat del bosc de ribera (Dreta, dalt). Sondes d'oxigen, pH i conductivitat (Dreta, baix).

4.3 Determinació taxonòmica dels macroinvertebrats i índexs de qualitat biològica

Es va dur a terme al laboratori una determinació taxonòmica dels macroinvertebrats aquàtics (Fig. 4). Les mostres netes es van determinar directament, mentre que es van separar els macroinvertebrats presents a les mostres brutes prèviament a la seva determinació. Per a dur a terme les identifications es va fer servir un microscopi estereoscòpic trinocular OPTIKA model SZR-10 i es van realitzar fotografies dels exemplars.



Fig. 4. Detall del laboratori i equip amb el qual es va realitzar la determinació taxonòmica i les microfotografies dels macroinvertebrats.

En una primera etapa, es van determinar els exemplars a nivell de família per tal de calcular els índexs de qualitat biològica corresponents als cursos fluvials estudiats. Els índexs calculats van ser els següents: IBMWP (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega 1988, Alba-Tercedor et al. 2002), BMWPC (Benito de Santos & Puig 1999), ASPT (Armitage et al. 1983) i EPT (Lenat 1988). En tots ells la diversitat taxonòmica i el valor bioindicador (tolerància a la contaminació) dels diferents tàxons són la base per avaluar la qualitat biològica dels cursos fluvials.

Tant l'IBMWP com el BMWPC són adaptacions a la Península Ibèrica i Catalunya, respectivament, basats en el BMWP (Armitage et al. 1983) i consisteixen en assignar un valor a cada grup taxonòmic (família en la majoria dels casos) segons la seva tolerància a la contaminació (Annex III). El resultat de l'índex és un sumatori d'aquests valors i es categoritza en una escala (ACA 2006a, Taula 3).

Taula 3. Categories de qualitat biològica segons els índexs IBMWP i BMWPC per als cursos fluvials del tipus *Rius mediterranis de cabal variable* i *Rius de muntanya mediterrània calcària*, als quals pertanyen els rius i rieres estudiats. Adaptat de: ACA 2006a.

VALOR IBMWP	VALOR BMWPC	QUALITAT BIOLÒGICA	INTERPRETACIÓ
> 120	> 85	Molt bona	Aigües no contaminades
71-120	51-85	Bona	Aigües moderadament contaminades
41-70	31-50	Mediocre	Aigües contaminades
20-40	10-30	Deficient	Aigües molt contaminades
<20	<10	Dolent	Aigües extremadament contaminades

L'Índex ASPT (de l'anglès *Average Score Per Taxon*, i d'aquí endavant anomenat IASPT o ASPTC segons la versió ibèrica o catalana) resulta de la divisió del resultat dels índexs anteriors pel nombre de tàxons considerats. Així, s'obté un valor mitjà del valor bioindicador de la comunitat.

L'EPT és un sumatori de les famílies d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters presents a la mostra. Es pot calcular a diferents nivells de resolució taxonòmica (família/EPT_F, gènere/EPT_G o espècie/EPT_E)

En una segona etapa, les mostres van ser determinades a la major resolució taxonòmica possible. Per tal de dur a terme la identificació dels exemplars es van fer servir claus i treballs generals de macroinvertebrats (Barrientos 2004; Campaioli 1999; Oscoz et al. 2011; PERLA; Sansoni 1988; Tachet 2010, TAXAGUA) i treballs més específics sobre els diferents grups taxonòmics presents a les mostres (Alba-Tercedor & Jáimez-Cuéllar 2003; Álvarez et al. 2012; Belfiore 1983; Bonada et al. 2004, 2008; Brindle 1967; Camargo & Jalón 1988; Carles-Tolrà 2002; Clergue-Gazeau 1991; Elliot 1996; Gaino & Puig 1996; González del Tánago & García de Jalón 1983; Jacob & Sartori 1984; Lockwood & Oliver 2007; Malicky 2004; Membiela 1990; Mouthon 1982; Müller-Liebenau 1969; Múrria et al. 2010; Nilsson 1997; Ottó & Walter 2011; Puig 1984; Puig & Gaino 1996; Smith 1989; Sundermann et al. 2007; Szadziwski et al. 1997; Theowald 1957; Utrio 1976; Vieira-Lanero 2000; Vilella et al. 2003; Zamora-Muñoz et al. 1995, 2002; Zeeger & Van Haaren 2000; Zwick 2004).

Diferents especialistes van col·laborar molt generosament en la determinació taxonòmica. Els seus noms i la seva aportació a aquest treball es relacionen a l'apartat d'agraïments.

4.4 Tractament de dades

Es va elaborar un inventari complet de la totalitat dels tàxons determinats, seguint una ordenació sistemàtica.

Es van dur a terme diversos anàlisis estadístics de les dades:

Es va dur a terme un anàlisi descriptiu de les dades per tal de detectar les principals tendències i comparar els resultats amb altres estudis.

Es va analitzar mitjançant tècniques multivariants (MDS, multidimensional scaling; PCA, principal components analysis) l'ordenació de les mostres segons múltiples variables a l'hora. Previ a cada anàlisi MDS i PCA es van estandarditzar les dades per equilibrar el pes als anàlisi de les variables amb diferents unitats de mesura o rangs de valors molt diferents. No es van estandarditzar les dades quan les mètriques utilitzades tenien les mateixes unitats de mesura (p.e., matrius de comunitats en format presència/absència).

L'anàlisi MDS integra la informació d'un conjunt de variables i ordena les mostres en un espai bi o tri dimensional en funció de la similaritat del valor de les variables entre les mostres. Es va realitzar per estudiar la similaritat de les mostres en funció dels paràmetres fisicoquímics, variables hidromorfològiques, índexs de qualitat biològica i composició de les comunitats de macroinvertebrats. L'anàlisi PCA ordena les mostres en un espai segons la correlació dels valors de les variables amb diversos eixos dimensionals, anomenats components principals, de manera que s'obté una mesura de la influència de cada variable en la ordenació de les mostres. També dóna una mesura del percentatge de variabilitat explicat per la variables considerades. Es va dur a terme per estudiar la variabilitat de les mostres en funció d'un conjunt de variables ambientals (variables de la conca, hidromorfològiques i fisicoquímiques).

Es van realitzar anàlisis de normalitat de les variables (Kolmogorov-Smirnov) per tal d'aplicar els anàlisis univariants adients a la seva distribució.

En funció de la distribució de les dades i de la simetria de les categories de mostres, es van realitzar anàlisis de contrast paramètrics o no paramètrics (Anova, Kruskal-Wallis) per

estimar les diferències de diferents variables (riquesa de famílies, variables fisicoquímiques, variables hidromorfològiques, índexs de qualitat biològica) entre diferents categories de mostres.

Es van dur a terme anàlisi de regressió per tal d'estudiar possibles relacions entre diferents variables (índexs biològics, superfície de conca, intensitat agrícola i ramadera).

Els anàlisis estadístics esmentats i els gràfics es van desenvolupar mitjançant diferents programes d'estadística: S-PLUS 6.1 PROFESSIONAL (estadística univariant, gràfics), PRIMER 6 & PERMANOVA+ (estadística multivariant, gràfics), SIGMAPLOT 10.0 (gràfics).

5. Resultats i discussió.

5.1 Llistat faunístic

L'objectiu d'assolir una resolució taxonòmica òptima en les identifications d'invertebrats presenta limitacions quan es treballa amb una gran diversitat de grups taxonòmics, com és el cas d'aquest estudi. Així, és necessària la participació o supervisió d'especialistes de determinats phyla, ordres o fins i tot famílies. A més, la majoria d'espècies d'insectes aquàtics viuen a aquest medi només durant la fase larvària, la qual en certs casos no ha estat descrita o no ha desenvolupat estructures genitals que molt sovint són necessàries per determinar l'espècie. Igualment, en molts casos es recol·lecten larves en un estadi de desenvolupament larvari molt immadur el qual no permet una determinació acurada. Una altra limitació és la manca de bibliografia per identificar tàxons concrets a nivell d'espècie, o la seva fragmentació en diversos treballs de difícil accés. Tenint en compte aquestes i altres limitacions derivades del temps i mitjans disponibles, la resolució taxonòmica assolida en aquest treball és significativa.

A la taula 4 es mostra l'inventari faunístic del macroinvertebrats bentònics del cursos fluvials mostrejats a aquest estudi. A l'annex IV s'indica la seva distribució als diferents punts de mostreig d'aquest estudi. Les determinacions taxonòmiques en la majoria dels casos assoleixen una resolució taxonòmica fins gènere o espècie. El tàxons Nematoda, Annelida, Acariformes, Branchiopoda, Copepoda, Ostracoda i Collembola no s'han determinat en la majoria dels casos fins a nivell d'espècie o gènere degut a la dificultat que presenta la seva identificació. Pel que fa a la resta de tàxons, en ocasions les limitacions esmentades no han permès una determinació a nivell de gènere o espècie. En tots aquests casos, al llistat s'indica el menor rang taxonòmic assolit en la determinació i s'indica que no s'ha arribat a un nivell més precís (indet.). Quan s'han trobat exemplars que, sense ser determinats a una resolució taxonòmica determinada, presenten la mateixa morfologia, s'indiquen com a un mateix morfotip (MF) dins del rang taxonòmic que s'hagi assolit. Quan diferents morfotips dins d'un mateix gènere presenten característiques morfològiques clarament diferents entre sí, s'han considerat com a diferents espècies (sp.1, sp.2...).

Taula 4. Inventari faunístic dels macroinvertebrats bentònics col·lectats als cursos fluvials estudiats.

Ph. CNIDARIA

Cl. Hydrozoa

O. Anthoathecata

F. Hydridae

Hydra

Ph. PLATYHELMINTHES

Cl. Turbellaria

O. Tricladida

F. Planariidae

Polycelis felina

Polycelis

F. Dugesiidae

Dugesia

Dugesiidae indet.

Ph. NEMATODA

Nematoda indet.

Ph. ANNELIDA

Cl. Oligochaeta

Oligochaeta indet.

O. Opisthopora

F. Lumbricidae

Eiseniella tetraedra

Lumbricidae indet.

O. Tubificida

F. Naididae

Naididae indet.

Cl. Hirudinea

O. Arhynchobdellida

F. Erpobdellidae

Erpobdella

Ph. MOLLUSCA

Cl. Gastropoda

O. Archaeopulmonata

F. Ellobiidae *

Carychium minimum

Carychium tridentatum

Carychium

O. Basommatophora

F. Lymnaeidae

Radix balthica

Stagnicola palustris

Lymnaeidae indet.

F. Physidae

Physella acuta

F. Planorbidae

Ancylus fluviatilis

Taula 4 (Cont.)

O. Neotaenioglossa

F. Hydrobiidae

Potamopyrgus antipodarum

Hydrobiidae indet.

Cl. Bivalvia

O. Veneroida

F. Sphaeriidae

Pisidium casertanum

Pisidium nitidum

Pisidium personatum

Pisidium pseudosphaerium

Pisidium

Ph. ARTHROPODA

SuperCl. Chelicerata

Cl. Arachnida (superO. Acariformes)

MFa

MFb

MFc

MFd

MFe

MFf

MFg

MFh

MFi

MFj

MFk

MFl

MFm

MFn

MFo

MFp

MFq

MFr

MFs

MFt

Indet

SuperCl. Crustacea

Cl. Branchiopoda

O. Anomopoda

F. Daphniidae

Daphnia

Cl. Copepoda

O. Cyclopoida

F. Cyclopidae

Cyclopidae indet.

Cl. Ostracoda

Ostracoda indet.

Taula 4 (Cont.)

Cl. Malacostraca

O. Amphipoda

F. Gammaridae

Echinogammarus

Gammaridae indet.

F. Niphargidae

Niphargus

O. Isopoda

F. Asellidae

Proasellus

Asellidae indet.

O. Decapoda

F. Astacidae

Austropotamobius pallipes

SuperCl. Insecta

Cl. Collembola

O. Symphypleona

Symphypleona indet.

Collembola indet.

MFa

MFb

MFc

MFd

MFe

Cl. Eulentomata

O. Ephemeroptera

F. Baetidae

Alainites muticus

Baetis alpinus

Baetis catharus

Baetis fuscatus

Baetis rhodani

Baetis vardarensis

Baetis

Centroptilum luteolum

Cloëon inscriptum

Cloëon praetextum

Cloëon

Procloeon concinnum

F. Caenidae

Caenis luctuosa

Caenis

F. Ephemerellidae

Serratella ignita

Serratella

Torleya major

F. Ephemeridae

Ephemera danica

Ephemera lineata

Taula 4 (Cont.)

F. Heptageniidae

Ecdyonurus cf angelieri

Ecdyonurus auranticus

Ecdyonurus dispar

Ecdyonurus insignis

Ecdyonurus cf venosus

Ecdyonurus

Electrogena lateralis

F. Leptophlebiidae

Choroterpes picteti

Habroleptoides confusa

Habroleptoides berthelemy

Habrophlebia fusca

Habrophlebia lauta

Habrophlebia

Paraleptophlebia submarginata

Thraulius bellus

O. Plecoptera

F. Chloroperlidae

Siphonoperla torrentium

F. Leuctridae

Leuctra alosi

Leuctra aurita

Leuctra fusca

Leuctra geniculata

Leuctra hippopus

Leuctra inermis

F. Nemouridae

Nemoura cambrica

Nemoura cinerea

Nemoura fulviceps

Protonemoura beatensis

Protonemoura intricata

F. Perlidae

Perla marginata

F. Perlodidae

Isoperla grammatica

O. Odonata

F. Aeshnidae

Aeshna cyanea

Anax cf imperator

Anax imperator/parthenope

Boyeria irene

Aeshnidae indet.

F. Calopterygidae

Calopteryx haemorrhoidalis

Calopteryx virgo

Calopteryx xanthosoma

Calopteryx xanthosoma/haemorrhoidalis

Calopteryx

F. Coenagrionidae

Pyrrhosoma nymphula

Coenagrionidae indet.

Taula 4 (Cont.)

F. Cordulegasteridae

Cordulegaster boltonii

Cordulegaster

F. Corduliidae

Oxygastra curtisii

F. Gomphidae

Gomphus pulchellus

Onychogomphus forcipatus

Onychogomphus uncatus

Onychogomphus

Gomphidae indet.

F. Lestidae

Chalcolestes viridis

Lestidae indet.

F. Libellulidae

Orthetrum brunneum

Orthetrum

Libellulidae indet

F. Platycnemididae

Platycnemis

O. Heteroptera

F. Corixidae

Micronecta

Corixinae indet.

F. Gerridae

Aquarius najas

Gerris gibbifer

Gerris lacustris

Gerris

Gerridae indet.

F. Hydrometridae

Hydrometra stagnorum

F. Naucoridae

Naucoris maculatus

F. Nepidae

Nepa cinerea

F. Notonectidae

Notonecta maculata

Notonecta

F. Veliidae

Mesovelia

Velia caprai caprai

Velia cf *caprai caprai*

Velia

Veliidae indet.

O. Lepidoptera

F. Crambidae

Crambidae indet.

O. Megaloptera

F. Sialidae

Sialis lutaria

Sialis

Taula 4 (Cont.)

O. Coleoptera

F. Curculionidae **

MFa

MFb

MFc

MFd

MFe

MFf

MFg

MFe

F. Dryopidae

Dryops

Pomatinus substriatus

F. Dytiscidae

Agabus biguttatus

Agabus bipustulatus

Agabus didymus

Agabus sp.4

Agabus

Bidessus minutissimus

Deronectes hispanicus

Deronectes cf *hispanicus*

Deronectes opatrinus

Deronectes

Dytiscus

Hydroporus

Ilibyus

Meladema coriacea

Platambus maculatus

Scarodytes

Stictonectes lepidus

Stictotarsus cf *duodecimpustulatus*

Dytiscidae indet

F. Elmidae

Elmis

Esolus

Limnius

Oulimnius

Riolus MFa

Riolus MFb

Riolus

Stenelmis

F. Gyrinidae

Gyrinus

Orectochilus villosus

F. Haliplidae

Haliplus sp.1

Haliplus sp.2

Haliplus

Peltodytes rotundatus

F. Helophoridae

Helophorus sp.1

Helophorus sp.2

Taula 4 (Cont.)

F. Hydraenidae

Hydraena angulosa
Hydraena bitruncata
Hydraena cf bitruncata
Hydraena curta
Hydraena gracilis
Hydraena subimpressa
Hydraena testacea
Hydraena sp.7
Hydraena sp.8
Hydraena
Limnebius
Ochtebius

F. Hydrophilidae

Anacaena
Coelostoma cf hispanicum
Helochares
Laccobius
Paracymus
Hydrophilidae indet.

F. Psephenidae

Eubria palustris

F. Scirtidae

Cyphon
Elodes
Hydrocyphon

O. Trichoptera

F. Beraeidae

Beraea

F. Calamoceratidae

Calamoceras marsupus

F. Glossosomatidae

Agapetus
Glossosomatidae indet.

F. Goeridae

Silo

F. Hydropsychidae

Diplectrona
Hydropsyche brevis/instabilis
Hydropsyche incognita
Hydropsyche instabilis
Hydropsyche gr. instabilis
Hydropsyche siltalai
Hydropsyche
Hydropsychidae indet.

F. Hydroptilidae

Hydroptila
Hydroptilidae indet.

F. Leptoceridae

Adicella reducta
Mystacides cf azurea
Oecetis
Setodes
Leptoceridae indet.

Taula 4 (Cont.)

F. Limnephilidae

Chaetopterix
Glyphotaelius pellucidus
Halesus
Limnephilus
Mesophylax
Potamophylax
Stenophylax
Limnephilidae indet.

F. Odontoceridae

Odontocerum albicorne

F. Philopotamidae

Chimarra marginata
Philopotamus montanus
Philopotamus variegatus
Wormaldia triangulifera
Wormaldia
Philopotamidae indet.

F. Polycentropodidae

Cynus cintronus/monserrati
Plectronemia cf conspersa
Plectronemia cf laetabilis
Plectronemia
Polycentropus cf corniger
Polycentropus flavomaculatus
Polycentropus cf flavomaculatus
Polycentropus cf kingi
Polycentropus
Polycentropodidae indet.

F. Psychomyiidae

Lype cf auripilis
Tinodes maculicornis
Tinodes
Psychomyiidae indet.

F. Rhyacophilidae

Rhyacophila (Rhyacophila)
Rhyacophila (Hyporhyacophila)
Rhyacophila (Hyporhyacophila) gr. tristis
Rhyacophila (cf Pararhyacophila)
Rhyacophila (Pararhyacophila) intermedia
Rhyacopila

F. Sericostomatidae

Sericostoma gr. personatum
Sericostoma
Sericostomatidae indet

O. Diptera

F. Athericidae

Atherix
Atrichops crassipes
Ibisia

F. Ceratopogonidae

Atrichopogon
Forcipomyia
Ceratopogoninae indet.
Ceratopogonidae indet.

Taula 4 (Cont.)

F. Chironomidae

Chironomidae indet.

sF. Tanypodinae

Trissopelopia longimana

Trissopelopia cf longimana

Trissopelopia

Zavrelimyia

sF. Diamesinae

Diamesa sp.1

Sympotthastia zavreli

Sympotthastia

sF. Orthocladiinae

Acricotopus

Brillia modesta

Chaetocladius

Cricotopus (Cricotopus) annulator

Cricotopus (Cricotopus)

Eukiefferiella brevicar

Eukiefferiella gracei

Eukiefferiella minor

Orthocladius (Euorthocladius) rivicola

Orthocladius (Euorthocladius) rivulorum

Orthocladius (Orthocladius) frigidus

Orthocladius (Orthocladius) oblidens

Orthocladius (Orthocladius) rivinus

Orthocladius (Orthocladius) rubicundus

Orthocladius (Orthocladius) sp.5

Paracricotopus niger

Parametriocnemus

Paratrachocladius rufiventris

Paratrachocladius

Rheocricotopus (Psilocricotopus)

Rheocricotopus (Rheocricotopus) fuscipes

Tvetenia verralli

Orthocladiinae indet.

sF. Chironominae

tr. Chironomini

Chironomus sp.1

Chironomus sp.2

Chironomus sp.3

Dicrotendipes notatus

Polypedilum (Pentapedilum) nubens

Polypedilum (Polypedilum) albicorne

Polypedilum (Polypedilum) cf cultellatum

Polypedilum (Polypedilum) pedestre

Stictochironomus sp.1

Chironomini indet.

tr. Tanytarsini

Lithotanytarsus emarginatus

Micropsectra atrofasciata

Micropsectra sp.2

Paratanytarsus lauterborni

Tanytarsini indet.

Taula 4 (Cont.)

F. Culicidae

Aedes

Anopheles

Culex cf territans

Culex cf pipiens

F. Dixidae

Dixa

Dixella

F. Dolichopodidae

Dolichopodidae indet.

F. Empididae

Chelifera

Hemerodromia

Clinocerinae MFa

Clinocerinae MFb

Clinocerinae indet.

Hemerodromiinae indet.

Empididae indet.

F. Ephydriidae

Ephydriidae MFa

Ephydriidae MFb

Ephydriidae indet.

F. Limoniidae

Antocha vitripennis

Dicranota

Eloeophila

Gonomyia

Hexatomini MFa

Hexatomini MFb

Hexatomini MFc

Pediciini MFa

Pediciini MFb

Pediciini MFc

Limoniidae indet.

F. Muscidae

Muscidae indet.

F. Psychodidae

Clogmia albipunctata

Pericoma cf granadica

Pericoma

Peripsychoda

Psychoda

Tonnoirella

Ulomyia

Paramormiini indet.

Psychodidae indet. sp.1

Psychodidae indet.

F. Rhagionidae

Chrysopilus

F. Scatophagidae

Scatophagidae indet.

F. Sciomyzidae

Sciomyzidae indet.

Taula 4 (Cont.)

F. Simuliidae
<i>Prosimulium</i>
<i>Simulium (Eusimulium)</i>
<i>Simulium (Nevermannia)</i>
<i>Simulium (Simulium)</i>
<i>Simulium (Tetisimulium) bezzi</i>
<i>Simulium</i>
F. Stratiomyidae
<i>Oxycera</i> MFa
<i>Oxycera</i> MFb
<i>Oxycera</i> MFc
<i>Sargus</i>
F. Tabanidae
<i>Crhysops</i>
<i>Tabanus</i>
Tabanidae indet.
F. Tipulidae
Tipulidae indet.

* El gènere *Carychium* es troba en hàbitats higròfils (tolls, sols saturats, riberes...), no estrictament aquàtics. Tot i així s'ha inclòs a l'inventari per la seva interacció amb el medi aquàtic.

** La família Curculionidae presenta una majoria d'espècies terrestres, però s'ha de realitzar una determinació a nivell d'espècie per discriminar-les. Així, és probable que la majoria dels exemplars siguin terrestres.

5.1.1 Riquesa de macroinvertebrats dels cursos fluvials estudiats.

S'ha identificat un total de 90 famílies de macroinvertebrats bentònics pertanyents a sis phyla diferents. Si es té en compte els tàxons que només s'han pogut determinar fins un rang taxonòmic superior a família, la riquesa mínima és de 96 famílies, considerant un mínim d'una família per tàxon superior. Aquesta riquesa de famílies és significativament alta, si comparem aquestes dades amb estudis bi i pluriestacionals desenvolupats a les conques del Llobregat, Besòs, Tordera i Foix, on la riquesa total de famílies a cada conca oscil·la de 48 a 82 famílies (Prat et al. 1983; Prat et al. 1997; Prat et al. 2000a). Boix et al. (2005) troben a les Gavarres un major riquesa (114 famílies), si bé s'ha de tenir en compte que l'àrea d'estudi és més àmplia, s'hi inclouen ambients lenítics i la resolució taxonòmica assolida en la identificació de diversos grups (Turbelaris, acariformes, microcrustacis) és més acurada que en aquest estudi.

La riquesa total de gèneres arriba a un mínim de 191 gèneres, dels quals s'han pogut determinar 177. Quant a la riquesa específica, tenint en compte tant les espècies identificades com els tàxons identificats a rangs taxonòmics superiors, s'arriba a un mínim de 301 espècies, de les quals s'han identificat 139.

El phylum més divers és el dels artròpodes, representat per un mínim de 82 famílies (Fig. 5), que suposa un 85% del total. Els mol·luscs (6%), anèl·lids (4%), platihelminths (2%), cnidaris (1%) i nematodes (1%), presenten en comparació molt menys riquesa.

Els artròpodes es reparteixen entre les superclasses Arachnida (superorden acariformes), amb un mínim d'una família (1,2%); Crustacea, amb un mínim de 7 famílies (8,5%) i Insecta, sent aquest el grup d'artròpodes més divers amb un mínim de 74 famílies (90,2%).

Dins dels insectes (Fig. 5), els ordres més diversos són els dípters (34%), coleòpters (20%) i tricòpters (16%), mentre que els els lepidòpters i els megalòpters (<1%) són els ordres que presenten menys riquesa de tàxons (la família Crambidae és l'únic lepidòpter amb una fase larvària aquàtica, així com dins dels megalòpters la família Sialidae, representada només pel gènere *Sialis* i sent *Sialis lutaria* l'única espècie identificada en aquest treball).

