

RESPOSTA ESPACIOTEMPORAL DELS MACROINVERTEBRATS DEL RIU RIPOLL A UNA DESCÀRREGA D'AIGÜES INDUSTRIALS DEPURADES

Josep Mora Solé

Tutoritzat per:

Narcís Prat Fornells

**Grup de recerca Freshwater Ecology and Management
Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona**

Grau de Biologia

Barcelona, Juny de 2015



AGRAÏMENTS

Al Narcís Prat, per donar-me l'oportunitat de realitzar aquest projecte amb el seu grup de recerca, per haver tingut l'honor de treballar amb ell, per compartir amb mi el seu coneixement, la seva experiència i pels moments de paciència i comprensió.

Al Pau Fortuño, per la seva inestimable ajuda i inesgotable paciència, pel seu suport constant i per haver sigut fonamental en el meu aprenentatge en la identificació dels macroinvertebrats aquàtics.

A l'Alba Santaló, la Geane Costa, el Nicolás Parada, a la Gabriela Peixoto i a la Nicole Colin per haver participat en aquest projecte, i a tots els companys de laboratori, pels moments compartits, per la seva ajuda i per fer més agradable l'estada.

Als meus amics, a la meva família, i en especial, al Jaume. Per tota l'ajuda, per saber escoltar i per donar-me suport en tot moment, per tot el que hem viscut, per compartir l'alegria d'aquest nou èxit i per donar-me forces per continuar ideant i perseguint les metes que ens anem proposant dia a dia.

ABSTRACT

Due to the extensive textile activity in Catalonia, the aquatic ecosystems had been largely disturbed as a consequence of wastewater effluents. This project has as a main objective to study how the aquatic macroinvertebrate community of the Ripoll river in Castellar del Vallés (Catalonia, NE Spain) is affected by the presence of a textile industry, which discharge its wastewater to the river. In each sampling station 4 samples were taken along the year. Several physicochemical parameters were measured both in the field and in the laboratory. At the same time macroinvertebrate samples were also taken using a Surber sample following a standardized protocol. The first sampling station was upstream from the industry, and the others three were downstream, at increasing distance of the industry. Results showed that there were an important increase of water salinity below the textile industry, and the increase was lower when the river discharge increases. The biological community showed loss of abundance, richness and diversity of most taxa with the most pollution sensible species disappearing in the two closest downstream stations from the effluent. In the last station, some of the pollution-intolerant species returned, but in lower densities than the upstream site. Community changed throughout the year, having more species in spring (higher discharge) and less in winter when the river discharge was at its lowest level. In summary our data demonstrates clearly the effects of the sewage treated water coming from the wastewater plant of the industry, which seems related mostly to the presence of salt increases.

ÍNDEX

1. Introducció.....	Pàgina 1
2. Hipòtesis i objectiu.....	Pàgina 3
2.1. Hipòtesis.....	Pàgina 3
2.2. Objectiu.....	Pàgina 3
3. Material i mètodes.....	Pàgines 4-10
3.1. Zona d'estudi.....	Pàgina 4
3.2. Empresa estudiada.....	Pàgina 7
3.3. Metodologia.....	Pàgina 8
3.4. Tractament de dades.....	Pàgina 10
4. Resultats.....	Pàgines 11-17
4.1. Paràmetres fisicoquímics.....	Pàgina 11
4.2. Paràmetres biològics.....	Pàgina 14
5. Discussió.....	Pàgina 18-19
6. Conclusions.....	Pàgina 20
7. Bibliografia.....	Pàgines 21-25