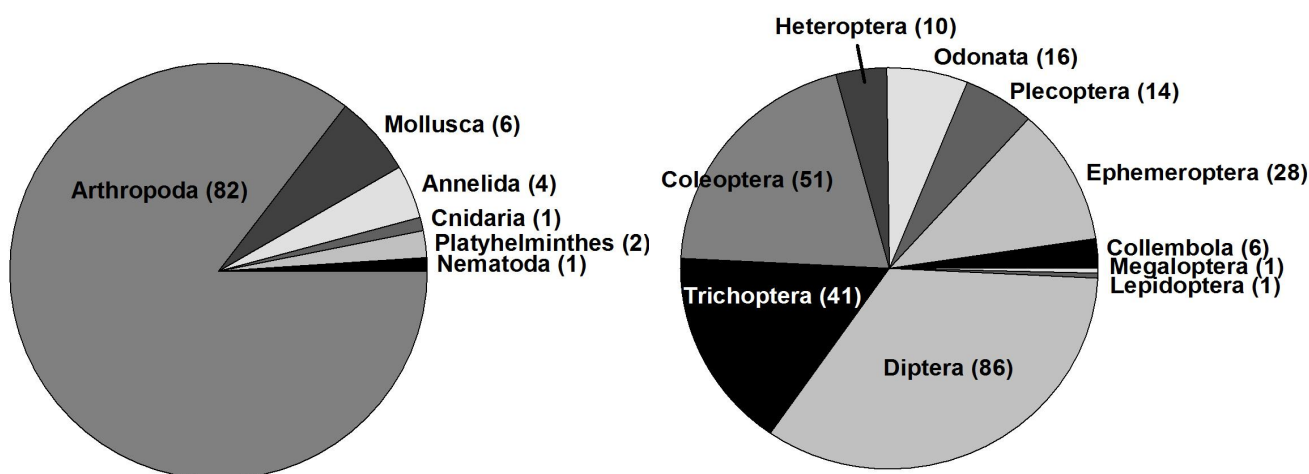


Fig. 5. Diversitat dels macroinvertebrats dels cursos fluvials estudiats. A l'esquerra es representa la riquesa mínima de famílies dels diferents Phyla. A la dreta, la riquesa mínima d'espècies dels diferents ordres de la superclasse Insecta, el grup més divers. (Els diferents morfotips de la classe Collembola s'han considerat diferents espècies).

Quant als diferents trams d'estudi, trobem una riquesa màxima a punts de la riera de Ca n'Illa i del Turonell (Ca1 i Tu2), amb 53 famílies, mentre que les fonts del Llémèna (LI1) presenta un mínim de 32 famílies (Fig. 6). Criden l'atenció els rius de la conca del Ter (Brugent i Llémèna), que presenten una riquesa significativament inferior als de la conca del Fluvià (Anova, $p < 0,05$). La riquesa mitjana del total dels cursos fluvials estudiats és de 41 famílies, cosa que indica una diversitat considerable. A la xarxa de control d'estat ecològic d'Osona l'any 2010 es va trobar una riquesa de famílies superior a 40 a només el 6,7% dels punts de mostreig (Sellarès et al. 2013). Tot i tenir en compte que molts d'aquests punts estaven sotmesos a diferents impactes, no es va trobar una riquesa superior a 42 famílies a cap dels punts de referència.

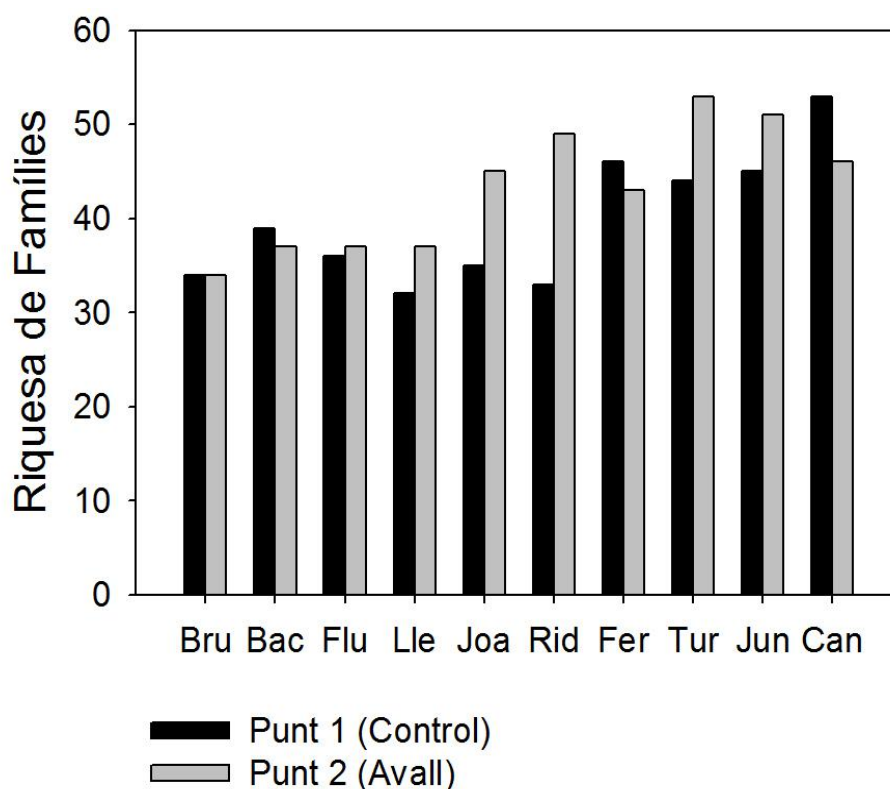


Fig. 6. Riquesa de famílies als cursos fluvials estudiats. *Bru* = Riu Brugent; *Bac* = Riera del Bac; *Flu* = Riu Fluvià; *Lle* = Riu Llémèna; *Joa* = Riera de Joanetes; *Rid* = Riu Ridaura; *Fer* = Riera del Ferrò; *Tur* = Riu Turonell; *Jun* = Riu Junyell; *Can* = Riera de Ca n'Illa.

S'ha de tenir en compte que els tàxons identificats fins a un rang superior de cada categoria taxonòmica esmentada (família, gènere o espècie) podrien incloure més riquesa

que la considerada (1 tàxon per categoria). Igualment, mai es pot garantir que en un mostreig es col·lectin tots els tàxons presents al tram mostrejat, més encara si no s'han emprat tècniques de mostreig específiques per a determinats tàxons. En conseqüència, aquestes dades subestimen amb seguretat la diversitat real dels cursos d'aigua mostrejats.

5.1.2 Tàxons i comunitats amb especial interès

No artròpodes

El gènere *Hydra* és un dels pocs representants d'aigua dolça del phylum Cnidaria. Només s'ha trobat al tram baix del riu Junyell (Ju2) on es donen condicions de poca corrent, hàbitat idoni per aquest gènere. Tolera un cert grau de contaminació a l'aigua (Oscos et al. 2011), fet que es dona en aquest tram.

Potamopyrgus antipodarum (Gastropoda, Hydrobiidae) és una espècie al·lòctona que va ser introduïda en Europa a finals del segle XIX des de Nova Zelanda. S'ha trobat a diversos punts de la conca del Fluvià, des del Junyell fins la riera de Joanetes. Tolera rangs molt amples de salinitat, temperatura, oxigen, nutrients, pH... i pot formar poblacions amb grans densitats, fins varis milers d'individus per metre quadrat (Larraz, com. pers.; Múrria et al. 2008). En aquest treball no s'han agafat dades d'abundància, però s'han observat poblacions molt abundants al riu Turonell (Tu2 i Tu-C). Tot i generar grans impactes sobre l'estructura de les comunitats aquàtiques a l'Oest dels EE UU, l'alta freqüència d'episodis de sequeres i riuades als rius mediterranis semblen amortir aquesta capacitat (Múrria et al. 2008).

Artròpodes

Superclasse Arachnida

Superordre Acariformes. El grup polifilètic dels àcars aquàtics (Hydrachnidia) s'ha trobat a

gairebé totes les mostres estudiades. A més de la seva abundància i cosmopolitisme, presenta una gran diversitat. Així, tot i no haver-se determinat a major resolució taxonòmica degut a la complexitat d'aquest grup, s'ha identificat un mínim de 20 morfotips diferents. Resultaria interessant un estudi més acurat d'aquest grup, que a més presenta una gran complexitat quant al desenvolupament i estratègies ecològiques (Oscóz et al. 2011).

Superclasse Crustacea

Niphargus sp. (Amphipoda) només s'ha trobat a la capçalera del Brugent i a la riera de Ca n'Illa (Br1, Ca1 i Ca2). Són amfípods cecs que viuen principalment a aigües subterrànies, i són poc freqüents a l'hiporrheos (aigua intersticial del llit dels cursos fluvials), tot i que diverses cites a Catalunya són d'aquest hàbitat (Notenboom 1990).

Austropotamobius pallipes (Decapoda). S'ha trobat al riu Turonell i la riera del Ferrò, tot i que la metodologia de mostreig emprada no és òptima per a la seva detecció i se sap que és present a altres cursos fluvials d'aquest estudi. Es conegut que aquesta espècie (cranc de riu autòcton o de potes blanques) es troba en perill d'extinció (en risc segons IUCN 2014 i vulnerable per a la Península Ibèrica, segons Verdú et al. 2011) degut a la introducció d'espècies americanes de cranc portadores del fong de l'afanomicosi, malaltia a la qual és extremadament vulnerable. Avui en queden poques poblacions confinades a capçaleres o tributaris de tercer ordre o superior (Torres & Macias 2013).

Superclasse Insecta

Ordre Ephemeroptera

S'amplia la distribució dins Catalunya de *Baetis catharus* (Baetidae) i *Paraleptophlebia submarginata* (Leptophlebiidae) que només s'havien citat a la conca del riu Escrita al Pallars Sobirà (Puig et al. 2010) i a la conca del riu Segre a Andorra (Puig 1984), respectivament. Totes dues suposen doncs una nova cita a la Garrotxa i a Girona.

També destaca la presència de *Torleya major* (Ephemerellidae) i *Thraulius bellus* (Leptophebiidae) espècies poc freqüents (Puig 1999; obs. pers.; Puig, com. pers.), als punts Ba2, Jo2, Ri2, Gu-C.

Destaca la coexistència en certs punts de diferents espècies de leptoflèbids, quelcom molt poc freqüent, ja que són espècies que solen excloure's (Puig com. pers.). Aquesta coexistència només s'ha detectat a conques d'Astúries i Galícia (Puig 1983; Puig et al. 1984; Abella & González 1986). A aquest estudi hi ha punts on coincideixen tres espècies diferents de leptoflèbids (FI1, FI2, Ri1, Tu1, Tu2), i és especialment interessant en aquest sentit el riu Llierca (LI-C) on trobem quatre espècies pertanyents a quatre gèneres diferents: *Choroterpes picteti*, *Habroleptoides confusa*, *Habrophlebia fusca* i *Thraulius bellus*.

Resulta interessant la barreja d'espècies pirenaïques i de baixa alçada, cosa que ressalta el caràcter de transició que presenta la comarca de la Garrotxa a nivell ecològic. Un exemple en són els trams Ba2, Ca1, Ca2 i Jo2, amb presència de *Baetis alpinus* en contacte amb *Alainites muticus*, *Baetis fuscatus* o *Electrogena lateralis*, espècies que la seva distribució altitudinal no es sol solapar (Puig 1984).

Ordre Plecoptera

Destaca la diversitat d'espècies del gènere *Leuctra* a aquest estudi (*L. alosi*, *L. aurita*, *L. fusca*, *L. geniculata*, *L. hippopus* i *L. inermis*), amb sis representants del total de les nou espècies presents a Catalunya.

Perla marginata, l'únic representant de la família Perlidae col·lectat a l'àrea d'estudi, s'ha trobat només a un punt de mostreig al Ferró (Fe1). Això no fa descartar la seva presència a altres punts de la comarca, tot i que s'ha observat que les abundants poblacions presents al 2012 al riu Turonell (Obs. pers.) han desaparegut. Això indica una davallada de la qualitat de l'aigua al Turonell, ja que aquesta espècie és un òptim indicador de la qualitat de l'aigua (Puig 1999).

Ordre Odonata

Destaquen tres espècies catalogades al llibre vermell dels invertebrats amenaçats d'Espanya (Verdú et al. 2011): *Calopteryx haemorroidalis* (Calopterygidae) *Onychogomphus uncatatus* (Gomphidae) i *Oxygastra curtisii* (Corduliidae). D'aquestes, les dues primeres estan catalogades com a Preocupació Menor i la darrera com a Vulnerable. Tot i així, Lockwood & Oliver (2007) consideren que a nivell català i comarcal les poblacions estan prou conservades com per considerar no amenaçada a *C. haemorroidalis* i dins la categoria Preocupació Menor a *O. curtisii*. Al contrari, *Calopteryx xanthosoma* (Calopterygidae), no inclosa al llibre vermell, sí es considera amenaçada a Catalunya i la Garrotxa (Lockwood & Oliver 2007).

Ordre Trichoptera

S'han trobat exemplars d'*Hydropsyche* gr. *instabilis* (Hydropsychidae) segons Bonada et al. (2004, 2008) a la riera de Joanetes i de Rajolins (Jo2 i Ra-C). Es tracta d'una potencial nova espècie tradicionalment confosa amb *H. infernalis* i *H. fontinalis*. S'han desenvolupat anàlisis moleculars que donen suport a aquesta idea (Bonada et al. 2008) i actualment s'està treballant en la descripció de diferències dels caràcters morfològics (Bonada, com pers.). En el moment que es confirmi la descripció de la nova espècie seria la primera cita de la província de Girona i conca del Fluvià. La primera troballa a la comarca, a la riera de Rajolins, va ser realitzada per Rafael Carbonell abans del present estudi.

S'amplia l'àrea de distribució de *Glyptotaelius pellucidus* (Limnephilidae) a la conca del Fluvià i la comarca de la Garrotxa. Fins ara només havia estat trobada amb seguretat a Catalunya a les conques del Ter, Besòs i Llobregat, província de Barcelona (Bonada et al. 2004, 2008) i a les Gavarres, província de Girona (Boix et al. 2005). A l'igual que al treball de Bonada et al. (2004), les larves de *G. pellucidus* només van aparèixer en capçaleres de rieres temporals (Ba1, Br1 i LI1).

Wormaldia triangulifera (Philopotamidae), espècie poc freqüent col·lectada a la riera de Rajolins (Ra-C), podria ser una primera cita per a la província de Girona i conca del

Fluvià, tot i que s'ha de confirmar. No s'ha pogut determinar si es tracta de la subespècie *triangulifera* o *moselyi*. En aquest cas, els adults van ser col·lectats també per Rafael Carbonell, qui va col·laborar durant el mostreig d'aquest punt.

Ordre Diptera

Orthocladius rivinus i *Paratanytarsus lauterborni* (Chironomidae), espècies col·lectades a la riera del Bac i Llémena (Ba1, Ba2 i LI2) i fonts del Fluvià (FI1) respectivament, podrien ser cites noves per a la Península Ibèrica, tot i que s'ha de confirmar aquest extrem.

Clogmia albipunctata (Psychodidae), trobada a la capçalera del Turonell (Tu1), espècie al·lòctona provinent de regions tropicals i subtropicals d'Amèrica introduïda a mitjans dels 90 en Europa possiblement a través de l'exportació de fruita (Hovius et al. 2011; Wagner, com. pers.).

5.2 Estat ecològic dels cursos fluvials estudiats

L'estat ecològic d'una massa d'aigua és un concepte que integra diferents elements de qualitat de l'ecosistema, com ara la qualitat fisicoquímica, qualitat hidromorfològica i qualitat biològica. S'entén que el molt bon o bon estat ecològic d'un ecosistema aquàtic és aquell en el que les comunitats d'indicadors biològics són iguals o molt properes a aquelles que hi trobaríem en condicions naturals, sense alteracions. Així, tampoc no existeixen alteracions antropogèniques dels indicadors hidromorfològics i fisicoquímics, o de molt escassa importància en comparació amb els associats normalment amb condicions inalterades, de manera que aquestes condicions permetin el bon desenvolupament de les comunitats (UE 2000/60/CE, Directiva Europea Marc de l'Aigua).

5.2.1 Qualitat fisicoquímica

En general, els nivells dels diferents paràmetres fisicoquímics estudiats als trams estudiats (Taula 5) es troben dintre d'uns rangs habituals en condicions naturals o de baix impacte i casi sempre lluny de valors associats a alteracions importants.

Taula 5. Paràmetres fisicoquímics dels punts estudiats (T^a = temperatura; O2 = oxigen dissolt; CE. = conductivitat elèctrica; NO₃⁻ = concentració nitrats; Cl⁻ = concentració clorurs; SO₄ 2⁻ = concentració sulfats; F⁻ = concentració fluorurs).

MOSTRA	T ^a (°C)	O2 (mg/L)	O2 (%)	CE (µS/cm)	pH	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ 2 ⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)
LI1	6,00	9,85	79,1	457	8,70	< 2,00	8,33	14,40	0,05
LI2	12,90	9,61	90,9	542	8,44	< 2,00	25,10	12,10	0,05
Br1	10,40	8,20	75,2	470	8,67	< 2,00	6,88	14,70	< 0,05
Br2	13,20	11,15	106,2	674	8,44	4,49	17,50	43,30	0,12
FI1	9,70	10,60	93,0	452	8,95	< 2,00	4,98	23,00	< 0,05
FI2	14,00	9,70	93,7	540	9,40	4,67	11,10	32,80	0,06
Jo1	10,80	9,98	85,3	498	8,58	< 2,00	6,49	31,20	0,10
Jo2	11,00	11,13	101,0	518	8,85	6,03	11,10	41,10	0,10
Ri1	11,30	9,53	87,0	511	7,90	< 2,00	< 10	14,10	0,11
Ri2	13,10	10,61	101,0	864	7,90	2,73	< 10	303,00	0,10
Fe1	12,00	9,75	90,5	354	8,00	2,16	< 10	13,10	0,11
Fe2	12,60	9,63	90,5	499	8,00	2,97	< 10	13,60	0,12
Ba1	10,30	10,58	97,2	486	8,51	< 2,00	5,65	41,40	0,12
Ba2	11,20	11,09	101,0	513	8,47	< 2,00	7,54	71,30	0,12
Tu1	10,80	9,18	85,1	488	7,90	2,29	< 10	10,60	0,09
Tu2	13,40	8,80	84,2	556	8,10	13,40	10,70	13,60	0,11
Ju1	13,40	9,04	86,6	510	8,10	< 2,00	11,50	11,00	0,14
Ju2	14,90	7,23	71,4	983	8,00	7,80	21,20	300,00	0,20
Ca1	14,60	9,33	92,1	507	8,20	< 2,00	< 10	29,20	0,16
Ca2	13,50	9,35	89,6	515	8,20	< 2,00	< 10	29,80	0,16

El pH de la totalitat de les estacions de mostreig presenta valors bàsics (7,9 – 9,4) degut a la litologia calcària de les conques d'estudi. Tot i estar desviats de la neutralitat, la majoria són valors perfectament compatibles amb la vida aquàtica i es situen dins d'un rang habitual en condicions naturals. Valors de pH per sota de 5 i per sobre de 9 són perjudicials per a molts organismes aquàtics (Allan & Castillo 2007). En aquest sentit, l'únic valor que surt d'aquest rang és el registrat al punt 2 del Fluvià (FI2, pH = 9,4) on la intensitat agrícola és màxima dins de l'àrea d'estudi.

Els nivells d'oxigen dissolt varien entre 7,23 i 11.3 mg/L, valors en general propers als de saturació en funció de les temperatures registrades (Margalef 1983; Allan & Castillo 2007). Són típics d'aigües netes, oligotròfiques (baixes concentracions de nutrients i de producció primària) i ben oxigenades. La majoria dels punts de mostreig estan situats en zones de capçalera o cursos alts i degut als baixos o nuls impactes que pateixen i a un règim hídric predominantment reòfil amb turbulències, presenten aquest alts valors d'oxigen dissolt. Tot i així, trobem un mínim al Junyell (punt Ju2), amb un 71,4% d'oxigen dissolt que coincideix amb la mínima altitud i la màxima temperatura registrades (119 msnm, 14,9 °C). Aquests factors redueixen la solubilitat d'oxigen a l'aigua, tot i que és possible que un impacte de tipus orgànic pugui tenir-hi influència, com reflecteixen altres indicadors. No obstant, també trobem un descens en la concentració d'oxigen dissolt a les capçaleres de Llémena i Brugent (Lle1 i Br1; 79,1% i 75,2% respectivament), amb major altitud i menor temperatura de l'aigua i segurament relacionat amb l'escàs cabal (baixa turbulència).

La conductivitat elèctrica és una mesura relacionada amb la concentració d'ions dissolts a l'aigua. Així doncs, dona una estimació indirecta de la qualitat química de l'aigua, ja que es correlaciona amb la concentració de nutrients i de sals inorgàniques (Dodds 2002). La conductivitat es relaciona tant amb la geologia de la conca com amb la activitat humana i valors per sobre dels 1000 µS/cm solen estar relacionats amb abocaments d'aigües residuals o una aportació excessiva de nutrients a la conca (Prat et al. 2013). Els valors registrats per aquest estudi no superen aquest llindar, tot i presentar valors relativament alts, (511 µS/cm de mitjana). Aquests nivells es poden donar en condicions naturals (Prat et al. 2013) i estan presumiblement associats a l'alta concentració de carbonats de calci dissolts deguda a la naturalesa calcària de les conques de drenatge. No obstant això, s'ha de destacar la presència de dos màxims al riu Junyell i Ridaura (Ju2 i Ri2) amb valors de

983 i 864 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivament. Aquestes mesures coincideixen amb valors màxims en la concentració de sulfats (300 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$ i 303 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$, respectivament) i superen en un ordre de magnitud la concentració de sulfats a la resta de punts. Això indicaria la presència d'un abocament puntual o fonts més difuses (p. e., sobrefertilització dels camps de conreu) aigües amunt d'aquests punts. Ambdós valors als punts Ju2 i Ri2 superen el líndar de 250 mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$ establert en la Directiva Europea UE 75/440/CEE per a aigües superficials per a la producció d'aigua potable.

Els nitrats solen presentar valors per sota de 1 mg/L en condicions naturals (USEPA) i la seva concentració al medi està molt lligada a la ramaderia i a l'agricultura (ús d'adobs orgànics o nitrogenats), en absència d'altres fonts. Un excés de nitrats al medi aquàtic pot provocar un augment excessiu de la producció primària i la biomassa vegetal i conseqüentment una reducció de l'oxigen dissolt, procés conegut com a eutrofització. El cursos d'aigua estudiats presenten en més de la meitat dels casos valors per sota del límit de detecció (2 mg NO_3^-/L). Tot i així, trobem en molts casos concentracions per sobre d'aquest límit que semblen tenir relació amb l'activitat agrícola desenvolupada a la conca, ja que en la majoria dels casos es corresponen amb els punts 2 i superen els valors habituals en condicions naturals. En aquest sentit, el Turonell (Tu2; 13,4 mg NO_3^-/L) presenta una concentració superior a 10 mg/L, líndar que pot suposar toxicitat per a espècies de sang calenta (USEPA). Serra & Tornés (2004) ja van detectar indicis de contaminació d'origen agrícola al Turonell lligats a la concentració de nitrats. En tot cas, sempre trobem una concentració inferior a 50 mg/L, a partir dels quals una massa d'aigua superficial es considera contaminada per nitrats (UE 91/676/CEE).

Pel que fa als clorurs i als fluorurs, trobem sempre nivells inferiors a 25 mg Cl^-/L i 1 mg F^-/L , que es corresponen amb concentracions habituals en aigües dolces superficials no contaminades.

5.2.2 Qualitat hidromorfològica

Cabal

Tot i haver-se realitzat els mostreigs durant una primavera plujosa, el cabals superficials mesurats van ser en general reduïts a la majoria dels punts (Taula 6), típics de rieres de segon i tercer ordre, amb una distribució irregular de les dades. Així, un 10% del trams (Ba2 i Ri2) presenten un cabal superior als 100 L/s, un 50% presenten un cabal entre 100 i 10 L/s i un 40% tenen un cabal inferior a 10 L/s. Degut a la forta estacionalitat del clima mediterrani i la reduïda grandària d'algunes de les conques d'estudi, les estacions mostrejades es consideren intermitents o efímeres en general, tot i que hi pot haver alguna excepció (Ri2, Tu2).

Taula 6. Variables hidromorfològiques (cabal, IHF i mètriques relacionades, QBR i mètriques relacionades) mesurades als cursos fluvials estudiats.

CODI MOSTRA	CABAL (L/s)	ÍNDEX D'HÀBITAT FLUVIAL (IHF)	HETEROGENEÏTAT SUBSTRAT	ELEMENTS HETEROGENEÏTAT	VEGETACIÓ AQUÀTICA	VELOCITAT-PROFUNDITAT	QUALITAT BOSC RIBERA (QBR)	COBERTURA BOSC RIBERA	CONNECTIVITAT BOSC RIBERA	VEGETACIÓ A LA RIBA	SOTABOSC
LI1	0,3	60	40	80	33	80	100	100	100	75	si
LI2	28,3	67	70	100	33	80	75	65	25	37	si
Br1	3,0	70	55	60	66	60	100	100	100	75	si
Br2	9,9	66	70	60	50	60	75	65	25	37	si
FI1	4,1	61	40	80	50	80	100	95	100	37	si
FI2	4,8	62	100	80	33	80	35	25	0	37	no
Jo1	2,2	68	70	60	33	80	100	100	100	75	si
Jo2	75,8	68	80	40	33	80	90	95	25	13	no
Ri1	18,4	59	55	80	17	80	100	100	100	37	si
Ri2	179,0	69	55	80	33	100	80	65	50	75	si
Fe1	28,8	66	60	80	33	60	100	100	100	75	si
Fe2	27,0	70	70	80	50	100	80	65	50	75	si
Ba1	1,6	61	45	60	33	60	95	90	25	37	si
Ba2	126,3	66	60	60	33	80	80	65	25	75	si
Tu1	10,0	66	70	60	33	60	95	100	100	37	si
Tu2	55,3	68	85	80	33	80	75	75	25	37	si
Ju1	16,5	72	100	60	50	60	95	85	85	90	si
Ju2	1,7	58	70	40	50	60	60	40	15	60	si
Ca1	34,3	73	85	80	50	80	100	100	100	85	si
Ca2	16,0	63	70	80	17	80	80	75	50	85	si

S'observa una correlació significativa ($R^2 = 0,2653$; $p = 0,0201$) entre l'àrea de la conca de drenatge (ACD) i el cabal (Fig. 7). Els punts control, en estar situats aigües amunt presenten una conca de drenatge més petita i conseqüentment, menor cabal que els punts 2. Tot i així, els punts FI2 i Ju2 es desvien d'aquesta tendència i presenten cabals molt reduïts, segurament degut a que gran part del seu cabal té un règim subsuperficial, ja que són trams situats en planes al·luvials. Així, trobem valors baixos de cabal superficial però amb un volum d'aigua estancat a la llera significatiu (Fig. 8). Pel que fa al punt FI2, la intensitat d'extracció d'aigua de l'aqüífer de la Vall d'en Bas pot incrementar l'efecte de reducció del cabal superficial.

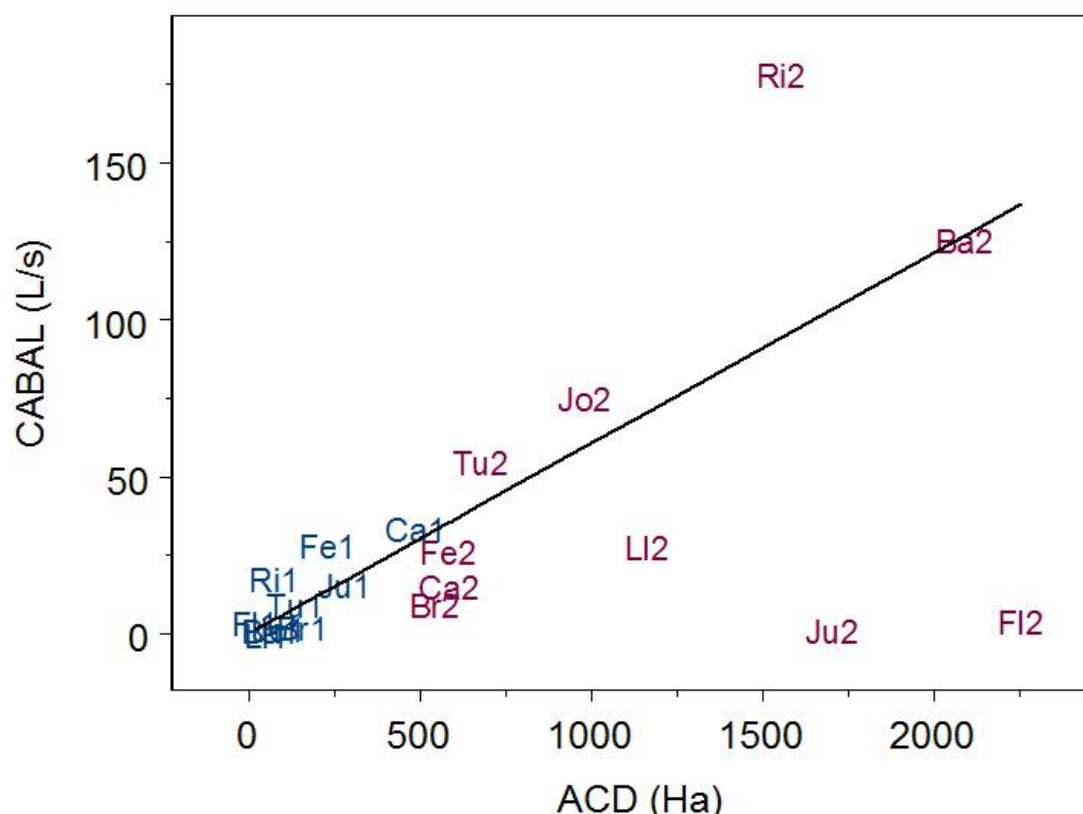


Fig. 7. Cabal superficial dels trams estudiats en relació a la grandària de la seva conca de drenatge. $R^2 = 0,2653$; $p = 0,0201$. ACD = Àrea de la Conca de drenatge.

Tot i que no es presenten dades en aquest treball, és interessant, sobre tot als cursos d'aigua mediterranis, registrar la variació temporal (intra- i interanual) dels cabals ja que la forta estacionalitat dels règims pluviomètrics i tèrmics provoquen una gran variabilitat ambiental en aquests ecosistemes que pot tenir influència en les comunitats (Puntí 2007).



Fig. 8. Aspecte de la llera dels punts aigües avall del Fluvià (FI2, esquerra) i Junyell (Ju2, dreta).

Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF)

L'IHF (Pardo et al. 2002) és un índex molt àmpliament utilitzat en ecologia aquàtica i seguiments d'estat ecològic de rius. Considera diferents elements hidromorfològics (Annex I) de la llera del riu per tal de donar una mesura de l'heterogeneïtat d'hàbitats i es relaciona positivament amb la diversitat de macroinvertebrats bentònics (Pardo et al. 2002). A aquest estudi, no trobem una relació significativa entre ambdues variables, segurament degut a la interacció amb altres factors, relacions que seran exposades més endavant, i als alts valors que en general assolix aquest índex, la qual cosa fa que no sigui un factor limitant per a la riquesa de macroinvertebrats.

En aquest sentit, s'observa poca variació dels valors de l'IHF entre els diferents punts (Taula 6), amb un rang que oscil·la entre 58 i 73, sent 100 la puntuació màxima. Aquests valors indiquen que en tots els casos hi trobem una heterogeneïtat d'hàbitats prou important com per acollir una comunitat diversa. Totes les estacions de mostreig superen els 40 punts, puntuació per sota de la qual es considera que la baixa heterogeneïtat d'hàbitats no permet l'establiment d'una comunitat representativa per a una correcta interpretació dels índexs de qualitat biològica (ACA 2006a).

Qualitat del bosc de ribera (índex QBR)

Un altre element important de les condicions hidromorfològiques d'un curs fluvial és la zona de ribera. Un mètode d'ús molt estès per avaluar la qualitat hidromorfològica de la ribera és l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR, Annex II).

Com ja s'ha esmentat a la metodologia, aquest índex considera diferents elements del bosc de ribera per tal de categoritzar la seva qualitat en una escala (Munné et al. 1998, 2003, Taula 7).

Taula 7. Categories de qualitat de l'índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR). Adaptat de: ACA 2006b.

RANG PUNTUACIÓ QBR	NIVELL DE QUALITAT
92 – 100	Molt bo
72 – 92	bo
52 – 72	Mediocre
27 – 52	Deficient
0 – 27	Dolent

Gairebé tots els trams d'estudi presenten una qualitat del bosc de ribera bona o molt bona (Fig. 9, Taula 6), reflex d'alteracions mínimes a les riberes estudiades. Cal destacar que els punts control sempre assoleixen la màxima categoria (molt bona qualitat), ja que estan situats en zones forestals i l'alteració del bosc de ribera és mínima o nul·la. Al contrari, cap dels punts situats aigües avall (punts 2) presenta una molt bona qualitat del bosc de ribera, tot i que la majoria assoleixen una bona qualitat.

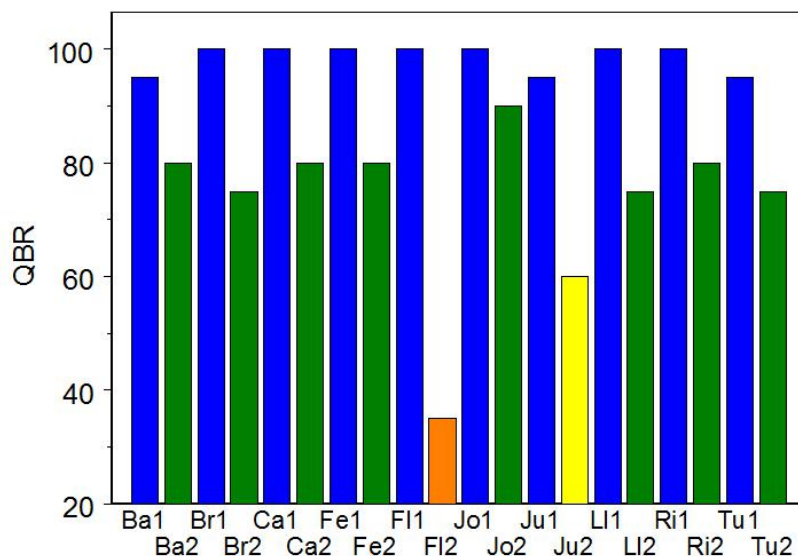


Fig. 9. Valors de l'índex QBR als trams estudiats. Els colors representen diferents categories de qualitat del bosc de ribera (Blau: Molt bona qualitat; Verd: Bona qualitat; Groc: Qualitat mediocre; Taronja: Qualitat deficient).

En la majoria dels casos, les mètriques de l'índex QBR que pateixen reduccions més fortes són tant el grau de cobertura arbòria com la connectivitat del bosc de ribera amb l'ecosistema adjacent. Als punts control solen ser les carreteres o pistes pròximes al curs fluvial les que produeixen aquest impacte, que sol ser mínim quan existeix. Al punts 2, les pastures i camps agrícoles situats dins de l'espai de la ribera redueixen la superfície del bosc, generant també un efecte barrera entre l'ecosistema fluvial i els ecosistemes naturals adjacents (bosc mediterrani escleròfil o bosc caducifoli en la majoria dels casos) i representen un impacte més fort. En molts casos no es respecta la zona de servitud (5 m d'amplada des de la llera), d'ús públic i on no es pot desenvolupar cap activitat agrícola. Els casos més extrems els trobem als punts FI2 i Ju2 (35 i 60 punts a l'índex, respectivament), amb una qualitat del bosc de ribera deficient i mediocre. En aquests punts, l'aprofitament de l'espai riberenc per l'activitat agrícola és màxim, arribant a donar-se modificacions de les terrasses adjacents a la llera amb reducció del canal del riu (Fig. 8).

5.2.3 Qualitat biològica

Tots els rius i rieres estudiats presenten una qualitat biològica molt bona segons les categories establertes pels índexs IBMWP i BMWPC (Taula 3, taula 8, Fig. 10). Els valors abasten un rang de 132 a 284 i de 140 a 298 respectivament, sempre per sobre del llindar dels 120 punts. Això indica que en tots els casos les comunitats de macroinvertebrats estudiades presenten una composició normalment associada a condicions inalterades o presenten distorsions d'escassa importància. En tots els punts estudiats trobem tàxons amb un valor bioindicador màxim per aquests índexs (10 punts), és a dir, amb molt baixa tolerància a la contaminació. A títol comparatiu, la mitjana dels valors registrats per a l'IBMWP a aquest estudi (214,5) supera amb escreix el valor mitjà de la xarxa de seguiment dels rius i rieres de la Garrotxa del període 2004-2010 (87,9; Dades SIGMA Olot), que inclou des de trams de referència (sense impacte) fins trams sota l'influència d'impactes de tipus agrícola, ramader, industrial, urbà i domèstic.

Pels índexs derivats de l'ASPT (Fig. 10) no s'han consensuat categories de qualitat biològica, però ofereixen un matís interessant ja que, al contrari dels anteriors, ponderen el sumatori del valor bioindicador del tàxons presents a la comunitat pel nombre total de tàxons. Així, el resultat indica un valor bioindicador mitjà de la comunitat i no sobreestima un possible increment de la riquesa de tàxons amb baix valor bioindicador, com en ocasions pot passar (obs. pers.). En aquest sentit, els rangs mesurats (4,33 – 6,11 per l'IASPT i 4,48 – 6,36 per l'ASPTC) ens situen en comunitats on l'abundància de tàxons amb un alt valor bioindicador és important o fins i tot predominant, típiques d'ecosistemes poc o gens alterats. El valor mitjà de l'índex IASPT a aquest estudi és de 5,5, similar al trobat per Zamora-Muñoz et al. (1992) en diferents trams de capçalera no contaminats del riu Genil (5,8) o per Martínez & Pujante (1997) al riu Cabriel (5,6), molt poc alterat degut al despoblament de la seva conca.

L'índex EPT (sumatori dels tàxons d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters) també és un bon reflex de la qualitat biològica, ja que són ordres d'insectes que inclouen moltes espècies amb baixa tolerància a la contaminació (Hodkinson & Jackson 2005). Els valors registrats (Fig.10) presenten els mínims als rius de la conca del Ter (Brugent i Llémena), i descartats aquests, sempre són superiors a 10, la qual cosa indica una alta diversitat de

famílies d'aquests ordres, reflex d'una bona qualitat de les aigües. En aquest sentit, si comparem les dades amb les observades als cursos d'aigua de la conca del Ter a la comarca d'Osona durant el període 2011-2013 (Sellarès et al. 2013) hi trobem valors molt inferiors. Així, el valor mitjà d'EPTf és de 7,0, mentre que a aquest estudi és de 13,5. S'ha de tenir en compte que l'àrea d'estudi a Sellarès et al. (2013) forma part d'una xarxa de seguiment d'estat ecològic, de manera que inclou punts sotmesos a diversos impactes i abocaments.

Així, la qualitat biològica dels cursos fluvials estudiats es pot considerar molt bona. Aquests resultats lliguen amb els obtinguts a trams de capçalera de la conca del Fluvià en altres estudis sobre l'ús de bioindicadors aquàtics desenvolupats a la Garrotxa (Serra & Tornés 2004).

Taula 8. Valors de la riquesa de famílies i dels índexs de qualitat biològica dels cursos fluvials estudiats. F = Riquesa de famílies.

Mostra	F	IBMWP	BMWPC	IASPT	ASPTC	EPTf	EPTg
LI1	32	132	140	4,40	4,67	5	7
LI2	37	143	148	4,33	4,48	7	10
Br1	34	147	155	4,90	4,84	6	9
Br2	34	176	183	5,50	5,55	13	14
FI1	36	200	203	5,88	5,97	15	19
FI2	37	203	203	5,97	5,80	14	18
Jo1	35	195	200	5,74	5,88	13	15
Jo2	45	237	238	5,51	5,53	17	21
Ri1	33	195	197	6,09	6,16	13	17
Ri2	49	274	280	5,83	5,83	18	24
Fe1	46	275	286	6,11	6,36	19	22
Fe2	43	221	228	5,26	5,43	14	17
Ba1	39	205	210	5,69	5,68	12	20
Ba2	37	208	211	5,62	5,70	14	20
Tu1	44	249	261	5,93	6,07	16	21
Tu2	53	284	298	5,68	5,84	18	25
Ju1	45	237	235	5,51	5,47	15	19
Ju2	51	253	261	5,16	5,22	11	15
Ca1	53	267	271	5,34	5,42	15	22
Ca2	46	254	254	5,77	5,77	15	23

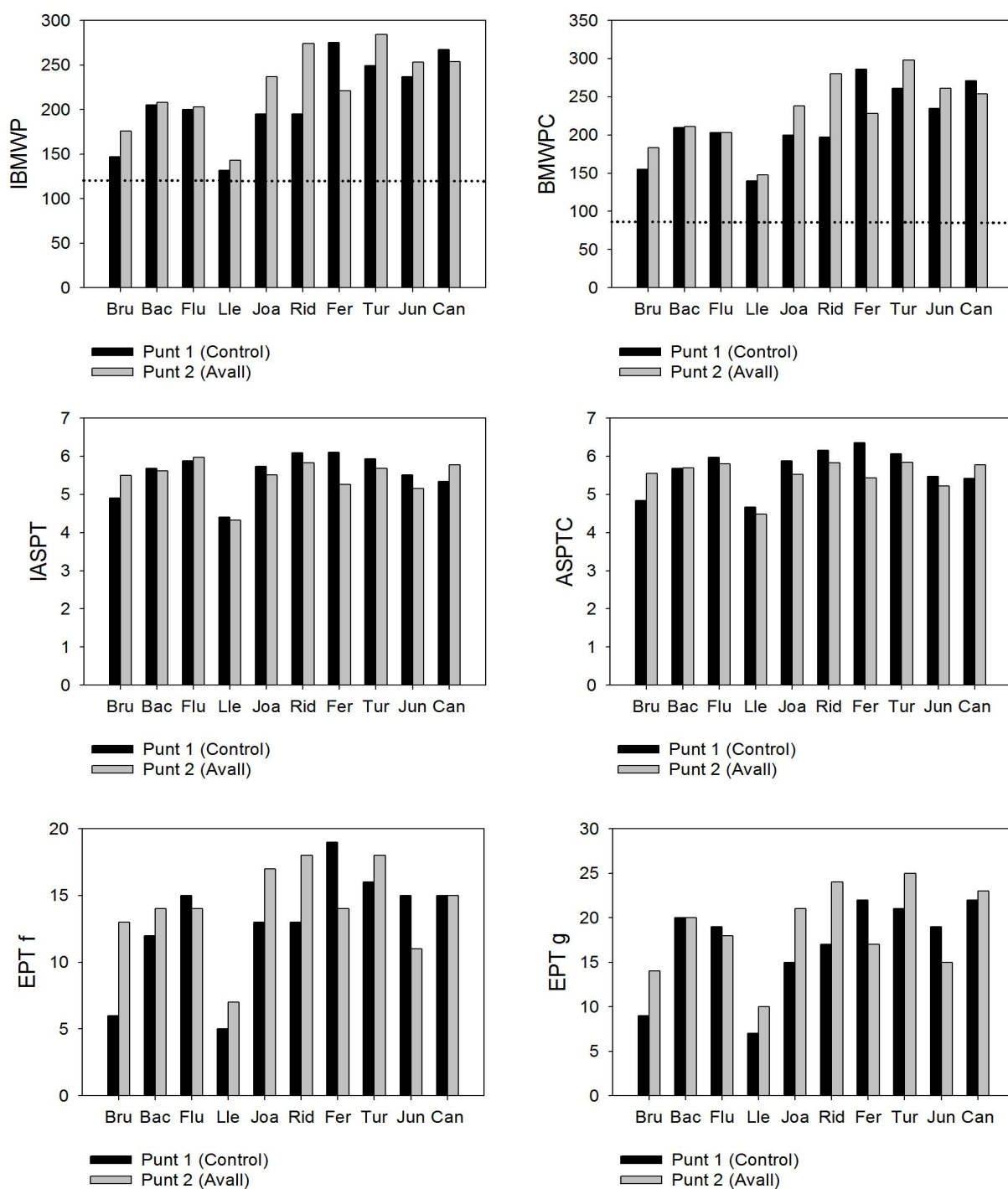


Fig. 10. Valors dels diferents índexs de qualitat biològica als trams estudiats. IBMWP, BMWPC, IASPT, ASPTC, EPTf (famílies) i EPTg (gèneres). La línia de punts indica el llindar de la categoria 'Molt bona qualitat biològica' pels índexs IBMWP i BMWPC. *Bru* = Riu Brugent; *Bac* = Riera del Bac; *Flu* = Riu Fluvià; *Lle* = Riu Llémena; *Joa* = Riera de Joanetes; *Rid* = Riu Ridaura; *Fer* = Riera del Ferrò; *Tur* = Riu Turonell; *Jun* = Riu Junyell; *Can* = Riera de Ca n'Illa.

5.3 Influència de la activitat agrícola i ramadera (AAR) en l'estat ecològic dels cursos d'aigua i la composició de les comunitats de macroinvertebrats.

5.3.1 Influència en la qualitat fisicoquímica de l'aigua

La representació espacial de les mostres a través de l'anàlisi multivariant MDS tenint en compte les variables fisicoquímiques (T^a , conductivitat, oxigen dissolt, pH, nitrats, fosfats, clorurs i fluorurs) mostra una ordenació de les mostres en funció de la AAR (Fig. 11A), agrupant junts els grups control (punts 1) envers els punts aigües avall (punts 2). Això ens indica que la fisicoquímica de l'aigua als cursos d'aigua sense AAR a la seva conca de drenatge (punts 1) presenta diferències amb els punts 2. S'observa també una forta desviació dels punts Ri2 i Ju2, deguda a la ja esmentada alta concentració de sulfats (Fig. 11B) i conductivitat registrada a aquests punts. També s'observa una tendència en la concentració de nitrats (Fig. 11C), sent aquesta més elevada als punts amb AAR a la conca de drenatge.

Per tal de contrastar la tendència assenyalada al anàlisi MDS, es va realitzar un anàlisi de contrast no paramètric (Kruskal-Wallis) i així avaluar les diferències de les variables fisicoquímiques (T^a , conductivitat, oxigen dissolt, pH, nitrats, fosfats, clorurs i fluorurs) en funció de l'existència d'AAR a la conca de drenatge. L'anàlisi confirma que tant la concentració de nitrats com la conductivitat són significativament superiors als punts 2 respecte dels punts control (Fig. 12, $p < 0,01$). Aquest increment es pot relacionar amb un efecte de l'AAR, sobre tot al cas dels nitrats, ja que la seva concentració als punts 2 (4,51 mg/L de mitjana) sol ser superior a la de aigües superficials no sotmeses a impactes (USEPA). També les temperatures registrades són significativament superiors als punts 2 (Anova, $p < 0,05$), tot i que el rang registrat a aquests punts (11,0 – 14,9 °C) està lluny de valors que puguin generar efectes negatius sobre el funcionament dels ecosistemes aquàtics (p. e. hipòxia). L'increment de la temperatura als punts aigües avall pot ser perfectament degut a estar situats en general a menys altitud, tot i que aquesta tendència no és significativa (Kruskal-Wallis, $p > 0,05$).