1. INTRODUCCIÓ

Degut a la forta implementació de la indústria a Catalunya a partir del segle XIX, que en gran part es va realitzar als eixos dels rius, aquests i els seus ecosistemes aquàtics associats han sofert una alteració important que s'ha anat fent més greu al llarg del pas dels anys. D'una part, moltes fàbriques tèxtils es van instal·lar a les vores dels rius a partir del segle XIX per poder utilitzar les seves aigües com a font d'energia, derivant importants cabals que, encara avui dia, deixen part del riu sense el cabal ambiental necessari. D'altra banda, quan les mateixes fàbriques varen passar de filar a tintar, la descàrrega d'aigües residuals va contaminar greument els rius. Als anys noranta, degut als compromisos ambientals derivats de la nostra entrada a Europa, es van construir un gran nombre de depuradores a Catalunya, i avui en dia, gairebé no hi ha cap fàbrica que no tingui la seva pròpia depuradora o no estigui connectada a la xarxa de clavegueram i porti les seves aigües residuals a una depuradora. En els darrers anys, degut a la conscienciació per tal de preservar el patrimoni, s'han anat fent més estrictes les normes de protecció ambiental, amb l'objectiu d'aconseguir millorar la qualitat de l'aigua i evitar la pèrdua d'espècies que habiten els nostres rius.

La composició de l'aigua residual provinent d'una indústria tèxtil dependrà de les substàncies químiques que s'utilitzin durant els processos (Ranganathan *et al.*, 1997, Manu & Chaudhari, 2002; Kuhad *et al.*, 2004 i Dos Santos *et al.*, 2007). Per exemple, en la indústria tèxtil, les aigües de sortida tenen generalment altes demandes químiques d'oxigen (DQO), altes demandes biològiques d'oxigen (DBO) i presenten coloració. Depenent del tipus de colorant que s'utilitzi, s'estima que del 2 al 50% d'aquests compostos s'escolen per les aigües residuals i es consideren com a contaminants persistents que no es poden eliminar amb els mètodes convencionals de tractament d'aigües, degut al seu origen i a les seves estructures complexes (Kuhad *et al.*, 2004; Blánquez, 2005, Días *et al.*, 2007 i Dos Santos *et al.*, 2007). És de destacar que alguns d'aquests colorants són altament tòxics i mutagènics, i disminueixen la quantitat de llum que penetra a l'aigua, així com l'activitat fotosintètica, causant dèficits d'oxigen i limita els usos de l'aigua riu avall com a medi recreatiu, aigua potable i el regadiu (Forgacs *et al.*, 2004). També els metalls pesants que es solen trobar en les aigües efluentes provinents d'aquestes indústries com el coure (Mance *et al.*, 1984) i el zinc (Radhakrishnaiah *et al.*, 1993).

L'estat ecològic és una expressió que mesura l'estructura i funcionament dels ecosistemes aquàtics, integrant diversos trets i característiques de les espècies que es poden trobar en un riu. El concepte de estat ecològic i com s'ha de fer la seva mesura, va ser incorporat a la legislació europea mitjançant la Directiva Marc de l'Aigua (DMA). La DMA neix com a resposta a la creixent pressió que suposa el continu creixement de la demanda de l'aigua, de bona qualitat i en quantitats necessàries per a tots els usos i la urgència de protegir els rius que es troben en bon estat de conservació i de restaurar aquells que no hi estan. Segons la DMA, per establir l'estat de les aigües, no només es necessita un anàlisi químic de les característiques de l'aigua, sinó que també es necessari fer un estudi de la qualitat hidromorfològica i una anàlisi biològica per tal de quantificar les espècies que habiten els nostres rius, com així ho fixa la Directiva Marc de l'Aigua en el seu annex 5, que es aplicable a masses d'aigua superficials naturals i no molt modificades.

La DMA (2000/60/EC) pel Parlament Europeu, estableix un marc comunitari d'acció en l'àmbit de la política d'aigües, i és probablement, la norma europea més ambiciosa i complexa relacionada amb el medi ambient, tant pel punt de vista, al considerar

conjuntament les aigües continentals superficials i subterrànies, de transició i costaneres; com els seus objectius, que es basen en aconseguir i mantenir el bon estat de l'aigua.