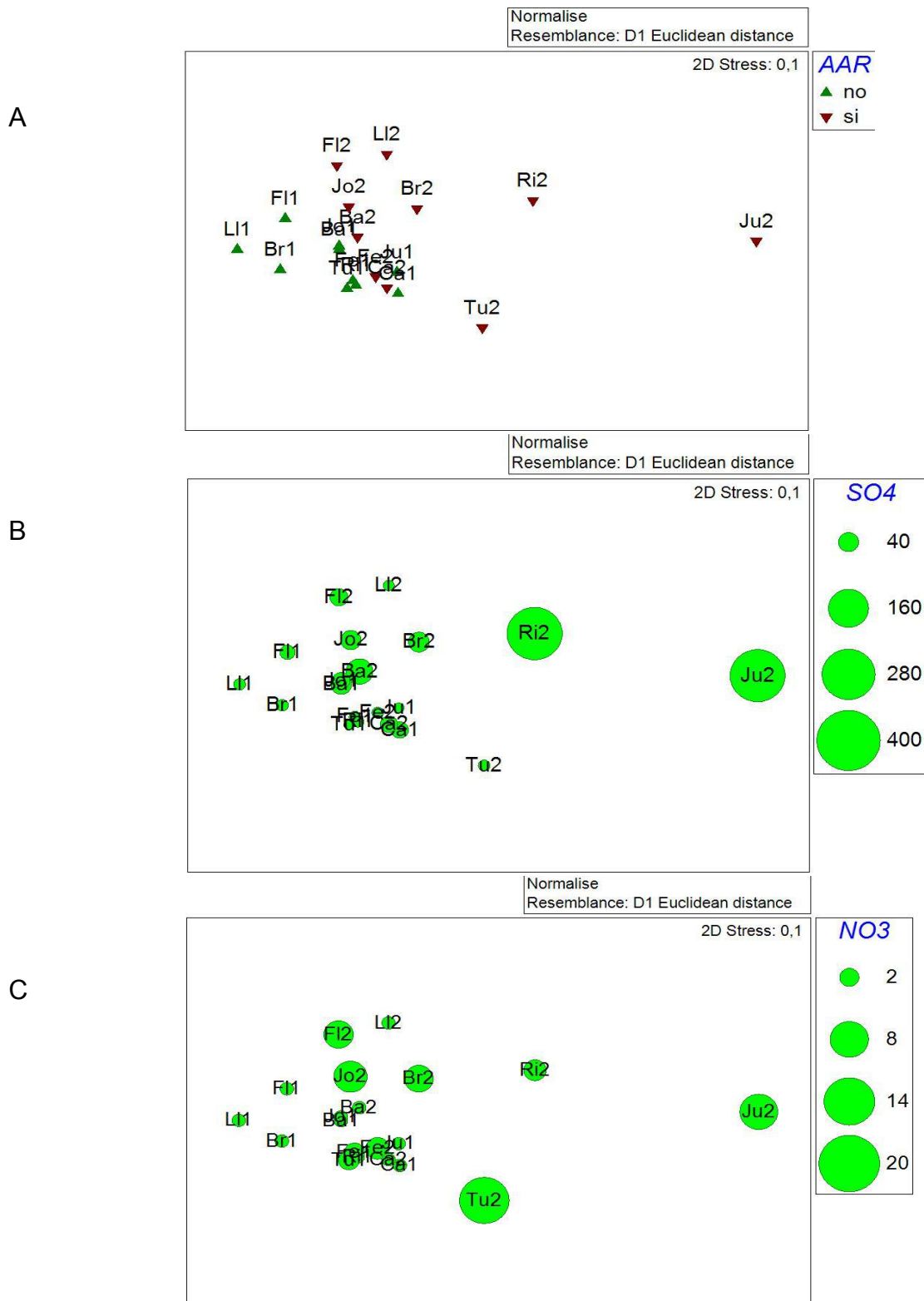


Fig. 11. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de les variables fisicoquímiques (T^a , conductivitat, oxigen dissolt, pH, nitrats, fosfats, clorurs i fluorurs). A) es representen les categories 1 i 2. B) es representen els punts amb cercles proporcionals a la concentració de sulfats en mg/L. C) es representen els punts amb cercles proporcionals a la concentració de nitrats en mg/L

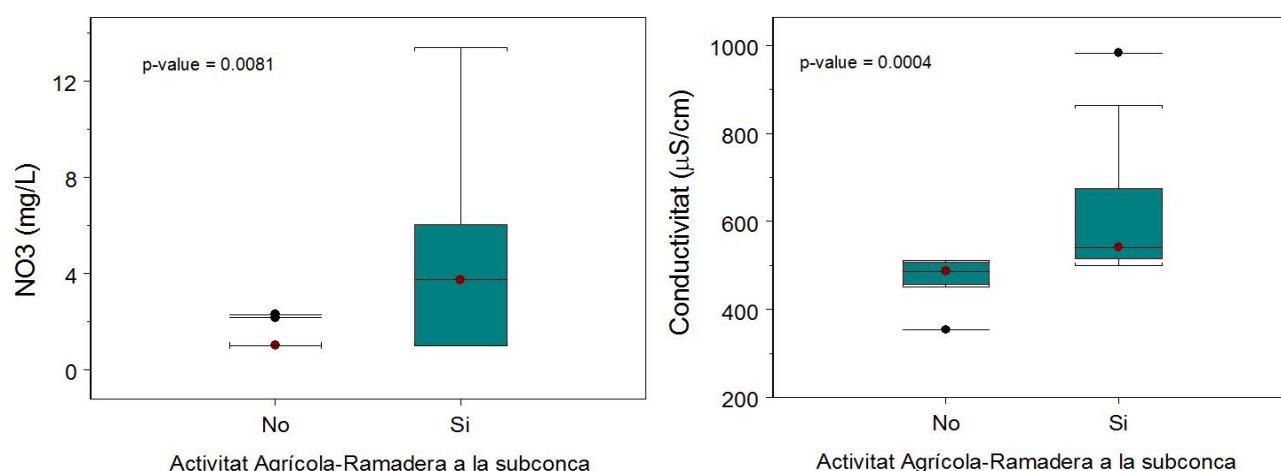


Fig. 12. Boxplots representant la concentració de nitrats i conductivitat als cursos fluvials amb i sense activitat agrícola i ramadera a la conca de drenatge.

5.3.2 Influència en la qualitat hidromorfològica del cursos d'aigua

L'ordenació espacial de les mostres a través de l'anàlisi MDS tenint en compte les variables de qualitat hidromorfològica (cabal, IHF i variables associades, QBR i variables associades) separa els punts 1 dels punts 2, indicant diferències en la seva hidromorfologia (Fig. 13). Els punts més desviats són FI2 i Ju2, que presenten els valors mínims per a l'índex QBR (35 i 60 sobre 100), grau de cobertura de la ribera (25% i 40%) i connectivitat del bosc de ribera amb l'ecosistema adjacent (0% i 15%, Fig. 14).

Avaluades les variables una a una, les úniques que presenten diferències significatives (Kruskal-Wallis, $p < 0,01$) als trams control respecte dels situats aigües avall són precisament el QBR, el grau de cobertura i la connectivitat (Fig. 15). Aquestes mètriques presenten pràcticament sempre valors més baixos als punts 2. Com ja s'ha esmentat, els boscos de ribera dels rius i rieres estudiats pateixen un impacte degut a la AAR. Resulta indicat ressaltar que el bosc de ribera aconsegueix importants funcions ecològiques, físiques i hidrològiques als cursos fluvials (regulació del microclima, manteniment del cabal, estabilització de marges, retenció de sediments, amortiment de crescudes, estabilització de l'aquífer, creació d'hàbitats, fonts d'aliment, filtre de nutrients i contaminants, entre d'altres; Allan & Castillo 2007, Prat et al. 2008). Així, als punts aigües avall queden

reduïdes diverses funcions ecosistèmiques i augmenta la seva vulnerabilitat envers possibles impactes.

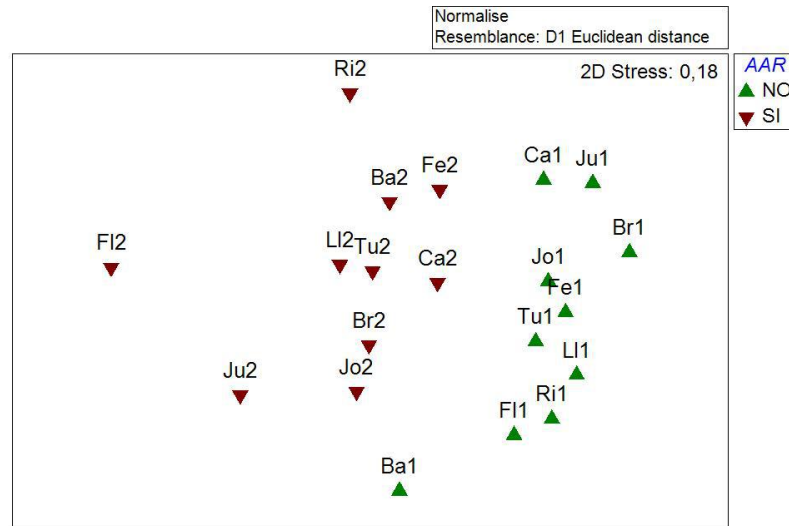


Fig. 13. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de les variables hidromorfològiques (Cabal; IHF i variables associades -heterogeneïtat del substrat, altres elements d'heterogeneïtat, diversitat i dominància de grups vegetals, combinació de règims de velocitat i fondària-; QBR i variables associades -grau de cobertura, connectivitat amb ecosistemes adjacents i grau de recobriment vegetal de la riba-).

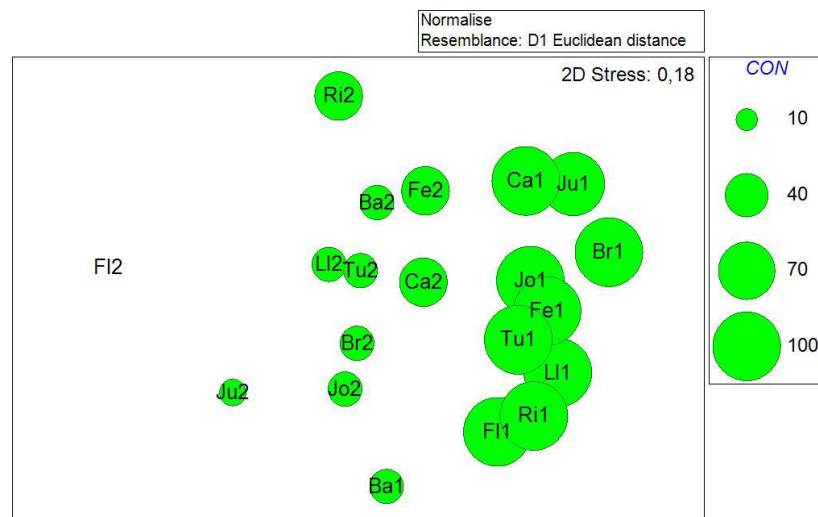


Fig. 14. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de les variables hidromorfològiques. El diàmetre dels cercles representa el percentatge de connectivitat del bosc de ribera amb l'ecosistema adjacent.

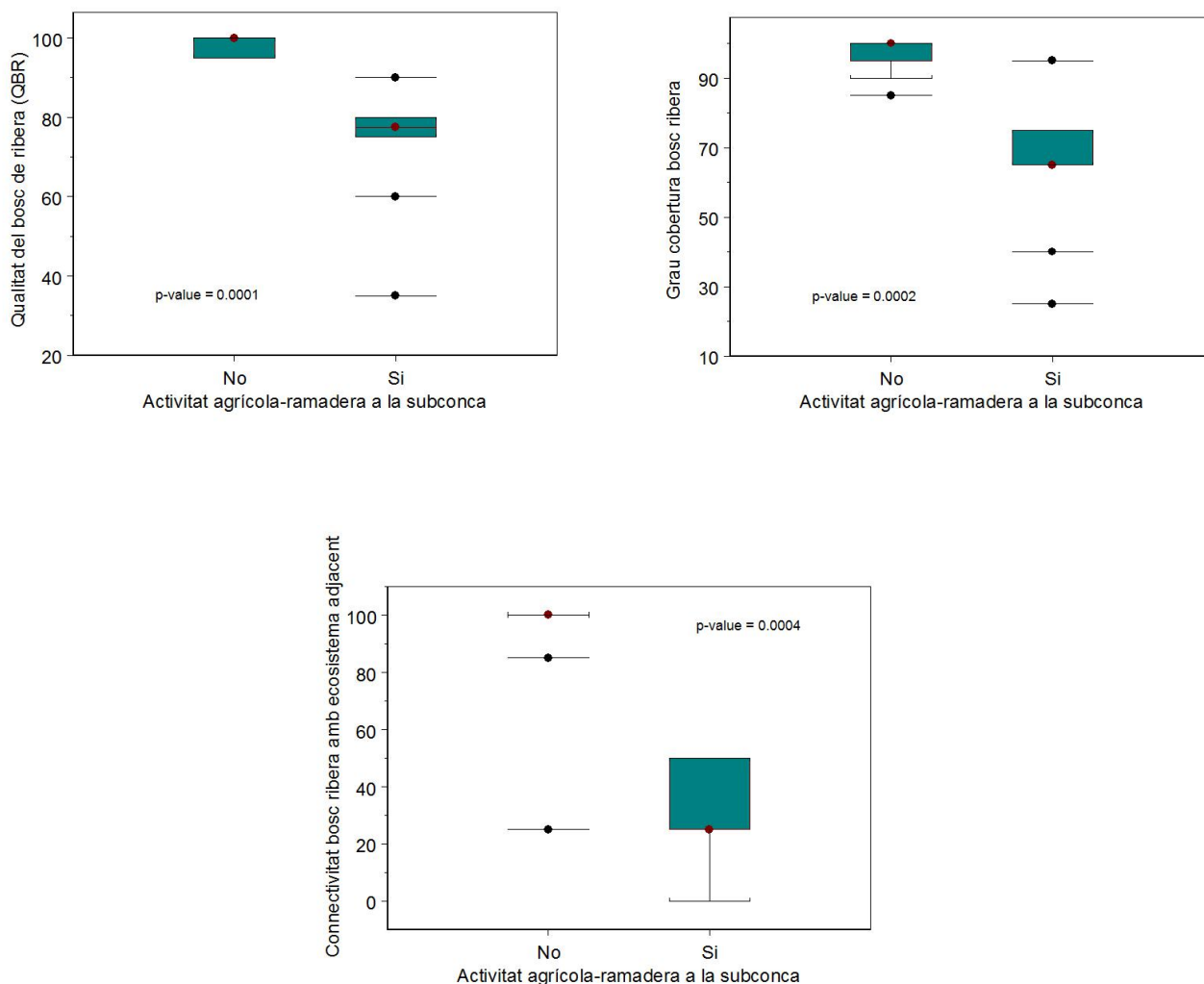


Fig. 15. Boxplots representant les diferències en l'índex de qualitat del bosc de ribera (QBR), grau de cobertura del bosc de ribera i connectivitat del bosc de ribera amb l'ecosistema adjacent entre els cursos fluvials amb i sense activitat agrícola i ramadera a la conca de drenatge.

Al contrari, les característiques hidromorfològiques de la llera (cabal, IHF i variables associades a l'IHF) no presenten diferències significatives entre punts 1 i 2. Això indica que tant la diversitat d'hàbitats per a les comunitats de macroinvertebrats com les característiques del llit i el cabal són similars entre els punts amb independència de si es desenvolupa o no una AAR a la conca de drenatge.

5.3.3 Influència en la qualitat biològica: Índexs de macroinvertebrats bentònics.

Si es realitza un anàlisi MDS tenint en compte només els indicadors de qualitat biològica basats en macroinvertebrats bentònics (diversitat de famílies, IBMWP, BMWP, IASPT, ASPTC, EPT_F, EPT_G) no apareixen tendències clares de variabilitat de les mostres quant a l'AAR (Fig. 16), és a dir, que l'AAR no sembla tenir cap influència en la riquesa ni la qualitat bioindicadora de les comunitats de macroinvertebrats. Es pot apreciar, no obstant, la tendència ja esmentada que relaciona el punts de la conca del Ter (Brugent i Llémena) amb una davallada en la riquesa de famílies.

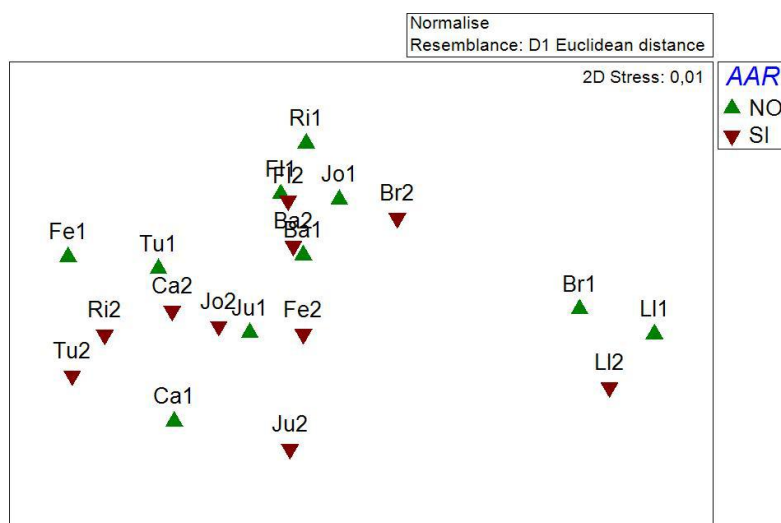


Fig. 16. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de les variables de qualitat biològica (riquesa de famílies i índexs IBMWP, BMWPC, IASPT, ASPTC, ETP_F, ETP_G).

Aquesta tendència queda confirmada quan realitzem un anàlisi de contrast (Anova, Kruskal-Wallis) si s'analitzen les variables una a una. Cap dels índexs de qualitat biològica presenta diferències significatives ($p > 0,05$) entre els punts control i els situats aigües avall (Fig. 17).

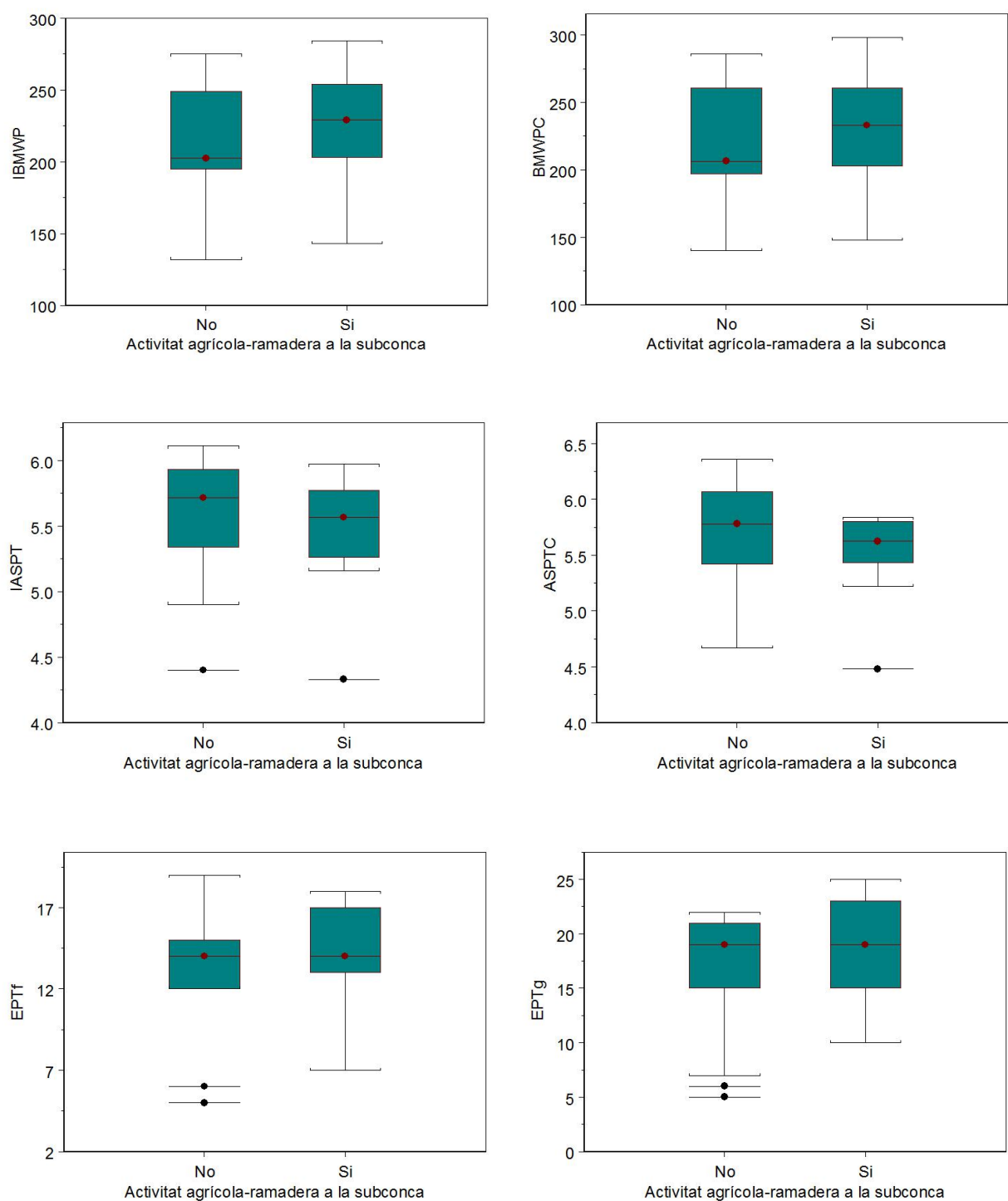


Fig. 17. Boxplots representant els valors dels índexs de qualitat biològica als cursos fluvials amb i sense activitat agrícola i ramadera a la conca de drenatge.

La intensitat agrícola i ramadera, expressada en superfície total o percentatge de la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR tampoc no es relaciona amb canvis en la qualitat biològica. Si considerem l'increment del valor dels índexs de qualitat entre parelles de punts (amunt i avall), no trobem cap relació significativa amb la intensitat agrícola (superfície total o % de la superfície destinat a AAR). Així, un anàlisi de regressió entre ambdós factors no només no presenta cap relació significativa (Taula 9, exemple gràfic amb l'índex IBMWP a la Fig. 18), si no que en molts casos, l'increment del valor dels índexs entre els punts control i els punts aigües avall és negatiu, és a dir, que la qualitat biològica és major en els punts situats aigües avall.

Taula 9. Paràmetres de l'anàlisi de regressió entre l'increment dels índexs de qualitat biològica entre parelles de punts de mostreig (variable dependent) i la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR (variable independent). Esquerra: superfície total; dreta: % de superfície. (F = riquesa de famílies).

Variable	R ²	Error estàndar	P-valor	Variable	R ²	Error estàndar	P-valor
ΔF	0.0010	0.0128	0.9297	ΔF	0.0129	0.3017	0.7541
$\Delta IBMWP$	0.0029	0.0649	0.8831	$\Delta IBMWP$	0.0004	1,5930	0.9547
$\Delta BMWPC$	0.0032	0.0690	0.8763	$\Delta BMWPC$	0.0005	1,6367	0.9493
$\Delta IASPT$	0.0016	0.0007	0.9139	$\Delta IASPT$	0.0219	0.0176	0.6827
$\Delta ASPTC$	0.0103	0.0008	0.7799	$\Delta ASPTC$	0.0705	0.0183	0.4583
ΔEPT_F	0.0523	0.0068	0.5251	ΔEPT_F	0.0529	0.1606	0.5225
ΔEPT_G	0.0700	0.0073	0.4599	ΔEPT_G	0.0416	0.1752	0.5718

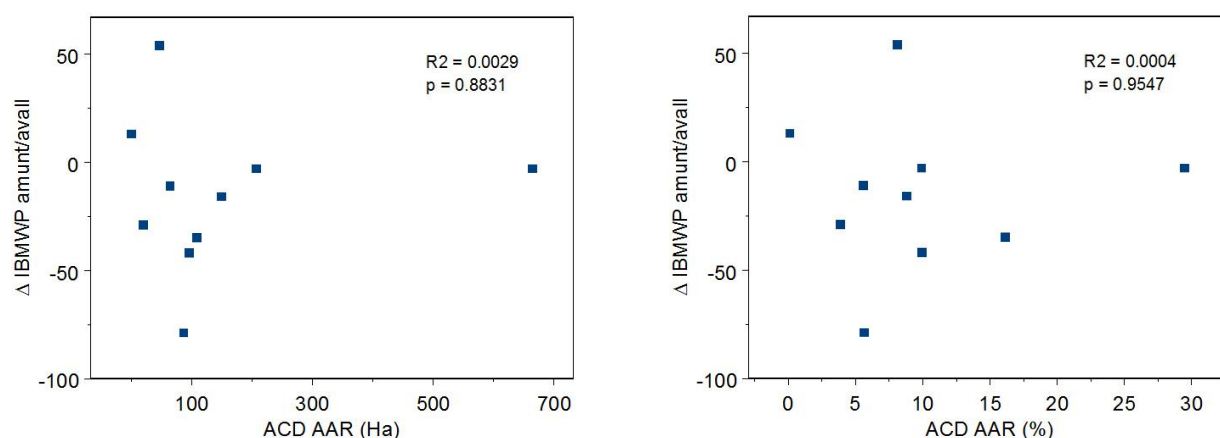


Fig. 18. Gràfic de dispersió on es representa l'increment entre parelles de punts de l'índex IBMWP en relació a la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR (ACD AAR). Esquerra, superfície total; dreta, % de superfície.

Un dels objectius d'aquest estudi és trobar un llindar d'intensitat agrícola i ramadera a partir del qual es comença a observar un decrement en la qualitat biològica indicada pels macroinvertebrats bentònics. Duent a terme un anàlisi de regressió considerant només els punts amb AAR a la conca de drenatge (punts 2), tampoc s'observa cap correlació significativa entre els índex de qualitat biològica amb la superfície total ni amb el percentatge de la conca de drenatge destinada a AAR (Taula 10, exemple gràfic amb l'índex IBMWP a la Fig. 19). Això indica que aquest llindar es dona en condicions d'una major intensitat d'AAR i que les intensitats considerades en aquest estudi no generen canvis en la qualitat biològica a la resolució que ofereixen els índexs utilitzats.

Taula 10. Paràmetres de l'anàlisi de regressió entre els valors dels índexs de qualitat biològica als punts 2 (variable dependent) i la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR (variable independent). Esquerra: superfície total; dreta: % de superfície. (F = riquesa de famílies).

Variable	R ²	Error estàndar	P-valor	Variable	R ²	Error estàndar	P-valor
F	0.0714	0.0118	0.4553	F	0.0063	0.2897	0,8270
IBMWP	0.0139	0.0806	0.7449	IBMWP	0.0004	1,9212	0.9543
BMWPC	0.0217	0.0829	0.6841	BMWPC	0.0002	1,9853	0.9663
IASPT	0.1384	0.0008	0.2898	IASPT	0.1237	0.0191	0,3190
ASPTC	0.0608	0.0007	0.4919	ASPTC	0.0780	0.0173	0.4343
EPT _F	1,20E-006	0.0062	0.9976	EPT _F	0.0237	0.1439	0.6709
EPT _G	0.0002	0.0088	0.9686	EPT _G	0.0092	0.2082	0.7919

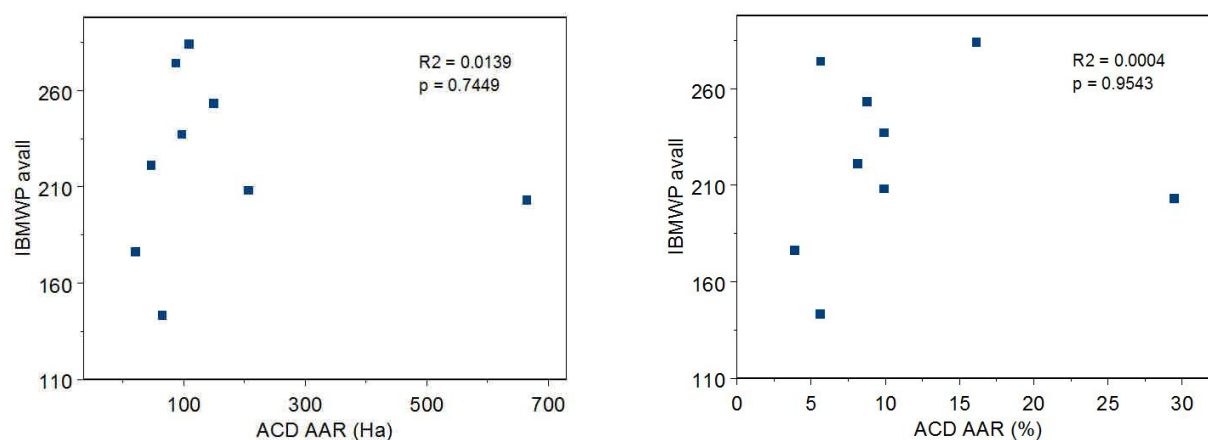


Fig. 19. Gràfic de dispersió on es representa els valors de l'índex IBMWP als punts 2 en relació a la superfície de la conca de drenatge destinada a AAR (ACD AAR). Esquerra, superfície total; dreta, % de superfície.

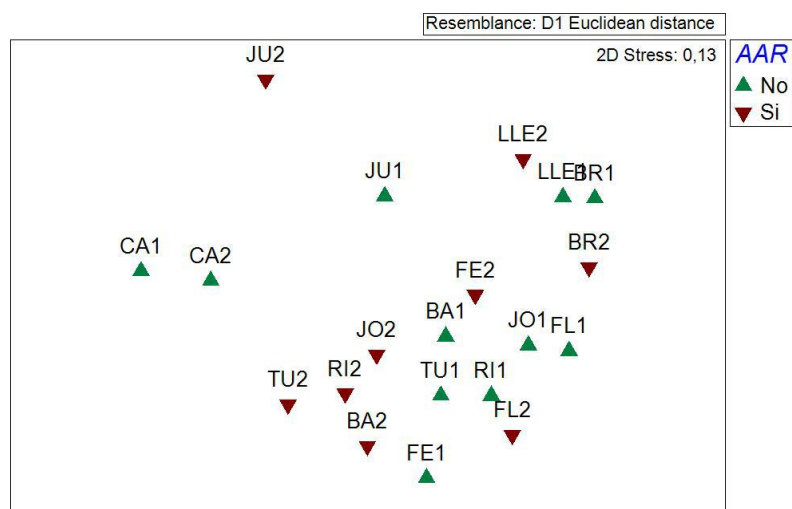
5.3.4 Influència en la qualitat biològica: Avaluació d'una major resolució taxonòmica per a l'ús dels macroinvertebrats com a bioindicadors d'AAR de baixa intensitat.

Un dels objectius del present estudi és estimar la sensibilitat de determinats grups de macroinvertebrats sota condicions de baix impacte. S'ha observat que els índexs de qualitat biològica considerats no reflecteixen canvis significatius en funció de la intensitat d'AAR considerada en aquest estudi. La seva sensibilitat està contrastada envers impactes que puguin generar canvis de categoria, fet que no es dona en aquest estudi, on tots els trams presenten una molt bona qualitat biològica (Fig. 10). Això indica una baixa aplicabilitat d'aquests índexs en condicions de baixes intensitats d'impacte. Donat que la majoria d'aquests índexs consideren els tàxons a una resolució màxima de família, una major resolució taxonòmica dels macroinvertebrats podria oferir una major sensibilitat envers una baixa intensitat d'impacte, que s'ha reflectit en determinats indicadors químics (NO_3^- , conductivitat) i hidromorfològics (QBR).

Amb aquesta finalitat s'ha dut a terme un anàlisi MDS incloent com a variables la composició de gèneres de la totalitat de tàxons, així com la composició d'espècies dels ordres Ephemeroptera i Plecoptera (els únics ordres que s'han determinat a nivell d'espècie en la pràctica totalitat dels casos).

Els resultats indiquen que ni la composició de gèneres (Fig. 20A), ni la composició d'espècies d'efemeròpters i plecòpters (Fig. 20B) no presenten diferències entre les mostres control i les mostres amb AAR a la conca. Així, la intensitat d'AAR considerada en aquest estudi no presenta efectes sobre la qualitat biològica tot i considerar una major resolució taxonòmica.

A



B

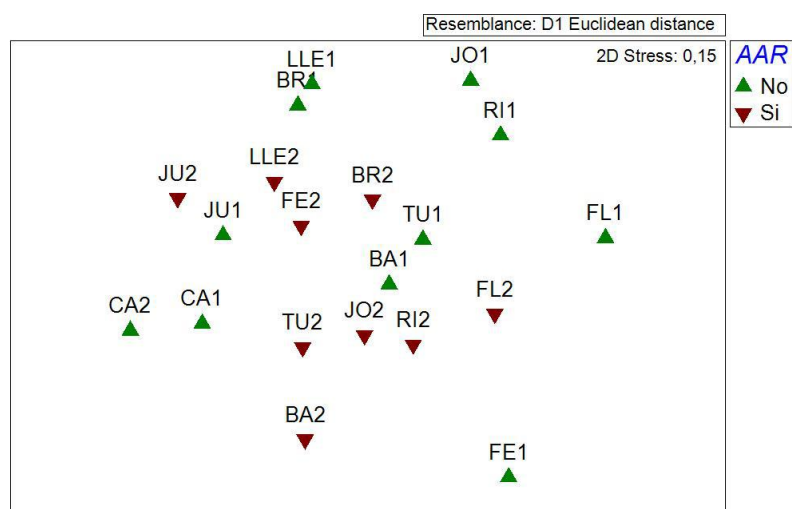


Fig. 20. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de la composició de gèneres (A) i de la composició d'espècies d'efemeròpters i plecòpters (B) dels cursos fluvials estudiats.

5.3.5 AAR i estat ecològic

Si bé trobem que l'AAR a l'àrea d'estudi té influència en certs aspectes de la qualitat fisicoquímica (NO_3^- , conductivitat elèctrica) i hidromorfològica (qualitat del bosc de ribera), aquesta influència no es reflecteix en la qualitat biològica indicada pels macroinvertebrats bentònics. L'impacte sobre la qualitat fisicoquímica de l'aigua no pot considerar-se molt greu més que en alguns casos puntuals ja esmentats (Ju2, Ri2, Tu2) on, si excloem l'excés de nitrats del punt Tu2, no es pot descartar que siguin valors puntuals deguts a alguna activitat esporàdica. Per una altra banda, tot i que sí trobem una influència de la AAR en la qualitat del bosc de ribera, amb casos extrems, no així sobre les característiques hidromorfològiques de la llera. Tot plegat indica que la intensitat d'AAR considerada en aquest estudi no suposa, en general, canvis significatius respecte de condicions inalterades als cursos fluvials estudiats o bé les alteracions són d'escassa importància.

Aquest estudi exclou trams fluvials sotmesos a altres tipus d'impacte (urbà, industrial) per tal d'aïllar l'efecte de la AAR. Així, queden també exclosos trams fluvials de la comarca amb una major intensitat d'AAR, ja que en tots els casos queden situats aigües avall d'abocaments urbans o industrials. En aquest sentit, no es pot avaluar amb el mitjans disponibles l'efecte que majors intensitats d'AAR poguessin tenir sobre l'estat ecològic dels rius i rieres de la Garrotxa sense poder discriminar-los d'altres tipus d'impacte.

5.4 Determinació dels trams fluvials de referència.

Com ja s'ha explicat, l'estat de referència quan parlem d'avaluació d'estat ecològic, és aquell que no presenta cap impacte susceptible de generar alteracions a l'ecosistema. En aquest sentit, la majoria dels trams d'aquest estudi aconsegueixen o estan molt propers a aquestes condicions.

A l'hora de determinar els punts de referència dins d'aquest estudi, s'ha de començar per excloure els punts 2, ja que el fet que tots ells pateixin una alteració de la qualitat del bosc de ribera en major o menor mesura (Fig. 9), exclou la possibilitat de considerar-los com a trams de referència. Al contrari, els punts control aconsegueixen tots els requisits biològics, fisicoquímics i hidromorfològics per a ser considerats com a trams de referència (Puntí 2007, Sánchez-Montoya et al. 2009).

Per una altra banda, els punts control, establerts segons els criteris esmentats a l'apartat de metodologia, en alguns casos tenen una superfície reduïda de la conca de drenatge, degut a la dificultat per trobar trams d'estudi amb conques més grans que complissin la resta de requeriments. S'ha observat que aquest fet té una influència sobre la comunitat de macroinvertebrats. Així, trobem una relació positiva significativa entre la riquesa de famílies i la grandària de la conca de drenatge (Taula 11, Fig. 21), de manera que les conques més petites presenten una menor riquesa de macroinvertebrats i, en conseqüència, menors valors dels índexs IBMWP i BMWPC. La grandària de la conca i la seva influència sobre els períodes en què la llera queda eixuta resulta un factor important en la composició de les comunitats de macroinvertebrats bentònics als rius mediterranis (Puntí 2007). Així, la grandària de la conca d'alguns punts control d'aquest estudi, juntament amb el cabal, amb el que està fortament relacionat (Fig. 7) genera un règim hídric massa intermitent. Això no permetria l'establiment d'espècies no adaptades a cursos amb una alta temporalitat, cosa que impossibilita una comparativa acurada amb els punts aigües avall si es fan servir aquests índexs (riquesa de famílies, IBMWP i BMWPC). Aquesta relació, però, no s'ha trobat amb els índexs ASPT ni EPT (Taula 11), cosa que indica que aquesta davallada en la riquesa de famílies en conques de drenatge petites no afecta al valor bioindicador mitjà de les comunitats de macroinvertebrats (ASPT) ni a les famílies d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters (EPT) que solen tenir un alt valor

bioindicador (Hodkinson & Jackson 2005) i són comunes a trams de capçalera. Això mostra que aquests darrers índexs són més acurats en conques de poca grandària i que la comparativa entre punts control i aigües avall és acurada si es fan servir aquests índexs.

Taula 11. Paràmetres de l'anàlisi de regressió entre els índexs de qualitat biològica als punts 1 (variable dependent) i la superfície de la conca de drenatge (variable independent). Els valors en negreta i amb asterisc mostren correlacions estadísticament significatives.

Variable	R ²	Error estàndar	P-valor
F	0.6286	0.0075	0.0036*
IBMWP	0.4023	0.0652	0.0360*
BMWPC	0.3639	0.0671	0.0494*
IASPT	0.0020	0.0009	0.8948
ASPTC	0.0001	0.0010	0.9736
EPT _F	0.1264	0.0070	0.2833
EPT _G	0.2658	0.0082	0.1045

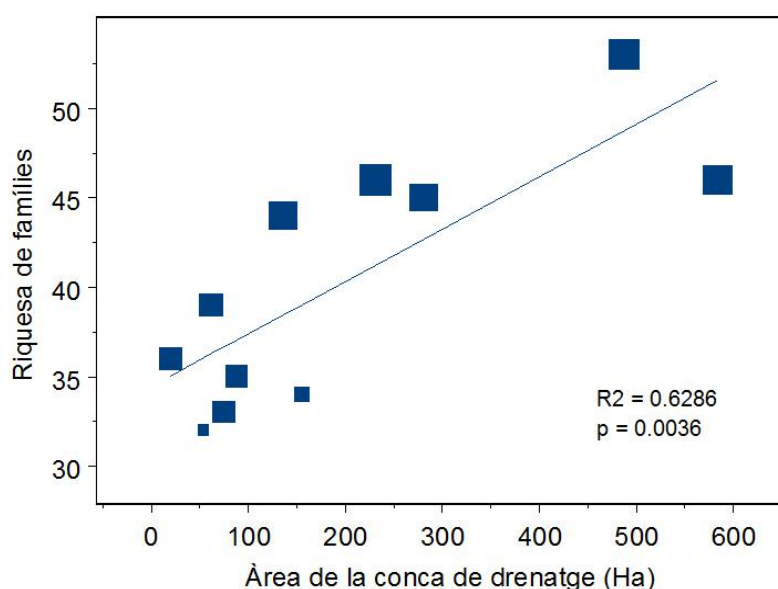


Fig. 21. Gràfic de dispersió on es representa la riquesa de famílies de macroinvertebrats bentònics en relació a la superfície de la conca de drenatge dels punts control. La grandària dels punts representa els valors de l'índex IBMWP.

Tenint en compte l'absència d'impactes als punts control i l'efecte de la conca de drenatge sobre la riquesa de famílies, l'establiment dels trams de referència a la Garrotxa passa per considerar trams amb una conca de drenatge amb prou superfície com per acollir una diversitat d'espècies que no exclogui aquelles no adaptades als períodes de sequera. Així, punts control com els de la riera de Ca n'Illa (Ca1), Ferró (Fe1) i Junyell (Ju1), en són bons exemples, amb una superfície de conca de drenatge entre 231 i 488 Ha. A més, totes presenten valors d'IHF i riquesa de famílies per sobre de la mitjana, amb el punt Ca1 presentant els màxims. Aquests punts, doncs, serien òptims com per considerar-los trams de referència a la Garrotxa. Això no exclou la possibilitat de fer servir altres dels punts control com a referència sempre que es facin servir els índexs ASPT i EPT, que no presenten variacions significatives en funció de la grandària de la conca de drenatge.

5.5 Tendències en la composició faunística als cursos fluvials

La composició faunística de les comunitats de macroinvertebrats a nivell de família diferencia clarament els cursos fluvials en funció de la conca principal (Ter / Fluvià). Un anàlisi MDS tenint en compte la composició de famílies present als trams de mostreig, fent servir una matriu de presència/absència recolza aquest extrem. Així l'ordenació de les mostres reflexa aquesta dissimilaritat entre conques (Fig. 22). En la majoria dels casos, aquesta diferència es deu a l'absència de famílies al Brugent i al Llémena que sí estan presents als cursos de la conca del Fluvià. Aquesta davallada a la riquesa de famílies (Fig. 6) es reflecteix doncs en la composició de famílies de la comunitat.

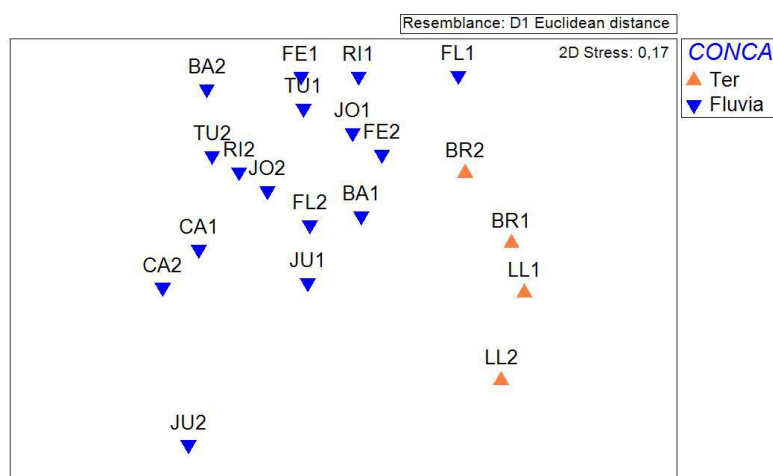


Fig. 22. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de la composició de famílies en termes de presència/absència. Els tàxons Nematoda, Oligochaeta, Branchiopoda, Copepoda, Ostracoda, Hydracarina i Collembola s'hi han inclòs a l'anàlisi a aquest nivell de resolució taxonòmica.

Si es realitza un anàlisi més acurat, tenint en compte la composició faunística de les comunitats de macroinvertebrats a una major resolució taxonòmica (gènere), aquesta tendència es manté i no només això, si no que s'observa també una diferenciació dins de la conca del Fluvià entre dos àmbits geogràfics (Fig. 1): els cursos fluvials situats a l'Oest (Joanetes, Fluvià, Ridaura, Ferrò i Bac) i els de l'Est (Turonell, Ca n'Illa i Junyell). Així, l'ordenació gràfica bidimensional que genera l'anàlisi MDS agrupa clarament els punts segons aquests àmbits geogràfics (Fig. 23), si bé el riu Turonell, sobre tot al punt control,

no segueix aquesta tendència. La dissimilaritat màxima s'observa entre els punts de la conca del Ter i de l'Est del Fluvià.

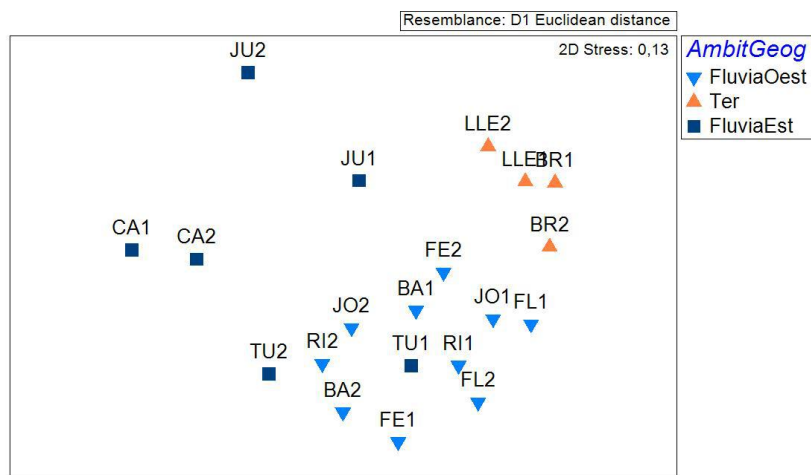


Fig. 23. Ordenació de les mostres segons l'anàlisi MDS de la composició de gèneres en termes de presència/absència. No s'han inclòs a l'anàlisi els macroinvertebrats que no s'han pogut identificar a nivell de gènere, excepte els presents només en una sola mostra o els morfotips a nivell de família. Tampoc no s'han inclòs els quironòmids per fer-se les identifikacions a través de les exúvies, que no són representatives del punt de mostreig.

Aquestes diferències queden definides per la similitud en la composició faunística de les comunitats dintre dels diferents àmbits, i se'n poden observar algunes tendències.

Les diferències entre conques principals (Fluvià-Ter) queden en part definides per gèneres i espècies no trobats a les comunitats de la conca del Ter (més pobre), però força estesos a la resta de punts de la conca del Fluvià, com ara *Potamopyrgus* (Gastropoda), *Habroleptoides* (Ephemeroptera), *Leuctra* (Plecoptera), *Calopteryx*, *Boyeria irene* (Odonata), *Micronecta* (Heteroptera), *Pomatinus*, totes les famílies d'èlmids excepte *Oulimnius* (Coleoptera), *Ibisia*, *Hemerodromia* (Diptera), *Polycentropus* o *Sericostoma* (Trichoptera). Aquest conjunt inclou invertebrats que presenten requeriments ecològics molt dispars i conseqüentment resulta difícil trobar una explicació de la seva absència a la conca del Ter si es té en compta només una influència de les condicions ambientals.

Les diferències entre els altres àmbits geogràfics venen en part donades per la presència de gèneres i espècies trobades exclusivament a punts de l'àmbit Fluvià Est, com *Thraulius*

bellus (Ephemeroptera), *Scarodytes*, *Peltodytes* (Coleoptera), *Calamoceras marsupus*, *Setodes* (Trichoptera), o bé amb molt poca presència a l'àmbit Fluvià Oest i absència total a la conca del Ter, com *Platycnemis* (Odonata) o *Atrichops crassipes* i *Dicranota* (Diptera).

Per una altra banda, també s'han trobat gèneres i espècies exclusivament a l'àmbit Fluvià Oest, com *Cordulegaster boltonii* (Odonata) o *Eloeophila* (diptera). També destaca que *Isoperla grammatica* (Plecoptera) estigui present a tots els punts d'aquest àmbit. També destaca als cursos d'aquest àmbit l'absència total de troballes dels gèneres *Cloëon* (Ephemeroptera), *Notonecta* (Heteroptera) i *Haliphus* (Coleoptera), tots tres típics de ambients lenítics (sense corrent), cosa que indica una dominància d'ambients reòfils a aquests trams. *Cordulegaster boltonii* n'és un bon indicador, ja que té preferència per aigües ben oxigenades (Lockwood & Oliver 2007).

Per avaluar els canvis ambientals als diferents àmbits geogràfics que puguin explicar aquestes diferències en la composició de les comunitats de macroinvertebrats, es presenten els resultats d'un anàlisi de components principals (PCA, Taula 12, Fig. 24). S'hi han inclòs les variables de la conca (altitud, àrea de la conca de drenatge, pendent), hidromorfològiques i fisicoquímiques. Aquest anàlisi explica un 65,1% de la variabilitat de les mostres només amb els tres primers components i s'observa una ordenació que discrimina clarament els punts de l'Est de la conca del Fluvià de la resta.

Taula 12. Coeficients de correlació de les variables ambientals amb el tres primers components del PCA.

Variable	PC1	PC2	PC3
Altitud	-0,330	-0,310	-0,209
Àrea donca drenatge	0,327	-0,354	-0,150
Cabal	0,155	-0,080	-0,615
Pendent	-0,301	-0,147	0,009
Temperatura	0,365	0,154	-0,021
% Oxigen	0,025	-0,174	-0,518
Conductivitat	0,352	-0,111	0,005
pH	-0,138	-0,522	0,096
NO3	0,253	-0,076	0,153
Cl	0,233	-0,213	0,306
SO4	0,296	-0,109	-0,135
FI	0,284	0,377	0,017
IHF	0,018	0,286	-0,353
QBR	-0,325	0,353	-0,129

El primer component explica un 35,7% de la variabilitat de les mostres. Es relaciona sobretot amb la pendent, la temperatura, l'altitud i la conductivitat i relaciona la majoria de cursos del Fluvià Est amb altes temperatures, poca pendent i baixa altitud. Els punts de l'Oest de la conca del Fluvià i els del Ter no segueixen en general aquesta tendència.

El segon component explica un 15,6% de la variabilitat entre les mostres i es relaciona amb l'àrea de la conca de drenatge, el pH, la concentració de fluorurs i el QBR. S'observa una relació dels cursos del Fluvià Est amb un menor pH i major concentració de fluorurs, però com ja s'ha esmentat, els rangs d'aquests valors no són prou extrems com per generar canvis en les comunitats. Així, també s'observa una relació d'aquest àmbit geogràfic amb valors intermitjos de la conca de drenatge i QBR. Els punts dels àmbits Ter i Fluvià Oest queden repartits al llarg tot el gradient del segon eix i no mostren una tendència clara.

El tercer component explica un 13,8% de la variabilitat dels punts de mostreig i es relaciona principalment amb el cabal, el % d'oxigen dissolt i el IHF. S'observa una tendència que relaciona als punts del Ter i del Fluvià Est amb baixos cabals circulants i menor percentatge d'oxigen dissolt que als cursos del Fluvià Oest.

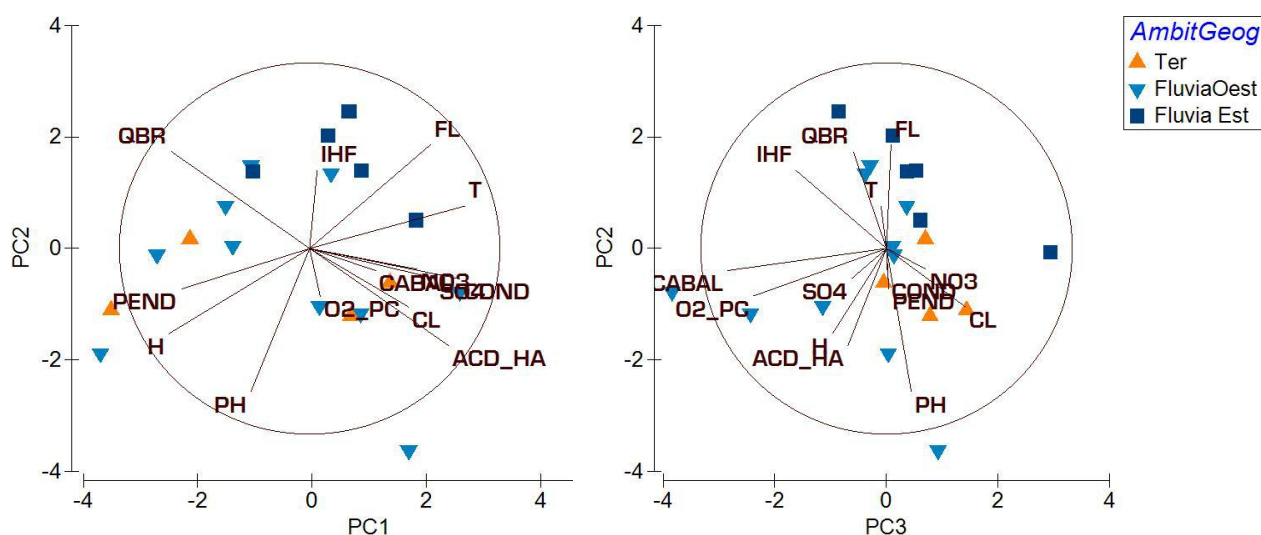


Fig. 24. Anàlisi de components principals (PCA) representant la ordenació de les mostres respecte de les variables de la conca, hidromorfològiques i fisicoquímiques. A l'esquerra es representen els components 1 i 2, a la dreta els components 2 i 3. Les línies representen la correlació de les variables ambientals amb cadascú dels components principals. *PEND* = Pendent; *H* = altitud; *ACD_HA* = àrea de la conca de drenatge (Ha); *T* = T°; *PH* = pH; *O2_PC* = oxigen dissolt (%); *IHF* = Índex d'hàbitat fluvial; *QBR* = Índex de qualitat del bosc de ribera; *NO3*, *SO4*, *FL*, i *CL* = concentracions de nitrats, sulfats, fluorurs i clorurs.