Entre els indicadors biològics proposats per la DMA per mesurar la qualitat biològica d'un riu, es troben els macroinvertebrats. Els macroinvertebrats són els organismes més àmpliament utilitzats com a indicadors de la qualitat biològica dels rius per diverses circumstàncies (Resh, 1993), entre les quals destaquen (Bonada *et al.*, 2006):

1. Tenir una àmplia distribució, tant geogràfica com en diferents tipus d'ambients.
2. Una gran riquesa d'espècies amb gran diversitat de respostes als gradients ambientals
3. Ser en la seva majoria sedentaris, el que permet l'anàlisi espacial de la contaminació
4. En altres casos, la possibilitat d'utilitzar la seva reacció de fugida (deriva) com a indicador de contaminació.
5. En algunes espècies, tenir cicles de vida llargs, ja que així s'integren els efectes de la contaminació en el temps.
6. Poden ser mostrejats de forma senzilla i amb poca despesa econòmica.
7. Una taxonomia ben coneguda a nivell de família i gènere.
8. La sensibilitat ben coneguda de molts taxa a diferents tipus de contaminació
9. L'ús de moltes espècies en estudis experimentals sobre els efectes de la contaminació.

Si bé és cert, que el nivell preferible seria el d'espècie, la taxonomia de certs grups fa que el treball sigui pràcticament inviable en molts països, en gran part pel cost econòmic que això comporta (en forma de temps per a l'observació de les mostres). Especialment en els dípters (i de forma especial en els quironòmids), el treball de preparació i identificació, inclús a nivell de gènere, comporta un temps que fa que el seu estudi sigui econòmicament molt costós (Puntí, 2007). Per això, un bon equilibri entre la qualitat dels resultats i el temps requerit per a obtenir-los es dona utilitzant com a nivell taxonòmic la família. A aquest nivell, els avantatges dels macroinvertebrats enumerats anteriorment es mantenen, i per tant, el seu ús a aquest nivell és el que es recomana en molts dels protocols d'estudi dels països que els utilitzen com a indicadors de qualitat biològica de forma reglamentada.

L'ús de macroinvertebrats per a determinar i valorar l'estat ecològic d'un riu, així com per veure el grau d'afectació que presenta l'ecosistema en cas de presència de contaminants és molt comú (Walker *et al.*, 2006; Birnesh *et al.*, 2007; Ogundrian *et al.*, 2010). Si ens fixem en l'estudi de el grau d'afectació que té la indústria tèxtil, Gómez *et al.* (2008) van investigar els efectes de les aigües residuals de la indústria tèxtil en la qualitat de l'aigua, la qualitat d'hàbitat i les respostes estructurals i funcionals de les comunitats bentòniques. Es va observar que l'efluent modificava l'estructura dels conjunts microbentònics aigües avall, augmentava la densitat d'individus i la biomassa dels productors primaris, però disminuïa la riquesa d'espècies. La riquesa i l'abundància dels taxa de macroinvertebrats era més baixa en el lloc impactat. Així també, l'estudi de Graça *et al.* (2002), va detectar canvis en les supervivències de dues espècies de macroinvertebrats. Per tant, la utilització de macroinvertebrats bentònics resulta en bons indicadors de les condicions locals d'un indret, ja que molts d'aquests organismes tenen patrons de migració limitats o bé, presenten un estil de vida sèssil, fent-los adequats per a l'avaluació d'impactes específics (Gómez *et al.*, 2008).

2. HIPÒTESIS I OBJECTIUS

2.1. Objectius

- Valorar i determinar l'estat ecològic del tram seleccionat del riu Ripoll, i analitzar l'impacte que produeix la indústria tèxtil especialitzada en la tinció de teixits en els macroinvertebrats que habiten aquestes aigües.
- Valorar com s'alteren alguns paràmetres fisicoquímics del riu Ripoll sota la influència de la indústria tèxtil.
- Analitzar la capacitat de recuperació de l'ecosistema sota una pertorbació produïda per una indústria tèxtil.
- Veure si en diferents mesos de l'any, els efectes de la indústria estudiada són similars o no.