Així, aquest anàlisi discrimina clarament els cursos fluvials situats a l'àmbit Fluvià Est, relacionant-los amb condicions més tèrmiques, amb poca pendent i per tant poques turbulències i dominància d'ambients lenítics, factors que provoquen un descens de l'oxigen dissolt. Així doncs, una influència més mediterrània deguda a un descens altitudinal, així com una hidromorfologia més típica de trams mitjos o valls de relleu més suau poden explicar les diferències en les comunitats. La presència exclusiva a aquest àmbit geogràfic d'espècies com *Calamoceras marsupus* (Trichoptera) o *Thraulius bellus* (Ephemeroptera) recolza aquesta idea, ja que tenen preferència per trams mitjans i aigües templades (Puig 1999; Vieira-Lanero 2000). Una excepció a les tendències dins de l'àmbit Fluvià Est quant a les variables ambientals i la composició faunística de la comunitat de macroinvertebrats (Figs. 23, 24) és el punt Tu1 (Turonell), situat al tram alt de la conca, en una vall més tancada d'orientació NO i a més altitud. Tots aquests factors generen un ambient més proper a la resta de punts estudiats a l'Oest de la conca del Fluvià.

Per una altra banda, l'anàlisi indica una tendència de major cabal i oxigen dissolt als cursos estudiats de l'àmbit Fluvià Oest, fet assenyalat per la forta dominància d'espècies indicadores com *Cordulegaster boltonii* (Odonata) o *Isoperla grammatica* (Plecoptera) i l'absència de organismes d'aigües quietes com *Cloëon* (Ephemeroptera), *Notonecta* (Heteroptera) i *Halipplus* (Coleoptera).

Les comunitats dels trams mostrejats a la conca del Ter estarien influenciades per menors valors de cabal i oxigen dissolt que els punts de l'Oest de la conca del Fluvià, a l'hora que per condicions menys tèrmiques que els trams de l'Est. Un extrem d'aquesta tendència en són les capçaleres (Br1 i Ll1). A més, la presència a aquests punts de dos tricòpters adaptats a trams de capçalera temporals, *Mesophylax* i *Glyphotaelius pellucidus* (Bonada et al 2008, Vieira-Lanero 2000), respon a aquestes condicions. De totes maneres, no passa el mateix amb els punts aigües avall, i una diferència tan marcada de les comunitats dels punts de la conca del Ter respecte de la conca del Fluvià (Figs. 22, 23) sembla difícil d'explicar pels canvis en les condicions ambientals, que no generen diferències tan marcades entre conques al PCA (Fig. 24). També és significatiu que cap de les variables hidromorfològiques ni fisicoquímiques, excepte la concentració de clorurs i fluorurs, que en cap cas assoleixen concentracions fora de rang en aigües dolces en condicions naturals, presenti diferències significatives entre conques (Anova, $p > 0,05$). Així, tant la

menor riquesa taxonòmica com l'absència de tàxons amb diversos requeriments ecològics observades a la conca del Ter pot estar influenciada per causes complementàries. En aquest sentit, és interessant valorar el que es coneix com a 'equilibri estable múltiple' i els 'efectes de prioritat' i la seva influència sobre la composició de les comunitats. Així, s'ha descrit (Chase 2003) que, a similars condicions ambientals regionals (efectes determinístics) poden existir comunitats molt diferents entre sí a una escala més local degut a efectes estocàstics (com ara processos de colonització, extinció, i taxes de natalitat i mortalitat). La variabilitat a escala local en la composició de les comunitats sol ser més probable en determinades condicions (Chase 2003), que en aquest cas s'acompleixen (baixa alteració dels ecosistemes, taxes mitges-altes de productivitat, presència de barreres físiques i alta diversitat regional d'espècies que potencialment puguin formar part de la comunitat). En molts casos, aquestes diferències en la composició de les comunitats depenen en gran mesura de l'ordre en què les espècies van colonitzar l'espai físic en un primer moment (efecte de prioritat) i de la seva capacitat per evitar la colonització de noves espècies (Chase & Leibold 2002; Chase 2003). Així, processos de colonització i competència associats al fet de pertànyer a una conca principal diferent poden accentuar la singularitat de les comunitats dels punts de la conca del Ter d'aquest estudi, comunitats en general més pobres i amb una composició fortament dissimilar respecte de la conca del Fluvià.

6. Conclusions

A) Relatives a la diversitat faunística de macroinvertebrats bentònics de la Garrotxa:

1. S'ha trobat una alta riquesa de macroinvertebrats bentònics als cursos d'aigua estudiats en comparació amb altres conques catalanes, amb 301 tàxons repartits entre sis phyla, un mínim de 96 famílies, un mínim de 191 gèneres i un mínim de 301 espècies. D'aquests, s'han identificat 90 famílies, 177 gèneres i 139 espècies.
2. El phylum més divers són els artròpodes, que representen el 85% del total de famílies de macroinvertebrats trobades. Dels artròpodes, els insectes en representen un 90,2% i dins d'aquests, els dípters un 34%, sent així els grups amb més diversitat.
3. Els trams fluvials amb més riquesa de macroinvertebrats són el Turonell al Pont del Cossei (Tu2) i Ca n'Illa a Canemàs (Ca1), amb 53 famílies. El punt més pobre és a les fonts del Llémèna (Rec Monissol, LI1), amb 34 famílies.
4. Dins d'aquest estudi, els trams fluvials de la conca del Ter presenten menys riquesa de macroinvertebrats que els de la conca del Fluvià.
5. S'han detectat diversos tàxons d'interès a l'àrea d'estudi. Espècies amenaçades, com el cranc de riu autòcton (*Austropotamobius pallipes*, Decapoda: Astacidae) o els odonats *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Calopteryx xanthosoma* (Calopterygidae), *Onychogomphus uncatus* (Gomphidae), i *Oxygastra curtisii* (Corduliidae); espècies introduïdes, com *Potamopyrgus antipodarum* (Mollusca: Hydrobiidae) i *Clogmia albipunctata* (Diptera: Psychodidae); espècies poc freqüents com *Torleya major* (Ephemeroptera: Ephemerellidae), *Thraulius bellus* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) o *Wormaldia triangulifera* (Trichoptera: Philopotamidae); i una possible nova espècie en procés de descripció: *Hydropsyche* gr. *instabilis* (Trichoptera: Hydropsychidae; Bonada et al. 2004, 2008).
6. S'ha ampliat l'àrea de distribució dins Catalunya de les espècies *Baetis catharus* (Ephemeroptera: Baetidae), *Paraleptophlebia submarginata* (Ephemeroptera:

Leptophlebiidae) i *Glyphotaenius pellucidus* (Trichoptera: Limnephilidae), que representen un primera cita a la Garrotxa. S'ha de confirmar una possible primera cita de *Orthocladius rivinus* i *Paratanytarsus lauterborni* (Diptera: Chironomidae) a la Península Ibèrica.

7. S'han detectat comunitats d'efemeròpters interessants pel que fa a la coexistència d'espècies que no solen compartir l'hàbitat o el mateix espai. Resulta especialment interessant la barreja d'espècies de muntanya i terres baixes.

B) Relatives a l'ús com a bioindicadors i a l'ecologia i distribució dels macroinvertebrats bentònics de la Garrotxa:

8. L'estat ecològic dels rius i rieres d'aquest estudi es pot considerar en general bo o molt bo, tot i que s'han detectat impactes en la qualitat fisicoquímica (altes concentracions de sulfats a Ri2 i Ju2, altes concentracions de nitrats a Tu2) i hidromorfològica (qualitat del bosc de ribera a FI2 i Ju2) en trams concrets. La qualitat biològica determinada pels índexs de macroinvertebrats als trams estudiats sempre ha estat molt bona, típica d'indrets no sotmesos a impactes importants.
9. Els trams amb AAR a la conca de drenatge presenten una pitjor qualitat fisicoquímica (nitrats, conductivitat elèctrica) i hidromorfològica (qualitat del bosc de ribera) respecte dels punts control.
10. La qualitat biològica expressada pels índexs de macroinvertebrats no presenta diferències significatives entre els punts control i els punts amb AAR a la conca de drenatge.
11. No s'ha trobat cap llinar d'intensitat agrícola i ramadera que provoqui canvis en la qualitat biològica determinada pels índexs de macroinvertebrats, cosa que indica que aquests canvis es donen sota majors intensitats d'AAR que les considerades en aquest estudi.

12. La resolució dels índexs de qualitat biològica utilitzats (IBMWP, BMWPC, IASPT, ASPTC, EPTf, EPTg) no és prou acurada envers els impactes sobre la qualitat hidromorfològica i fisicoquímica detectats en aquest estudi, que representen en general un baix grau d'alteració.
13. La composició de les comunitats de macroinvertebrats determinats a una resolució taxonòmica de gènere no presenta diferències entre els punts control i els punts amb AAR a la conca de drenatge.
14. La composició d'espècies de les comunitats d'efemeròpters i plecòpters no presenta diferències entre els punts control i els punts amb AAR a la conca de drenatge.
15. S'ha observat als punts control una relació positiva de la superfície de la conca de drenatge sobre la riquesa de macroinvertebrats, així com sobre els índexs IBMWP i BMWPC. Conseqüentment, aquests índexs no presenten una bona aplicabilitat en trams amb una superfície de conca de drenatge reduïda, o per comparar trams de conques reduïdes amb diferents grandàries de conca.
16. Es descarta una influència de la superfície de la conca de drenatge sobre l'aplicabilitat dels índexs ASPT i EPT, que no pateixen canvis relacionats amb aquesta variable.
17. Els trams de referència considerats en aquest estudi es corresponen amb punts control (absència d'impactes en la qualitat fisicoquímica, hidromorfològica i biològica) amb una grandària de conca igual o superior a 231 Ha (absència de efectes de la superfície de la conca sobre la riquesa).
18. La composició i riquesa de les comunitats de macroinvertebrats bentònics presenta diferències entre els trams d'estudi de la conca del Ter respecte dels de la conca del Fluvià.
19. Dins de la conca del Fluvià, la composició de les comunitats de macroinvertebrats bentònics presenta diferències entre els punts situats a l'Est, caracteritzats per condicions més tèrmiques, menor altitud i poca pendent, i els punts situats a l'Oest, caracteritzats per majors cabals i major oxigenació de l'aigua.

20. Les comunitats d'invertebrats de la conca del Ter, tot i estar relacionades en cert grau amb les condicions ambientals, presenten peculiaritats prou fortes com per considerar efectes estocàstics, geogràfics i de prioritat com a causes de la seva riquesa i composició faunística.

7. Catàleg fotogràfic digital.

Es presenta un catàleg fotogràfic digital de les principals famílies de macroinvertebrats bentònics identificats en aquest estudi amb un CD-ROM adjunt amb aquest treball.

El catàleg fotogràfic també es troba disponible, juntament amb una còpia digital d'aquest treball, a la pàgina web de la Biblioteca Digital del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, dins la secció 'Beques d'investigació'.

La relació d'imatges del catàleg s'inclou a la taula 13.

Taula 13. Relació d'imatges de macroinvertebrats incloses al catàleg fotogràfic digital.

	Observacions
Ph. CNIDARIA	
Cl. Hydrozoa	
F. Hydridae	
<i>Hydra</i>	
Ph. PLATYHELMINTHES	
Cl. Turbellaria	
F. Dugesidae	
<i>Dugesia</i>	
Ph. NEMATODA	
Nematoda indet.	
Ph. ANNELIDA	
Cl. Oligochaeta	
F. Naididae	
Naididae indet.	
Cl. Hirudinea	
F. Erpobdellidae	
<i>Erpobdella</i>	
Ph. MOLLUSCA	
Cl. Gastropoda	
F. Ellobiidae	
<i>Carychium</i>	
F. Lymnaeidae	
<i>Radix balthica</i>	
F. Physidae	
<i>Physella acuta</i>	
F. Planorbidae	
<i>Ancylus fluviatilis</i>	
F. Hydrobiidae	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	
Cl. Bivalvia	
F. Sphaeriidae	
<i>Pisidium personatum</i>	
	Diversos exemplars i detall de les sedes anteriors

Taula 13 (Cont.)

Ph. ARTHROPODA

SuperCl. Chelicerata

- Cl. Arachnida (superO. Acariformes)**
Acariforme indet.

SuperCl. Crustacea

Cl. Branchiopoda

- F. Daphniidae**
Daphnia

Cl. Copepoda

- F. Cyclopidae**
Cyclopidae indet.

Cl. Ostracoda

Ostracoda indet.

Cl. Malacostraca

O. Amphipoda

- F. Gammaridae**
Echinogammarus

- F. Niphargidae**
Niphargus

O. Isopoda

- F. Asellidae**
Proasellus

O. Decapoda

- F. Astacidae**
Austropotamobius pallipes

SuperCl. Insecta

Cl. Collembola

Collembola Indet.

Cl. Euentomata

O. Ephemeroptera

- F. Baetidae**
Cloëon

Larva jove i larva madura

- F. Caenidae**
Caenis luctuosa

- F. Ephemerellidae**
Torleya major

- F. Ephemeridae**
Ephemera danica

Larva jove i detall d'una brànquia abdominal

- F. Heptageniidae**
Electrogena lateralis

- F. Leptophlebiidae**
Choroterpes picteti

Larva i detall d'una brànquia abdominal

O. Plecoptera

- F. Chloroperlidae**
Siphonoperla torrentium

- F. Leuctridae**
Leuctra geniculata

Larva i detall de l'antena amb protuberàncies

- F. Nemouridae**
Nemoura cinerea

- F. Perlidae**
Perla marginata

Larva i detall de les brànquies axilars

- F. Perlodidae**
Isoperla grammatica

Taula 13 (Cont.)

O. Odonata		
F. Aeshnidae	<i>Boyeria irene</i>	Larva i detall del cap
F. Calopterygidae	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	
F. Coenagrionidae	<i>Pyrhosoma nymphula</i>	
F. Cordulegasteridae	<i>Cordulegaster boltonii</i>	
F. Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	
F. Lestidae	<i>Chalcolestes viridis</i>	
F. Libellulidae	<i>Orthetrum brunneum</i>	
F. Platycnemididae	<i>Platycnemis</i>	
O. Heteroptera		
F. Corixidae	<i>Micronecta</i>	
F. Gerridae	<i>Aquarius najas</i>	Detall del cap i les antenes. Sabater comú.
F. Hydrometridae	<i>Hydrometra stagnorum</i>	
F. Naucoridae	<i>Naucoris maculatus</i>	
F. Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>	Individu jove (no té completament desenvolupat el sífo respiratori)
F. Notonectidae	<i>Notonecta maculata</i>	
F. Veliidae	<i>Velia caprai caprai</i>	
O. Lepidoptera		
F. Crambidae	Crambidae indet.	
O. Megaloptera		
F. Sialidae	<i>Sialis lutaria</i>	
O. Coleoptera		
F. Dryopidae	<i>Pomatinus substriatus</i>	
F. Dytiscidae	<i>Platambus maculatus</i>	
F. Elmidae	<i>Oulimnius</i>	Adult i detall de la larva
F. Gyrinidae	<i>Gyrinus</i>	Adult de <i>Gyrinus</i> i larva d' <i>Orectochilus villosus</i>
	<i>Orectochilus villosus</i>	Adult de <i>Gyrinus</i> i larva d' <i>Orectochilus villosus</i>
F. Haliplidae	<i>Peltodytes rotundatus</i>	
F. Helophoridae	<i>Helophorus</i> sp.1	
F. Hydraenidae	<i>Hydraena testacea</i>	
F. Hydrophilidae	<i>Coelostoma cf hispanicum</i>	
F. Psephenidae	<i>Eubria palustris</i>	
F. Scirtidae	<i>Cyphon</i>	

Taula 13 (Cont.)

O. Trichoptera

F. Beraeidae

Beraea

Larva i estoig

F. Calamoceratidae

Calamoceras marsupus

Pupa i prepupa fora de l'estoig

F. Glossosomatidae

Agapetus

Larva fora de l'estoig

F. Goeridae

Silo

Larva, estoig i detall del cap

F. Hydropsychidae

Diplectrona

F. Hydroptilidae

Hydroptila

Larva i estoig

F. Leptoceridae

Adicella

Larva i estoig

F. Limnephilidae

Limnephilus

Larva a l'estoig de fulles

F. Odontoceridae

Odontocerum albicorne

Larva i estoig

F. Philopotamidae

Chimarra marginata

Larva i detall del cap

F. Polycentropodidae

Polycentropus cf flavomaculatus

F. Psychomyiidae

Tinodes

Larva i detall del tòrax amb trochantin

F. Rhyacophilidae

Rhyacophila (Rhyacophila)

F. Sericostomatidae

Sericostoma

Larva, estoig i detall del cap

O. Diptera

F. Athericidae

Atrichops crassipes

F. Ceratopogonidae

Atrichopogon

F. Chironomidae

Chironomidae indet.

F. Culicidae

Anopheles

F. Dixidae

Dixa

F. Dolichopodidae

Dolichopodidae indet.

F. Empididae

Hemerodromia

F. Ephydriidae

Ephydriidae indet.

F. Limoniidae

Dicranota

F. Psychodidae

Psychoda

F. Rhagionidae

Chrysopilus

F. Scatophagidae

Scatophagidae indet.

F. Sciomyzidae

Sciomyzidae indet.

F. Simuliidae

Simulium (Tetisimulium) bezzi

Pupas i detall de l'estoig

F. Stratiomyidae

Oxycera

F. Tabanidae

Tabanus

F. Tipulidae

Tipulidae indet.

8. Bibliografia

- Abella García, M. A. & González Núñez, M. J. 1986. Variación estacional de la fauna dulceacuícola del río Nalón, Asturias. *Limnetica*, 2: 173-179.
- ACA, Agència Catalana de l'Aigua, 2006a. *BIORI, Protocol d'Avaluació de la Qualitat Biològica dels Rius*. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- ACA, Agència Catalana de l'Aigua, 2006b. *HIDRI, Protocol d'Avaluació de la Qualitat Hidromorfològica dels Rius*. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- Allan, J. D. & Castillo, M. M. 2007. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer, Dordrecht. 436 pp.
- Alba-Tercedor, J. & Sanchez-Ortega, A. 1988. Un metodo rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, 4: 51-56
- Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Álvarez, M., Avilés J., Bonada, N., Casas, J., Mellado, A., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Robles, S., Sáinz-Cantero, C. E., Sánchez-Ortega, A., Suárez, M. L., Toro, M., Vidal-Abarca, M. R., Vivas, S., Zamora-Muñoz, C. 2002. Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). *Limnetica*, 21 (3-4): 175-185.
- Alba-Tercedor, J. & Jáimez-Cuéllar, P. 2003. Checklist and historical evolution of the knowledge of Ephemeroptera in the Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands. In: Gaino E. (ed). Research update on Ephemeroptera & Plecoptera. Univ. Perugia, Italy: 91-97
- Altaba, C. R. 1995. Els mol·luscs del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa: taxonomia, distribució, conservació. Treball inèdit del PNZVG.
- Álvarez, R. M., Oscoz, J., Larraz, M. L. 2012. *Guía de Campo de los Moluscos Acuáticos de la Cuenca del Ebro*. Confederació Hidrogràfica del Ebro. 147 pp.

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F., Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-waters. *Water Research*, 17: 333–347
- Barrientos, J. A. 2004. Curso Práctico de Entomología. Universidad de Alicante. Alicante. 947 pp.
- Baserba, C. 1993. Estudi de la qualitat de l'aigua del riu Fluvià al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Treball inèdit del PNZVG.
- Belfiore, C. 1983. *Guide per il Riconoscimento delle Specie Animali delle Acque Interne Italiane 24. Efemerotteri*. CNR. 113 pp.
- Benito de Santos, G. & Puig, M. A., 1999. BMWPC, un índice biológico para la calidad de las aguas adaptado a las características de los ríos catalanes. *Tecnología del Agua*, 191: 43-56.
- Boix, D., Sala, J., Gascón, S., Martinoy, M., Gifre, J. Quintana, X. 2004. Estudi de la comunitat aquàtica en una llacuna de nova creació en 'Els Estanys de Jordà'. Treball inèdit del PNZVG.
- Boix, D., Gascón, S., Martinoy, M., Montserrat, E., Sala, J. 2005. *La fauna aquàtica de les Gavarres*. Consell de les Gavarres, Monells. 152 pp.
- Bonada, N., Zamora-Muñoz, C., Rieradevall, M., Prat, N. 2004. Trichoptera (Insecta) collected in mediterranean river basins of the Iberian Peninsula: Taxonomic remarks and notes on ecology. *Graellsia*, 60(1): 41-69.
- Bonada, N., Zamora-Muñoz, C., El Alami, M., Múrria, C., Prat, N. 2008. New records of Trichoptera in reference Mediterranean-climate rivers of the Iberian Peninsula and North of Africa: Taxonomical, faunistical and ecological aspects. *Graellsia*, 64(2): 189-208.
- Brindle, A. 1967. The larvae and pupae of the British Cylindrotominae and Limoniinae (Diptera, Tipulidae). Transactions of the Society for British Entomology, 17 (7): 151-216.

- Camargo, J. A & García de Jalón, D. 1988. Principales características morfológicas de los géneros ibéricos de la familia Limnephilidae (Trichoptera), en sus últimos estadios larvarios. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 12: 239-258.
- Campaioli, S., Ghetti, P. F., Minelli, A., Ruffo, S. 1999. *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci Italiane*. Vol. II. Provincia autonoma di Trento. 357 pp.
- Carles-Tolrà, M. 2002. *Catálogo de los Díptera de España, Portugal y Andorra*. Monografías S. E. A., 8. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. 323 pp.
- Chase, J. M. & Leibold, M. A. 2002. Spatial scale dictates the productivity–biodiversity relationship. *Nature*, 416: 427-430.
- Chase, J. M. 2003. Community assembly: when should history matter? *Oecologia*, 136: 489-498.
- Clergue-Gazeau, M. 1991. Clés de determinations des Simulies (Diptera, Simuliidae) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, 27 (3): 267-286.
- Dodds, W. K. 2002. *Freshwater Ecology. Concepts and Environmental Applications*. Academic Press, San Diego. 569 pp.
- Elliot, J. M. 1996. *British freshwater Megaloptera and Neuroptera. A Key with Ecological Notes*. Freshwater Biological Association. Pub. 54. Ambleside. 72 pp.
- Gaino, E. & Puig, M. A. 1996. *Choroterpes (Choroterpes) salamannai*, a new species of mayfly from central and southwest Spain. *Boll. Soc. ent. ital.* 128 (2): 99-104.
- González del Tánago, M. & García de Jalón, D. 1983. New Ephemerellidae from Spain (Ephemeroptera). *Aquatic Insects*, 5 (3): 147-156.
- Hodgkinson, I. D. & Jackson, J. K. 2005. Terrestrial and aquatic invertebrates as bioindicators for environmental monitoring, with particular reference to mountain ecosystems. *Environmental Management*, 35: 649-666.
- Hovius, J. W., Wagner, R., Ziegler, J., Mehlhorn, H., Grobusch, M P. 2011. A hairy

problem. *The Netherlands Journal of Medicine*, 69 (11): 531-534.

- ICC, Institut Cartogràfic de Catalunya, consulta i descàrrega de mapes. <http://www.icc.cat/vissir3/index.html?lang=cat>
- IMPRESS. Agència Catalana de l'Aigua, consulta IMPRESS. <http://acamap.gencat.cat/impres/egv.php?lang=ca>
- IUCN. The Red List of Threatened Species 2014.1 <http://www.iucnredlist.org/>
- Jacob, U. & Sartori, M. 1984. Die europäischen Arten der Gattung Habrophlebia EATON (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). *Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden*, 48 (5): 45-52.
- Lenat, D. R. 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 7 (3): 222-233.
- Lockwood, M., & Oliver, X. 2007. *Les libèl·lules de la Garrotxa*. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Olot. 85 pp.
- Malicky, H. 2004. *Atlas of European Trichoptera*. 2nd ed. Springer. Dordrecht. 359 pp.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Martínez, F. & Pujante, M. 1997. Estudio de la fauna de invertebrados en el río Cabriel y manantiales asociados en la provincia de Albacete. *Al-Basit, Revista de Estudios Albacetenses*, 40: 71-110.
- Martinoy, M., Quintana, X., Marquès, E., de la Barrera, R., Gifre, J. 1995. Introducció a l'estudi dels culícids dels aiguamolls del Parc natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Treball inèdit del PNZVG.
- Membiela, P., 1990. Las larvas del género *Perla* (Plecoptera, Perlidae) en la Península Ibérica. *Misc. Zool.*, 14: 65-68.
- Mouthon, J. 1982. *Les Mollusques Dulcicoles*. Laboratoire d'Hydroécologie du

CEMAGREF. Besançon. 27 pp.

- Müller-Liebenau, I. 1969. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* LEACH, 1815. *Gewässer und Abwässer*, 48/49: 1-214.
- 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*, 175: 20-37.
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., Rieradevall, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13 (2): 147–163.
- Múrria, C., Bonada, N., Prat, N. 2008. Effects of the invasive species *Potamopyrgus antipodarum* (Hydrobiidae, Mollusca) on community structure in a small Mediterranean stream. *Fundamental and Applied Limnology*, 171 (2): 131-143.
- Múrria, C., Zamora-Muñoz, C., Bonada, N., Ribera, C., Prat, N. 2010. Genetic and morphological approaches to the problematic presence of three *Hydropsyche* species of the *pellucidula* group (Trichoptera: *Hydropsychidae*) in the westernmost Mediterranean Basin. *Aquatic Insects*, 32 (2): 85-98.
- Nebot, J. 1993. Catàleg faunístic del Parc natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Treball inèdit del PNZVG.
- Nebot, J. 1995. Catàleg faunístic del Parc natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa 2º part. Treball inèdit del PNZVG.
- Nebot, J. 1998. Atlas dels invertebrats de la Garrotxa que mereixen atenció especial. Espècies endèmiques, rares o en regressió. Beques Oriol de Bolòs de Ciències Naturals. convocatòria 1996. Treball inèdit del PNZVG.
- Nebot, J. 2006. El patrimoni faunístic de la Garrotxa: Els grups d'animals invertebrats. Annals de la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural vol.1. Institut d'Estudis Catalans i Diputació de Girona.
- Nilsson, A. N. 1997. *Aquatic Insects of Northern Europe. A Taxonomic Handbook*

Vol. 2: Odonata & Diptera. Apollo Books. Stenstrup. 440 pp.

- Notenboom, J. 1990. Introduction to Iberian groundwater amphipods. *Limnetica*, 6: 165-176.
- Novellas, X. & Baserba, C. 1999. Seguiment de la qualitat de l'aigua del riu Fluvià al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa 1993-1998. Treball inèdit del PNZVG.
- Oscoz, J., Galicia, D., Miranda, R. 2011. Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain. Springer. Dordrecht. 153 pp.
- Ottó, K. & Walker, P. 2011. Az *Odontocerum albicorne* (Scopoli, 1763) életriklusa és biológijája (Trichoptera). *e-Acta Naturalia Pannonica*, 2 (2): 167-178.
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuéllar, P., Moyà, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M. L., Toro, M., Vidal-Abarca, M. R. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* 21(3-4): 115-133.
- PERLA <http://www.perla.ecologie.gouv.fr/>
- 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.* (Estudis i Monografies, 9). Diputació de Barcelona. 165 pp.
- Prat, N., Rieradevall, M., Munné, A., Solà, C., Chacón, G. 1997. *La Qualitat Ecològica del Besòs i el Llobregat. Informe 1996.* Diputació de Barcelona. 153 pp.
- Prat, N., Munné, A., Solà, C., Rieradevall, M., Bonada, N., Chacón, G. 2000a. *La Qualitat Ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera. Informe 1998.* Diputació de Barcelona 162 pp.
- Prat, N., Munné, A., Rieradevall, M., Solà, C., Bonada, N. 2000b. *ECOSTRIMED Protocolo para determinar el estado ecológico de los ríos mediterráneos.* (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius: 8). Diputació de Barcelona. 94 pp.
- Prat, N., Puértolas, L., Rieradevall, M., Munné, A., Ordeix, M. 2008. *Els espais*

fluvials. Manual de diagnosi ambiental. Diputació de Barcelona.

- Prat, N., Rieradevall, M., Fortuño, P., Acosta, R., Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Cid, N., Pace, G., Rodríguez-Lozano, P., Sánchez, N., Verkaik, I., Villamarín, C. 2013. *Diagnosi ambiental de les conques dels rius de la Província de Barcelona. Informe 2012.* (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 22). Diputació de Barcelona. 38 pp.
- Puig, M. A. 1983. Contribución al conocimiento de los efemerópteros del río Tambre (La Coruña). *Actas del I Congreso Ibérico de Entomología*, 2: 603-608.
- Puig, M. A. 1984. *Efemeròpteros y Plecópteros de los ríos Catalanes*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona. 583 pp.
- Puig, M. A., González, G., Soriano, O. 1984. Introducción al estudio de las comunidades macrobénticas de los ríos asturianos: efemerópteros, plecópteros, tricópteros, simúlidos i quironómidos. *Limnetica*, 1: 187-196.
- Puig, M. A. & Gaino, E. 1996. *Choroterpes (Choroterpes) prati* n.sp., a new species of mayfly from North-East of Spain (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Annls. Limnol.*, 32 (4): 229-233
- Puig, M. A. 1999. *Els Macroinvertebrats dels Rius Catalans. Guia il·lustrada*. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. 251 pp.
- Puig M. A., Amore, V., Ubero-Pascual, N., Fochetti, R. 2010. Biodiversitat de plecòpters i efemeròpters al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. *Actes de les VIII Jornades sobre Recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici*, 123-134.
- Puntí, T. 2007. *Ecologia de les Comunitats de Quironòmids en Rius Mediterranis de Referència*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona. 151 pp.
- Sánchez-Montoya, M. M., Vidal-Abarca, M. R., Puntí, T., Poquet J. M., Prat, N., Rieradevall, M., Alba-Tercedor, J., Zamora-Muñoz, C., Toro, M., Robles, S., Álvarez, M., Suárez, M. L. 2009. Defining criteria to select reference sites in Mediterranean streams. *Hydrobiologia*, 619 (1): 39-54.

- Sansoni, G. 1988. *Macroinvertebrati dei Corsi d'Aqua Italiani*. APR&B, Trento. 195 pp.
- Sellarès, N., Jiménez, L., Ordeix, M. 2013. *Seguiment de l'estat ecològic dels cursos fluvials d'Osona. Memòria de l'any 2013*. Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter. Informe tècnic. 67 pp.
- Serra, A. & Tornés, E. 2004. Elaboració d'una eina d'avaluació de l'estat tròfic de la conca del riu Fluvià a la Garrotxa. Beques Oriol de Bolòs de Ciències Naturals. convocatòria 2003. Treball inèdit del PNZVG.
- SIGPAC, Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>
- Smith, K. G. V. 1989. *Handbooks for the Identifications of British Insects. Vol 10, part 4: An Introduction to the Immature Stages of British Flies*. Royal Entomologic Society of London. London. 280 pp.
- Sundermann A., Lohse, S., Beck, L. A., Haase, P. 2007. Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.*, 43 (1): 61-74.
- Szadziwski, R., Krzywinski, J., Gilka, W. 1997. Diptera Ceratopogonidae, Biting Midges. *In Nilsson 1997*, 243-263.
- Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-Polatera, P. 2010. *Invertebrés d'Eau Douce. Systématique, Biologie, Écologie. Nouvelle Édition Revue et Augmentée*. CNRS, Paris. 607 pp.
- TAXAGUA. *Tesaurus taxonómico para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua continentales*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Soporte informàtico.
- Theowald, B. 1957. Die Entwicklungsstadien der Tipuliden (Diptera, Nematocera), insbesondere der west-palaearktischen Arten. *Tijdschrift Voor Entomologie* 100, 195-308.

- Torres, F. & Macias, M. 2013. *El Cranc de Riu a Catalunya*. Agrupació Naturalista i Ecologista de la Garrotxa. Olot. 119 pp.
- UE, 1988. Directiva Europea 75/440/CEE. Relativa a la calidad, y métodos de medición, frecuencia de los muestreos y del análisis de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- UE, 1991. Directiva Europea 91/676/CEE. Relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- UE, 2000. Directiva 2000/60/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- USEPA. Rivers & Streams Monitoring & Assessment. 5.7 Nitrates. <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms57.cfm>
- Utrio, P. 1976. Identification key to finnish mosquito larvae. *Annales Agriculturae Fenniae*, 15: 128-136.
- Verdú, J. R., Numa, C. & Galante, E. 2011. *Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados Amenazados de España (Especies Vulnerables)*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid, 1.318 pp.
- Vieira-Lanero, R., 2000. *Las larvas de los tricópteros de Galicia (Insecta: Trichoptera)*. Tesis doctoral. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. 611pp.
- Vilella, M., Tarruella, A., Corbella, J., Prats, L., Alba, D. M., Guillén, G., Quintana, J. 2003. Llista actualitzada dels mol·luscos continentals de Catalunya. *Spira*, 1 (3): 1-29.
- Zamora-Muñoz, C. 1992. Macroinvertebrados acuáticos, caracterización y calidad de las aguas de los cauces de la cuenca alta del río Genil. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Granada.

- Zamora-Muñoz, C., Alba-Tercedor, J., García de Jalón, D. 1995. The larvae of the genus *Hydropsyche* (Hydropsychidae, Trichoptera) and key for the identification of species of the Iberian Peninsula. *Bulletin de la Société Entomologique Suisse*, 68: 189-210.
- Zamora-Muñoz, C., González, M. A., Picazo-Muñoz, J., Alba-Tercedor, J. 2002. *Hydropsyche fontinalis*, a New Species of the *instabilis*-Group from the Iberian Peninsula (Trichoptera, Hydropsychidae). *Aquatic Insects*, 24 (3): 189–197.
- Zeegers, T. & van Haaren, T. 2000. *Dazen en Dazenlarven*. KNNV. Uitgeverij. 114 pp.
- Zwick, P. 2004. Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. *Limnologica*, 34: 315-348.

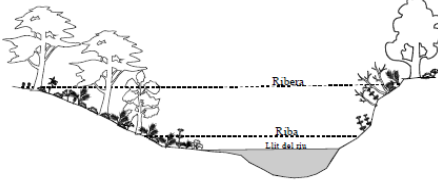
Annexos

Annex I. Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF). Full de camp on s'observen les diferents mètriques mesurades. Font: ACA, 2006b.

Evaluació de l'Hàbitat Fluvial per a Rius Mediterranis, Índex IHF			
		Estació	
		Data	
		Operador	
Bloc		puntuació	
1. Inclusió ràpids-sedimentació de basses			
Ràpids	Pedres, còdols i graves no fixades per sediments fins. Inclusió 0 - 30%.	10	
	Pedres, còdols i graves poc fixades per sediments fins. Inclusió 30 - 60%.	5	
	Pedres, còdols i graves mitjanament fixades per sediments fins. Inclusió > 60%.	0	
Només basses	Sedimentació 0 - 30%	10	
	Sedimentació 30 - 60%	5	
	Sedimentació > 60%	0	
		TOTAL (una categoria)	
2. Freqüència de ràpids			
Alta freqüència de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu < 7		10	
Escassa freqüència de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu 7 - 15		8	
Presència ocasional de ràpids. Relació distància entre ràpids / amplada del riu 15 - 25		6	
Constància de flux laminar o ràpids somers. Relació distància entre ràpids / amplada del riu > 25		4	
Només basses		2	
		TOTAL (una categoria)	
3. Composició del substrat			
% Blocs i pedres	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Còdols i graves	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Sorra	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Llims i argila	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
		TOTAL (sumar categories)	
4. Règim de velocitat / profunditat			
somer: < 0.5 m			
lent: < 0.3 m/s			
4 categories. Lent-profund, lent-somer, ràpid-profund i ràpid-somer		10	
Només 3 de les 4 categories		8	
Només 2 de les 4		6	
Només 1 de les 4		4	
		TOTAL (una categoria)	
5. Percentatge d'ombra en la llera			
Ombrejat amb finestres		10	
Totalment en ombra		7	
Grans clarianes		5	
Exposat		3	
		TOTAL (una categoria)	
6. Elements d'heterogeneïtat			
Fullaraca	> 10% o < 75%	4	
	< 10% o > 75%	2	
Presència de troncs i branques		2	
Arrels exposades		2	
Dics naturals		2	
		TOTAL (sumar categories)	
7. Cobertura de vegetació aquàtica			
% Pèl·lon + briòfits	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
% Pèl·lon	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
% Fanerògames + Charals	10 - 50%	10	
	< 10% o > 50%	5	
		TOTAL (sumar categories)	
		PUNTUACIÓ FINAL (suma de les puntuacions anteriors)	
La puntuació de cadascun dels apartats no pot excedir l'expressada en la següent taula:			
		Inclusió ràpids - sedimentació basses	10
		Freqüència de ràpids	10
		Composició del substrat	20
		Règim velocitat / profunditat	10
		Percentatge d'ombra en la llera	10
		Elements d'heterogeneïtat	10
		Cobertura de vegetació aquàtica	30

La descripció original de l'IHF es descriu en Pardo et al., Limnètica, 21(3-4), pag. 115-134

Annex II. Índex de Qualitat del Bosc de Ribera (QBR). Full de camp on s'observen les diferents mètriques mesurades. Font: ACA, 2006b.

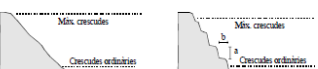
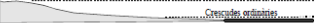
Índex QBR (rius mediterranis no efimers) - Full de camp A					
<i>Aquesta qualificació ha de ser aplicada en tota la zona de ribera dels rius (riba i ribera pròpiament dita): zones inundades periòdicament per les avingudes ordinàries i les màximes.</i> <i>Els càlculs es realitzaran sobre l'àrea que presenta una potencialitat de suportar una massa vegetal a la ribera. No es contemplen les zones amb substrat dur on no pot arrelar una massa vegetal permanent.</i> <i>L'índex no és aplicable a les zones més altes de les conques on no existeix, de forma natural, vegetació arbòria. En rius efimers, utilitzeu el full de camp B.</i>					
Punt de mostreig:			Data:		
Localització del tram avaluat:	Aigües amunt del punt d'accés:		Aigües avall del punt d'accés:		
	Amplada mitjana al marge dret (m):		Amplada mitjana al marge esquerre (m):		
Operador/a:					
La puntuació de cada un dels 4 apartats no pot ser negativa ni excedir de 25					
Grau de cobertura de la zona de ribera (les plantes anuals no es compten)					Puntuació entre 0 i 25
Puntuació					
1a	25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera			
1b	10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera			
1c	5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera			
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera			
1i	+ 10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és total			
1ii	+ 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és superior al 50%			
1iii	- 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és entre el 25 i 50%			
1iv	-10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és inferior al 25%			
Estructura de la coberta (es considera únicament la zona de ribera amb cobertura)					Puntuació entre 0 i 25
Puntuació (depèn del grau de cobertura de la ribera)					
	1a	1b	1c	1d	
2a	25	10	5	0	cobertura d'arbres superior al 75 %
2b	10	5	0	0	cobertura d'arbres entre el 50 i 75 % o cobertura d'arbres entre el 25 i 50 % i en la resta de la cobertura els arbustos superen el 25 %
2c	5	0	0	0	cobertura d'arbres inferior al 50 % i la resta de la cobertura amb arbustos entre 10 i 25 %
2d	0	0	0	0	sense arbres i amb arbustos per sota el 10 %
2i	+ 10	si a la riba la concentració d'helòfits, arbustos o herbassar megafòrbic* és superior al 50 %			
2ii	+ 5	si a la riba la concentració d'helòfits, arbustos o herbassar megafòrbic* és entre el 25 i 50 %			
2iii	+ 5	si els arbres tenen un sotabosc arbustiu			
2iv	- 5	si hi ha una distribució regular (linealitat) als peus dels arbres i el sotabosc és > 50 %			
2v	- 5	si els arbres i arbustos es distribueixen en taques, sense continuïtat			
2vi	-5	si no existeix un sotabosc consolidat (exceptuant les zones amb una elevada pedregositat)*			
2vii	- 10	si hi ha una distribució regular (linealitat) als peus dels arbres i el sotabosc és < 50 %			
Qualitat de la coberta (depèn del tipus geomorfològic de la zona de ribera**)					Puntuació entre 0 i 25
Puntuació			Tipus 1	Tipus 2	Tipus 3
3a	25	nombre d'espècies d'arbres autòctons		> 1	> 2
3b	10	nombre d'espècies d'arbres autòctons		1	2
3c	5	nombre d'espècies d'arbres autòctons		-	1
3d	0	sense arbres autòctons		-	1 - 2
3i	+ 10	si la comunitat forma una franja longitudinal contínua adjacent al canal fluvial en més del 75% de la longitud del tram			
3ii	+ 5	si la comunitat forma una franja longitudinal contínua adjacent al canal fluvial entre el 50 i el 75% de la longitud del tram			
3iii	+ 5	si les diferents espècies es disposen en bandes paral·leles al riu			
3iv	+ 5	si el nombre d'espècies d'arbustos autòctons és:		> 2	> 3
3v	- 5	si hi ha estructures construïdes per l'home			
3vi	- 5	si hi ha alguna espècie perenne al·lòctona*** aïllada			
3vii	- 10	si hi ha espècies perennes al·lòctones*** formant comunitats			
3viii	- 10	si hi ha abocaments de deixalles			
Grau de naturalitat del canal fluvial					Puntuació entre 0 i 25
Puntuació					
4a	25	el canal del riu no ha estat modificat			
4b	10	modificacions de les terrasses adjacents a la llera del riu amb reducció del canal			
4c	5	signes d'alteració i estructures rígides intermitents que modifiquen el canal del riu			
4d	0	riu canalitzat en la totalitat del tram			
4i	- 10	si hi ha alguna estructura sòlida dins del llit del riu			
4ii	- 10	si hi ha alguna presa o altra infraestructura transversal al llit del riu			
Puntuació final (suma de les puntuacions anteriors)					

Annex II (Cont.)

* D'aplicació només en trams situats a més de 800 metres d'altitud

** **Determinació del tipus geomorfològic de la zona de ribera (apartat 3, qualitat de la coberta)**

Sumeu el tipus de desnivell de la dreta i de l'esquerra de la riba, i sumeu o resteu segons els altres dos apartats.

		Puntuació	
Tipus de desnivell de la zona ripària		Esquerra	Dreta
Vertical/còncav (pendent > 75°), amb una alçada no superable per les màximes avingudes		6	6
Igual però amb un petit talús o riba inundable periòdicament (avingudes ordinàries)		5	5
Pendent entre el 45 i 75 °, esglaonat o no. El pendent es comptabilitza amb l'angle entre l'horitzontal i la recta entre la llera i el darrer punt de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$		3	3
Pendent entre el 20 i 45 °, esglaonat o no. $\Sigma a < \Sigma b$		2	2
Pendent < 20 °, ribera uniforme i plana.		1	1
Existència d'una illa o illes al mig del llit del riu			
Amplada conjunta "a" > 5 m.		- 2	
Amplada conjunta "a" entre 1 i 5 m.		- 1	
Percentatge de substrat dur amb incapacitat perquè hi arrel·li una massa vegetal permanent			
> 80 %		No es pot mesurar	
60 - 80 %		+ 6	
30 - 60 %		+ 4	
20 - 30 %		+ 2	
Puntuació total			

Tipus geomorfològic segons la puntuació

> 8	Tipus 1	Riberes tancades, normalment de capçalera, amb baixa potencialitat de tenir un bosc extens
entre 5 i 8	Tipus 2	Riberes amb una potencialitat intermèdia de suportar una zona vegetada, trams mitjans dels rius
< 5	Tipus 3	Riberes extenses, amb elevada potencialitat de tenir un bosc extens, trams baixos dels rius

*** **Espècies freqüents i considerades al·lòctones:**

Generalment amb port arbori:

☐ <i>Acacia</i> spp. (per ex. <i>A. dealbata</i> , <i>A. farnesiana</i> , <i>A. melanoxylon</i> , <i>A. saligna</i>)	☐ <i>Populus</i> sp. al·lòctons (per ex. <i>P. canadensis</i> , <i>P. deltoides</i> , <i>Populus x canadensis</i>)
☐ <i>Acer negundo</i>	☐ <i>Robinia pseudacacia</i>
☐ <i>Ailanthus altissima</i>	☐ <i>Salix babylonica</i>
☐ <i>Celtis australis</i>	☐ <i>Ulmus pumila</i>
☐ <i>Platanus x hispanica</i>	

Generalment amb altres ports (enfiladisses, arbusts, herbes...):

☐ <i>Araujia sericifera</i>	☐ <i>Helianthus tuberosus</i>
☐ <i>Artemisia verlotiorum</i>	☐ <i>Lonicera japonica</i>
☐ <i>Arundo donax</i>	☐ <i>Nicotiana glauca</i>
☐ <i>Boussingaultia cordifolia</i>	☐ <i>Parthenocissus quinquefolia</i>
☐ <i>Buddleja davidii</i>	☐ <i>Phyllostachys</i> spp.
☐ <i>Cortaderia selloana</i>	☐ <i>Phytolacca americana</i>
☐ <i>Cyperus alternifolius</i>	☐ <i>Ricinus communis</i>
☐ <i>Cyperus eragrostis</i>	

Classe de recobriment	Rang d'abundància (%)
+	0.1 - 0.9
1	1 - 9.9
2	10 - 24.9
3	25 - 49.9
4	50 - 74.9
5	75 - 100

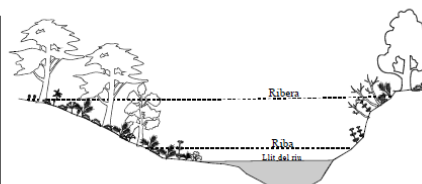
Annex II (Cont.)

Índex QBR (rius efímers) – Full de camp B

Aquesta qualificació ha de ser aplicada en tota la zona de ribera dels rius (riba i ribera pròpiament dita): zones inundades periòdicament per les avingudes ordinàries i les màximes.

Els càlculs es realitzaran sobre l'àrea que presenta una potencialitat de suportar una massa vegetal a la ribera. No es contemplen les zones amb substrat dur on no pot arrelar una massa vegetal permanent.

L'índex no és aplicable a les zones més altes de les conques on no existeix, de forma natural, vegetació arbòria. En rius no efímers, utilitzeu el full de camp A.



Punt de mostreig:		Data:		Hora:	
Localització del tram avaluat:	Aigües amunt del punt d'accés:		Aigües avall del punt d'accés:		
	Amplada mitjana al marge dret (m):		Amplada mitjana al marge esquerre (m):		
Operador/a:					

La puntuació de cada un dels 4 apartats no pot ser negativa ni excedir de 25

Grau de cobertura de la zona de ribera (les plantes anuals no es compten)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació		
1a	25	> 50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1b	10	30-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1c	5	10-30 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1i	+ 10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és total
1ii	+ 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és superior al 50%
1iii	- 5	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és entre el 25 i 50%
1iv	-10	si la connectivitat entre el bosc de ribera i l'ecosistema forestal adjacent és inferior al 25%

Estructura de la coberta (es considera únicament la zona de ribera amb cobertura)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació		
2a	25	cobertura d'arbres* superior al 75 %
2b	10	cobertura d'arbres* entre el 50 i 75 % o cobertura d'arbres* entre el 25 i 50 % i en la resta de la cobertura els arbustos superen el 25 %
2c	5	cobertura d'arbres* inferior al 50 % i la resta de la cobertura amb arbustos entre 10 i 25 %
2d	0	sense arbres* i amb arbustos per sota el 10 %
2i	+ 10	si a la riba la concentració d'helòfits o arbustos és superior al 50 %
2ii	+ 5	si a la riba la concentració d'helòfits o arbustos és d'entre el 25 i el 50 %
2iii	+ 5	si els arbres tenen un sotabosc arbustiu
2iv	- 5	si hi ha una distribució regular (linealitat) als peus dels arbres i el sotabosc és > 50 %
2v	- 5	si els arbres i arbustos es distribueixen en taques, sense continuïtat
2vi	- 10	si hi ha una distribució regular (linealitat) als peus dels arbres i el sotabosc és < 50 %

Qualitat de la coberta (depèn del tipus geomorfològic de la zona de ribera**)

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació		Tipus 1	Tipus 2	Tipus 3
3a	25	nombre d'espècies d'arbres* autòctons > 1	> 2	> 3
3b	10	nombre d'espècies d'arbres* autòctons 1	2	3
3c	5	nombre d'espècies d'arbres* autòctons -	1	1 - 2
3d	0	sense arbres* autòctons		
3i	+ 10	si la comunitat forma una franja longitudinal contínua adjacent al canal fluvial en més del 75% de la longitud del tram		
3ii	+ 5	si la comunitat forma una franja longitudinal contínua adjacent al canal fluvial entre el 50 i el 75% de la longitud del tram		
3iii	+ 5	si les diferents espècies es disposen en bandes paral·leles al riu		
3iv	+ 5	si el nombre d'espècies d'arbustos autòctons és:	> 2	> 3
3v	- 5	si hi ha estructures construïdes per l'home		
3vi	- 5	si hi ha alguna espècie perenne al·lòctona*** aïllada		
3vii	- 10	si hi ha espècies perennes al·lòctones*** formant comunitats		
3viii	- 10	si hi ha abocaments de deixalles		

Grau de naturalitat del canal fluvial

Puntuació entre 0 i 25

Puntuació		
4a	25	el canal del riu no ha estat modificat
4b	10	modificacions de les terrasses adjacents a la llera del riu amb reducció del canal
4c	5	signes d'alteració i estructures rígides intermitents que modifiquen el canal del riu
4d	0	riu canalitzat en la totalitat del tram
4i	- 10	si hi ha alguna estructura sòlida dins del llit del riu
4ii	- 10	si hi ha alguna presa o altra infraestructura transversal al llit del riu

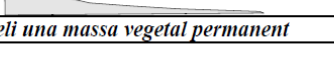
Puntuació final (suma de les puntuacions anteriors)

Annex II (Cont.)