2.2. Hipòtesis

- Com més pròxims aigües avall ens trobem de la indústria tèxtil, més extremes seran les condicions fisicoquímiques, és a dir, un augment de la conductivitat, un augment del pH, presència d'elements químics indicadors d'activitat industrial, augment de la temperatura del riu i disminució de l'oxigen dissolt.
- Després de l'efluent de l'empresa tèxtil, hi haurà una disminució del nombre de taxa de macroinvertebrats tant en el total com, especialment, en les famílies més intolerants a la contaminació.
- Degut a que el riu, en el tram estudiat, és de mida petita, i segurament l'impacte de la indústria tèxtil és elevat, la capacitat de recuperació d'aquest ecosistema, en el tram estudiat, serà reduïda.
- Es de preveure un augment de la densitat total de macroinvertebrats degut a que hi haurà menys competència entre ells, i els taxa supervivents al ser tolerants de la contaminació podran assolir poblacions més nombroses.
- L'impacte dels abocaments serà més gran quan el cabal del riu sigui menor i per tant, pot variar en el temps.

3. MATERIAL I MÈTODES

3.1. Zona d'estudi

El riu Ripoll neix al Sot del Galí (640 metres d'altitud), situat a la serra de Granera, però la major part dels afluents que desemboquen al riu Ripoll s'originen al massís de Sant Llorenç del Munt, pertanyent a la Serralada Prelitoral, i arriba fins a Montcada (35 metres d'altitud), desembocant al riu Besòs. La conca del Ripoll té 243 km², un pendent mitjà d'1.54% i una sinuositat d'1.41 i es localitza a la vessant occidental de la conca del Besòs, a la qual pertany. El recorregut d'aquest riu és de 40 km i travessa els municipis de Sant Llorenç Savall, Castellar del Vallès, Sabadell, Barberà del Vallès, Ripollet i Montcada i Reixac.

Com a riu mediterrani, el Ripoll, es caracteritza per un cabal escàs, tenir certa irregularitat i presentar avingudes poc freqüents però importants. Segons *Regionalització fluvial a les conques internes de Catalunya* (Agència Catalana de l'Aigua, 2002), el riu Ripoll, com a tot el conjunt de masses d'aigua que pertanyen a la conca del Besòs, pertany al tipus fluvial de RMCV, és a dir, Riu Mediterrani de Cabal Variable. L'Agència Catalana de l'Aigua, que és l'entitat responsable en matèria d'aigües en l'àmbit de les competències que corresponen a la Generalitat de Catalunya, divideix el riu Ripoll en quatre masses d'aigua:

1. Capçalera del riu Ripoll fins al límit del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt.
Codi de referència: 1100220
2. Riu Ripoll des del límit del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt fins a l'EDAR de Castellar del Vallès.
Codi de referència: 1100230
3. Riu Ripoll des de l'EDAR de Castellar del Vallès fins a l'EDAR de Sabadell.
Codi de referència: 1100240
4. Riu Ripoll des de l'EDAR de Sabadell fins al riu Besòs.
Codi de referència: 1100250

Aquest projecte es va realitzar en el tram alt-mitjà, corresponent a la segona massa d'aigua corresponent al riu Ripoll des del límit del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt fins a l'EDAR de Castellar del Vallès, situat a 2°4'42.6" E i 41°35'47.76" N.

El lloc on s'ha realitzat aquest estudi pertany al riu Ripoll durant el seu pas pel terme municipal de Castellar del Vallès, on s'hi ha seleccionat 4 punts de mostreig, el primer d'aquest situat a 380 metres aigües amunt de la indústria tèxtil i que actuarà com a punt de referència o punt control, que anomenarem (RS1) situat amb les coordenades següents: 2° 4' 4.51" E i 41° 37' 43.17" N, i els altres tres situats aigües avall, els quals anomenarem respectivament (RS2, RS3, RS4), el primer d'aquests a 550 metres de la indústria tèxtil (RS2) localitzat amb les coordenades 2° 4' 22.95" E i 41° 37' 22.59" N, el segon punt a 897 metres de la indústria (RS3), situat a 2°4'21.34" E i 41°37'10.09 i l'últim punt situat a 1909 metres de la indústria tèxtil (RS4) localitzat a 2° 4' 42.66" E i 41° 36' 56.98" N. Aquests quatre punts de mostreig i la indústria tèxtil, els podem trobar representats sobre el mapa al seu pas pel terme municipal de Castellar del Vallès (Figura 1).



Figura 1: Representació dels quatre punts de mostreig (RS1, RS2, RS3 i RS4; representats en verd) i localització de la indústria tèxtil responsable dels abocaments al riu Ripoll al seu pas per Castellar del Vallès. Elaboració pròpia sobre Google Maps.

Com un dels objectius d'aquest projecte es fer un estudi de com impacta una indústria tèxtil en els paràmetres fisicoquímics i biològics d'un tram del riu, primer haurem de descriure els impactes que pot tenir una indústria d'aquest tipus en el medi.

S'ha calculat que aproximadament es necessiten 200 litres d'aigua per cada quilogram de cotó produït. Aquests efluents són barreges complexes de molts contaminants, que van dels colors originals perduts durant el procés de tinció, fins a productes associats a pesticides i metalls pesants (Carneiro *et al.*, 2004), i quan aquestes aigües no són tractades adequadament, poden causar seriosos problemes de contaminació a l'aigua (Kunz *et al.*, 2002). A més de la contaminació visual, la contaminació de les masses d'aigua per colorants causa canvis en els cicles biològics de la biota que hi habita, particularment afectant l'activitat fotosintètica i els processos d'oxigenació de l'aigua, com per exemple, obstaculitzant els pas de la llum solar a través de l'aigua (Pereira & Freire, 2005).



Figura 2: Punts de mostreig del riu Ripoll. 2A: Punt RS1 el 20 de febrer de 2013. 2B: Punt RS2 el 20 de febrer de 2013. 2C: Punt RS4 el 20 de febrer de 2013. 2D: Punt RS3 el 22 de juliol de 2013. Fotografies de Pau Fortuño.

3.2. Empresa estudiada

Segons el web de l'empresa en la qual ens hem centrat en aquest estudi, és una empresa líder en tints i acabats tèxtils des de l'any 1868. Ofereix una gran quantitat de serveis i operacions relacionades amb la tinció, com els que es veuen en la figura 6.



Figura 3: Conjunt d'operacions i serveis oferts per l'empresa estudiada.

Si en fixem en l'apartat d'acreditacions, veiem que la seva producció està acreditada amb l'etiqueta ecològica ECO-TEX STANDARD 100 i STANDARD 1000, així com l'acreditació a producció ecològica i responsabilitat social "MADE IN GREEN".

L'etiqueta ECO-TEX STANDARD 100 i STANDARD 1000 són uns sistemes d'avaluació, auditoria i certificació per a centres de producció ecològics en la indústria tèxtil i de la confecció. Comprèn totes les àrees rellevants de l'empresa (gestió, tecnologies de producció, ús de recursos, garantia de qualitat, mesures de seguretat, condicions de treball socials, etc.) incloent-les en la observació de la sostenibilitat.

Els criteris de l'ECO-TEX STANDARD 100 són:

- Anàlisi de substàncies perjudicials, que comprèn: substàncies prohibides, substàncies reglamentades legalment, productes químics amb coneixement de que són nocius per a la salut (però no productes químics regulats per llei), així com paràmetres per a prevenció de la salut.