* Es consideren els arbres amb port arbustiu i també els arbustos de port arbori (alçada superior a 1,5 m)

** **Determinació del tipus geomorfològic de la zona de ribera (apartat 3, qualitat de la coberta)**

Sumeu el tipus de desnivell de la dreta i de l'esquerra de la riba, i sumeu o resteu segons els altres dos apartats.

		Puntuació	
Tipus de desnivell de la zona ripària		Esquerra	Dreta
Vertical/còncav (pendent > 75°), amb una alçada no superable per les màximes avingudes		6	6
Igual però amb un petit talús o riba inundable periòdicament (avingudes ordinàries)		5	5
Pendent entre el 45 i 75 °, esglaonat o no. El pendent es comptabilitza amb l'angle entre l'horitzontal i la recta entre la llera i el darrer punt de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$		3	3
Pendent entre el 20 i 45 °, esglaonat o no. $\Sigma a < \Sigma b$		2	2
Pendent < 20 °, ribera uniforme i plana.		1	1
Existència d'una illa o illes al mig del llit del riu			
Amplada conjunta "a" > 5 m.		- 2	
Amplada conjunta "a" entre 1 i 5 m.		- 1	
Percentatge de substrat dur amb incapacitat perquè hi arrelhi una massa vegetal permanent			
> 80 %		No es pot mesurar	
60 - 80 %		+ 6	
30 - 60 %		+ 4	
20 - 30 %		+ 2	
Puntuació total			

Tipus geomorfològic segons la puntuació

> 8	Tipus 1	Riberes tancades, normalment de capçalera, amb baixa potencialitat de tenir un bosc extens
entre 5 i 8	Tipus 2	Riberes amb una potencialitat intermèdia de suportar una zona vegetada, trans mitjans dels rius
< 5	Tipus 3	Riberes extenses, amb elevada potencialitat de tenir un bosc extens, trans baixos dels rius

*** Espècies freqüents i considerades al·lòctones:

Generalment amb port arbori:

☐ <i>Acacia</i> spp. (per ex. <i>A. dealbata</i> , <i>A. farnesiana</i> , <i>A. melanoxylon</i> , <i>A. saligna</i>)	☐ <i>Populus</i> sp. al·lòctons (per ex. <i>P. canadensis</i> , <i>P. deltoides</i> , <i>Populus x canadensis</i>)
☐ <i>Acer negundo</i>	☐ <i>Robinia pseudacacia</i>
☐ <i>Ailanthus altissima</i>	☐ <i>Salix babylonica</i>
☐ <i>Celtis australis</i>	☐ <i>Ulmus pumila</i>
☐ <i>Platanus x hispanica</i>	

Generalment amb altres ports (enfiladisses, arbusts, herbes altes...):

☐ <i>Araujia sericifera</i>	☐ <i>Helianthus tuberosus</i>
☐ <i>Artemisia verlotiorum</i>	☐ <i>Lonicera japonica</i>
☐ <i>Arundo donax</i>	☐ <i>Nicotiana glauca</i>
☐ <i>Boussingaultia cordifolia</i>	☐ <i>Parthenocissus quinquefolia</i>
☐ <i>Buddleja davidii</i>	☐ <i>Phyllostachys</i> spp.
☐ <i>Cortaderia selloana</i>	☐ <i>Phytolacca americana</i>
☐ <i>Cyperus alternifolius</i>	☐ <i>Ricinus communis</i>
☐ <i>Cyperus eragrostis</i>	

Classe de recobriment	Rang d'abundància (%)
+	0.1 - 0.9
1	1 - 9.9
2	10 - 24.9
3	25 - 49.9
4	50 - 74.9
5	75 - 100

Annex III. Valors bioindicadors aplicats als índexs IBMWP i BMWPC. Adaptat de: ACA, 2006a.

GRUP	FAMILIA	VALOR IBMWP	VALOR BMWPC	GRUP	FAMILIA	VALOR IBMWP	VALOR BMWPC
Porifera	Spongillidae	-	8	Heteroptera	Hydrometridae	3	3
Cnidaria	Hydridae	-	5		Naucoridae	3	8
Turbellaria	Dugesidae	5	5		Nepidae	3	3
	Planariidae	5	5		Notonectidae	3	3
	Nematoda	-	-		Pleidae	3	3
	Nematomorpha	-	-		Veliidae	3	5
	Bryozoa	-	-	Lepidoptera	Crambidae	4	7
Oligochaeta		1	1	Megaloptera	Sialidae	4	5
	Lumbricidae	-	-	Neuroptera	Osmylidae	-	10
	Lumbriculidae	-	-		Sysiridae	-	9
	Naididae	-	-	Coleoptera	Curculionidae	4	-
	Tubificidae	-	-		Dryopidae	5	5
Hirudinea	Erpobdellidae	3	3		Dytiscidae	3	3
	Glossiphoniidae	3	5		Elmidae	5	7
	Hirudinidae	3	3		Gyrinidae	3	3
Gasteropoda	Ancylidae	6	6		Halplidae	4	4
	Bithyniidae	3	3		Helophoridae	5	5
	Ferrisidae	6	-		Hydraenidae	5	7
	Hydrobiidae	3	3		Hydrophilidae	3	3
	Lymnaeidae	3	3		Hydrosaphidae	-	-
	Physidae	3	3		Hygrobidae	3	3
	Planorbidae	3	3		Scirtidae	3	4
Bivalvia	Psidiidae	-	5	Trichoptera	Goeridae	10	10
	Sphaeriidae	3	3		Hydropsychidae	5	5
Cladocera		-	3		Hydroptilidae	6	6
Copepoda		-	3		Leptoceridae	10	10
Ostracoda		3	3		Limnephilidae	7	7
Amphipoda	Gammaridae	6	5		Odontoceridae	10	10
Isopoda	Asellidae	3	3		Philopotamidae	8	8
Decapoda	Cambaridae	-	-		Polycentropodidae	7	7
Chelata	Hydrachnida	4	4		Psychomyiidae	8	8
	Colembola	-	-		Rhyacophilidae	7	8
Ephemeroptera	Baetidae	4	5		Sericostomatidae	10	10
	Caenidae	4	5	Diptera	Anthomyiidae	4	4
	Ephemerellidae	7	7		Athericidae	10	10
	Ephemeridae	10	10		Blephariceridae	10	10
	Heptageniidae	10	10		Ceratopogonidae	4	4
	Leptophlebiidae	10	10		Chaoboridae	-	-
	Siphonuridae	10	10		Chironomidae	2	2
Plecoptera	Chloroperlidae	10	10		Chironomidae red	-	-
	Leuctridae	10	7		Culicidae	2	1
	Nemouridae	7	8		Dixidae	4	4
	Perlidae	10	10		Dolichopodidae	4	4
	Perlodidae	10	7		Empididae	4	4
	Taeniopterygidae	10	10		Ephydriidae	2	2
Odonata	Aeschnidae	8	8		Limoniidae	4	4
	Calopterygidae	8	8		Psychodidae	4	4
	Coenagrionidae	6	6		Ptychopteridae	4	4
	Cordulegasteridae	8	8		Rhagionidae	4	4
	Gomphidae	8	8		Scatophagidae	4	-
	Lestidae	8	8		Sciomyzidae	4	4
	Libellulidae	8	8		Simuliidae	5	4
	Platycnemididae	6	6		Stratiomyidae	4	4
Heteroptera	Aphelocheiridae	10	-		Syrphidae	1	1
	Corixidae	3	3		Tabanidae	4	4
	Gerridae	3	3		Tipulidae	5	4

Annex IV. Inventari faunístic dels macroinvertebrats bentònics col·lectats als diferents cursos fluvials estudiats.

[illegible]

Annex IV (Cont.)

		BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C
Ph. MOLLUSCA																														
Cl. Gastropoda																														
O. Archaeopulmonata																														
F. Elobiidae *																														
Carychium minimum					x															x										
Carychium tridentatum									x				x			x														
Carychium				x			x					x									x									
O. Basommatophora																														
F. Lymnaeidae																														
Radix balthica					x	x	x	x							x	x	x		x							x			x	
Stagnicola palustris			x		x	x			x		x		x		x	x	x		x											
Lymnaeidae indet.															x												x			
F. Physidae																														
Physella acuta					x	x					x		x		x		x									x		x	x	
F. Planorbidae																														
Ancylus fluviatilis							x						x			x					x	x				x				x
O. Neotaenioglossa																														
F. Hydrobiidae																														
Potamopyrgus antipodarum						x	x		x				x		x				x		x				x			x		x
Hydrobiidae indet.								x																						
Cl. Bivalvia																														
O. Veneroida																														
F. Sphaeriidae																														
Pisidium casertanum			x																											
Pisidium nitidum									x																					
Pisidium personatum															x	x	x		x											
Pisidium pseudosphaerium									x																					
Pisidium						x	x	x		x		x							x		x	x								

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C		
Ph. ARTHROPODA																															
SuperCl. Chelicerata																															
Cl. Arachnida (superO. Acariformes)																															
MFa								x	x	x				x																	
MFb	x	x		x	x		x		x								x		x	x					x			x	x		
MFc								x				x						x			x	x			x	x		x	x		
MFd		x			x	x						x		x					x						x	x		x	x		
MFe					x							x	x	x																	
MFf					x							x																			
MFg				x	x							x						x													
MFh					x	x					x			x							x										
MFi					x						x																				
MFj		x			x	x	x											x	x		x					x					
MFk						x																									
MFl						x																									
MFm						x																									
MFn					x																										
MFo													x	x																	
MFp																			x		x										
MFq																			x		x										
MFr																			x												
MFs																		x			x										
MFt			x																												
Indet			x		x	x	x							x																	
SuperCl. Crustacea																															
Cl. Branchiopoda																															
O. Anomopoda																															
F. Daphniidae																															
Daphnia																	x														
Cl. Copepoda																															
O. Cyclopoida																															
F. Cyclopidae																															
Cyclopidae indet.	x		x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x		x	x	x											
Cl. Ostracoda																															
Ostracoda indet.			x	x	x			x			x	x	x	x	x	x		x		x											
Cl. Malacostraca																															
O. Amphipoda																															
F. Gammaridae																															
Echinogammarus										x				x						x	x						x	x	x		
Gammaridae indet.										x				x						x	x							x	x		
F. Niphargidae																															
Niphargus			x		x	x																									
O. Isopoda																															
F. Asellidae																															
Proasellus				x																											
Asellidae indet.														x																	
O. Decapoda																															
F. Astacidae																															
Austropotamobius pallipes							x													x											

Annex IV (Cont.)

SuperCl. Insecta	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C
Cl. Collembola																													
O. Symphypleona																													
Symphypleona indet.				x									x																
Collembola indet.																													
MFa										x			x			x													
MFb				x						x										x									
MFC			x				x		x								x		x	x									
MFd	x								x								x		x										
MFe												x	x			x													
Cl. Euentomata																													
O. Ephemeroptera																													
F. Baetidae																													
Alainites muticus		x					x			x																			
Baetis alpinus		x			x	x						x																	
Baetis catharus						x	x	x		x												x							
Baetis fuscatus						x																				x			
Baetis rhodani	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x					x	x	x		x
Baetis vardarensis																									x				
Baetis					x			x	x																			x	
Centroptilum luteolum				x		x		x	x	x			x				x		x										x
Cloëon inscriptum													x	x	x	x													
Cloëon praetextum																					x								
Cloëon			x																							x			
Procloeon concinnum					x	x																							
F. Caenidae																													
Caenis luctuosa	x	x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x		x	x	x					x	x			x
Caenis								x																					
F. Ephemerellidae																													
Serratella ignita					x			x		x		x		x		x		x		x	x				x	x			x
Serratella						x	x						x																
Torleya major		x										x						x							x				
F. Ephemeridae																													
Ephemera danica						x		x					x	x															x
Ephemera lineata	x						x		x	x	x	x					x	x	x	x		x			x				
F. Heptageniidae																													
Ecdyonurus cf angelieri	x	x		x			x		x			x						x		x					x				
Ecdyonurus auranticus																											x		
Ecdyonurus dispar												x																	
Ecdyonurus insignis												x										x							
Ecdyonurus cf venosus																													
Ecdyonurus																										x			
Electrogena lateralis	x	x			x	x			x		x	x	x				x	x	x	x					x				x

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C		
F. Leptophlebiidae																															
Choroterpes picteti																					X					X					
Habroleptoides confusa	X	X			X	X	X		X	X		X						X		X	X					X				X	
Habroleptoides berthelemy																		X													
Habrophlebia fusca	X							X	X	X	X	X			X		X	X				X				X		X			
Habrophlebia lauta			X	X			X						X	X						X	X	X								X	
Habrophlebia		X			X	X										X				X											
Paraleptophlebia submarginata									X	X	X			X					X							X					
Thraulius bellus					X	X							X	X							X					X					
O. Plecoptera																															
F. Chloroperlidae																															
Siphonoperla torrentium				X			X		X											X										X	
F. Leuctridae																															
Leuctra alosi									X	X								X													
Leuctra aurita											X							X					X								
Leuctra fusca																										X					
Leuctra geniculata	X	X			X	X		X		X		X	X	X					X	X	X	X			X	X		X	X		
Leuctra hippopus		X																													
Leuctra inemis							X																		X						
F. Nemouridae																															
Nemoura cambrica									X																						
Nemoura cinerea		X	X	X				X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X							X				
Nemoura fulviceps									X																						
Protonemoura beatensis							X											X				X									
Protonemoura intricata		X																X													
F. Perlidae																															
Perla marginata							X																								
F. Perlodidae																															
Isoperla grammatica	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X					X					
O. Odonata																															
F. Aeshnidae																															
Aeshna cyanea	X		X		X																X										
Anax cf imperator											X																				
Anax imperator/parthenope																										X					
Boyeria irene	X	X			X	X	X						X	X				X	X	X	X		X					X			
Aeshnidae indet.					X									X	X					X	X					X		X			
F. Calopterygidae																															
Calopteryx haemorrhoidalis														X														X			
Calopteryx virgo		X					X			X									X			X									
Calopteryx xanthosoma																								X							
Calopteryx xanthosoma/haemorrhoidalis						X								X					X									X			
Calopteryx					X	X				X									X												
F. Coenagrionidae																															
Pyrrhosoma nymphula	X				X						X			X				X													
Coenagrionidae indet.	X										X							X								X					
F. Cordulegasteridae																															
Cordulegaster boltonii							X			X								X				X									
Cordulegaster	X							X			X							X	X												
F. Corduliidae																															
Oxygastra curtisii						X																									

Annex IV (Cont.)

[illegible]

Annex IV (Cont.)

O. Coleoptera	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	R1	R12	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C		
F. Curculionidae **																															
MFa									x																						
MFb													x																		
MFc													x																		
MFd													x		x																
MFe													x																		
MFf														x																	
MFg																x															
MFe												x																			
F. Dryopidae																															
Dryops			x					x		x	x		x		x					x											
Pomatinus substriatus	x	x			x	x	x					x							x		x	x			x	x	x		x		
F. Dytiscidae																															
Agabus biguttatus																													x		
Agabus bipustulatus										x																					
Agabus didymus	x		x								x		x				x							x							
Agabus sp.4				x											x																
Agabus	x		x	x				x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x			x		x	x		x		
Bidessus minutissimus														x																	
Deronectes hispanicus			x	x													x														
Deronectes cf hispanicus																		x													
Deronectes opatrinus				x				x									x	x			x										
Deronectes			x	x				x					x	x		x	x				x							x			
Dytiscus								x						x		x															
Hydroporus			x	x			x	x			x	x		x				x				x									
Ilibyus													x																		
Meladema coriacea													x			x													x		
Platambus maculatus																					x								x		
Scarodytes					x	x								x																	
Stictonectes lepidus			x	x							x					x															
Stictotarsus cf duodecimpustulatus					x																										
Dytiscidae indet	x		x		x	x						x	x				x												x		
F. Elmidae																															
Elmis		x					x	x		x		x							x		x						x	x			
Esolus		x			x	x	x	x		x		x		x				x	x	x	x				x	x			x		
Limnius		x			x	x													x												
Oulimnius		x		x	x	x	x	x				x	x	x	x	x			x	x	x						x	x			
Riolus MFa	x	x					x							x					x									x	x		
Riolus MFb	x				x	x			x	x	x			x					x												
Riolus	x	x			x	x	x					x							x		x										
Stenelmis		x			x	x													x						x	x			x		
F. Gyrinidae																															
Gyrinus																x								x					x		
Orectochilus villosus		x																													
F. Haliplidae																															
Haliplus sp.1													x		x	x															
Haliplus sp.2					x	x																									
Haliplus			x										x	x		x															
Peltodytes rotundatus					x	x							x																		

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C
F. Helophoridae																													
<i>Helophorus</i> sp.1								X						X															
<i>Helophorus</i> sp.2														X															
F. Hydraenidae																													
<i>Hydraena angulosa</i>							X				X	X																	
<i>Hydraena bitruncata</i>							X		X		X	X																	
<i>Hydraena cf bitruncata</i>																													X
<i>Hydraena curta</i>			X						X																				
<i>Hydraena gracilis</i>							X																						
<i>Hydraena subimpressa</i>			X																										
<i>Hydraena testacea</i>			X								X																		
<i>Hydraena</i> sp.7							X																						
<i>Hydraena</i> sp.8							X																						
<i>Hydraena</i>		X						X					X		X	X		X	X	X					X				
<i>Limnebius</i>				X	X								X							X									
<i>Ochtebius</i>					X																								
F. Hydrophilidae																													
<i>Anacaena</i>													X								X								
<i>Coelostoma cf hispanicum</i>																													X
<i>Helochara</i>							X																						
<i>Laccobius</i>														X	X						X								
<i>Paracymus</i>			X					X																					
Hydrophilidae indet.																											X		
F. Psephenidae																													
<i>Eubria palustris</i>					X																								
F. Scirtidae																													
<i>Cyphon</i>					X																								
<i>Elodes</i>	X		X	X			X		X		X							X			X				X		X		
<i>Hydrocyphon</i>		X					X	X				X		X					X	X	X	X							
O. Trichoptera																													
F. Beraeidae																													
<i>Beraea</i>			X					X	X						X							X							
F. Calamoceratidae																													
<i>Calamoceras marsupus</i>					X	X							X	X							X							X	
F. Glossosomatidae																													
<i>Agapetus</i>																					X						X		
Glossosomatidae indet.																					X								
F. Goeridae																													
<i>Silo</i>																											X		
F. Hydropsychidae																													
<i>Diplectrona</i>																									X				
<i>Hydropsyche brevis/instabilis</i>													X						X										
<i>Hydropsyche incognita</i>																										X			
<i>Hydropsyche instabilis</i>			X																						X				
<i>Hydropsyche gr. instabilis</i>													X															X	
<i>Hydropsyche siltalai</i>		X			X			X		X		X						X		X	X				X			X	
<i>Hydropsyche</i>		X		X	X					X		X						X		X	X				X	X		X	X
Hydropsychidae indet.						X																			X			X	X

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	R1	R12	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C		
F. Hydroptilidae																															
Hydroptila		x		x	x	x						x						x	x									x	x		
Hydroptilidae indet.		x			x	x							x															x	x		
F. Leptoceridae																															
Adicella reducta							x																								
Mystacides cf azurea		x		x	x	x					x		x					x	x	x		x				x					
Oecetis		x				x		x		x		x		x				x		x						x					
Setodes					x	x								x																	
Leptoceridae indet.													x																		
F. Limnephilidae																															
Chaetopterix									x						x	x	x														
Glyphotaenius pellucidus	x		x												x																
Halesus	x	x	x		x	x	x	x				x	x	x		x		x	x	x					x				x		
Limnephilus	x		x				x						x		x	x									x						
Mesophylax			x											x	x																
Potamophylax	x	x					x	x		x	x	x					x	x		x		x			x				x		
Stenophylax	x																														
Limnephilidae indet.	x	x					x	x							x	x			x												
F. Odontoceridae																															
Odontocerum albicorne	x			x			x		x								x										x				
F. Philopotamidae																															
Chimarra marginata					x																										
Philopotamus montanus																		x		x					x						
Philopotamus variegatus					x															x											
Wormaldia triangulifera																												x			
Wormaldia				x			x	x	x		x	x								x											
Philopotamidae indet.																				x	x										
F. Polycentropodidae																															
Cymus cintranus/monserrati					x	x																x									
Plectronemia cf conspersa				x							x	x														x					
Plectronemia cf laetabilis																															
Plectronemia	x				x															x	x								x		
Polycentropus cf corniger																						x							x		
Polycentropus flavomaculatus																			x						x	x					
Polycentropus cf flavomaculatus					x	x													x			x	x		x	x			x		
Polycentropus cf kingi	x	x			x		x	x		x								x	x	x	x				x	x		x			
Polycentropus					x		x					x	x	x				x	x		x					x			x		
Polycentropodidae indet.		x			x	x	x			x	x		x					x	x	x	x	x									
F. Psychomyiidae																															
Lype cf auripilis					x														x												
Tinodes maculicornis					x																					x					
Tinodes	x				x	x	x				x	x				x	x	x	x												
Psychomyiidae indet.									x																						

Annex IV (Cont.)

[illegible]

Annex IV (Cont.)

[illegible]

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C		
F. Culicidae																															
Aedes																X															
Anopheles													X	X																	
Culex cf. territans														X																	
Culex cf. pipiens																X															
F. Dixidae																															
Dixa		X	X				X	X	X		X						X		X	X						X			X		
Dixella					X		X						X	X	X					X											
F. Dolichopodidae																															
Dolichopodidae indet.														X																	
F. Empididae																															
Chelifera	X	X	X	X				X			X					X		X													
Hemerodromia	X	X			X	X		X		X		X						X	X		X										
Clinocerinae MFa												X																			
Clinocerinae MFb	X							X								X															
Clinocerinae indet.								X																							
Hemerodromiinae indet.			X	X	X	X							X	X				X													
Empididae indet.				X									X													X					
F. Ephydriidae																															
Ephydriidae MFa																X				X											
Ephydriidae MFb														X																	
Ephydriidae indet.															X	X															
F. Limoniidae																															
Antocha vitripennis		X			X																										
Dicranota					X			X					X	X											X	X			X		
Eloeophila									X									X													
Gonomyia							X																								
Hexatomini MFa		X																													
Hexatomini MFb													X																		
Hexatomini MFC										X																					
Pediciini MFa					X			X				X	X	X						X	X										
Pediciini MFb							X											X		X											
Pediciini MFC							X											X		X											
Limoniidae indet.					X					X						X															
F. Muscidae																															
Muscidae indet.					X											X															
F. Psychodidae																															
Clogmia albipunctata																				X											
Pericoma cf. granadica			X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	X											
Pericoma	X	X					X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X										
Peripsychoda				X																											
Psychoda										X										X											
Tonnoirella																															
Ulomyia				X						X	X			X																	
Paramormiini indet.			X																												
Psychodidae indet. sp.1					X															X											
Psychodidae indet.						X	X												X												

Annex IV (Cont.)

	BA1	BA2	BR1	BR2	CA1	CA2	FE1	FE2	FL1	FL2	JO1	JO2	JU1	JU2	LL1	LL2	RI1	RI2	TU1	TU2	BE-C	CO-C	CP-C	FL-C	GU-C	LL-C	MO-C	RA-C	TU-C
F. Rhagionidae																													
<i>Chrysopilus</i>		x						x				x						x	x	x									
F. Scatophagidae																													
Scatophagidae indet.													x																
F. Sciomyzidae																													
Sciomyzidae indet.		x						x																					
F. Simuliidae																													
<i>Prosimulium</i>									x	x																			
<i>Simulium (Eusimulium)</i>			x																										
<i>Simulium (Nevermannia)</i>						x	x			x		x	x																
<i>Simulium (Simulium)</i>		x								x																			
<i>Simulium (Tetisimulium) bezzi</i>												x																	
<i>Simulium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x
F. Stratiomyidae																													
<i>Oxycera</i> MFa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
<i>Oxycera</i> MFb		x		x	x	x	x		x	x	x					x	x	x	x	x									
<i>Oxycera</i> MFc																			x	x									
<i>Sargus</i>										x																			
F. Tabanidae																													
<i>Crhysops</i>									x																				
<i>Tabanus</i>												x																	
Tabanidae indet.	x				x							x														x			x
F. Tipulidae																													
Tipulidae indet.		x	x		x	x		x	x	x			x	x			x	x	x						x	x	x	x	x

* El gènere *Carychium* es troba en hàbitats higròfils (tolls, sols saturats, riberes...), no estrictament aquàtics. Tot i així s'ha inclòs a l'inventari per la seva interacció amb el medi aquàtic.

** La família Curculionidae presenta una majoria d'espècies terrestres, però s'ha de realitzar una determinació a nivell d'espècie per discriminar-les. Així, és probable que la majoria dels exemplars siguin terrestres.