Per a l'obtenció del STANDARD 1000, els criteris són:

- Les empreses han de complir, en totes les etapes del procés, els criteris establerts relatius al seu procés de fabricació ecològic i socialment compatible, així com provar que al menys el 30% de la producció total ha estat certificada ja conforme a la ECO-TEX STANDARD 100.
- El control de la fàbrica es realitza per un auditor independent, comissionat per la Comunitat internacional OEKO-TEX – Comunitat per a la inspecció de productes tèxtils ecològics.

3.3. Metodologia

En aquest experiment, s'han seleccionat quatre punts de mostreig, anomenats RS1, RS2, RS3 i RS4. En cada punt de mostreig es va agafar mostres dels paràmetres fisicoquímics i biològics per a cada estació de l'any: estiu (22/07/2012), tardor (14/11/2012), hivern (20/02/2013) i primavera (22/06/2013). Per tant, hi ha un total de 16 grups de dades segons el punt de mostreig i l'estació de l'any.

Els paràmetres fisicoquímics es van mesurar "in situ" per a cada estació i època de l'any. Aquestes variables són: pH, concentració d'O₂ mg/l, percentatge de saturació d'O₂, temperatura, conductivitat i cabal, utilitzant un pH-metre per al pH, un oxímetre per a determinar la concentració d'O₂ i la temperatura, un conductímetre per a trobar la conductivitat i un velocímetre per a determinar el cabal, ja que es calcula multiplicant la velocitat de l'aigua per la secció del tram del riu estudiat.

Les mesures fisicoquímiques, s'han de realitzar abans de la presa de mostres biològiques, per tal d'evitar alteracions en els valors de les primeres. També s'ha de tenir en compte que els aparells de mesura de les variables fisicoquímiques necessiten aigua corrent o que el sensor estiguin en moviment per tal de que els valors siguin correctes, i cal esperar fins que el valor que estem mesurant s'estabilitzi.

En el moment de fer un estudi ecològic en un riu, és interessant caracteritzar-hi tant l'hàbitat de la llera fluvial com la situació del bosc de ribera. Per això en cada punt i mostreig es va determinar l'IHF (Índex d'Hàbitat Fluvial) (Pardo *et al.*, 2002) i el QBR (Qualitat del Bosc de Ribera) (Munné *et al.*, 2003) segons els protocols del grup de recerca F.E.M. (www.ub.edu/fem). El primer és un mètode senzill per a l'avaluació de la qualitat de l'hàbitat fluvial i per valorar la capacitat de l'hàbitat físic d'albergar una fauna determinada, tenint-hi en compte les característiques hidromorfològiques del tram estudiat. És a dir, com més heterogeneïtat i diversitat d'estructures físiques de l'hàbitat, li correspondrà una major diversitat de les comunitats biològiques que hi resideixen (Smith & Smith, 2000). Així doncs, la heterogeneïtat de l'hàbitat fluvial es considera actualment com un dels principals factors d'influència de la riquesa d'espècies d'invertebrats aquàtics (Voelz & McArthur, 2000). D'altra banda també es va mesurar l'índex QBR (Munné *et al.*, 1998) és d'aplicació ràpida i senzilla, i integra aspectes biològics i morfològics de la llera del riu i la seva zona inundable, avaluant així la qualitat de la ribera. Alhora de calcular-li, s'hi té en compte el grau de coberta vegetal de la ribera, l'estructura vertical de la vegetació, la qualitat i diversitat de la coberta vegetal i el grau de naturalitat del canal fluvial. Pel disseny experimental dels paràmetres biològics es van recollir, quantificar i classificar macroinvertebrats, seguint el protocol de Macroinvertebrats Quantitatiu (MiQu) (Nuñez & Prat 2010).

La unitat de mostreig és una xarxa Surber amb llum de malla de 250µm, de 30cmx30cm i que s'ha de posar a contracorrent per recollir tots els organismes mentre es remou el substrat. És un mètode quantitatiu que consisteix, primer, en ponderar en cada punt de mostreig del riu el percentatge d'hàbitats (Annex, Llistat 3) que hi ha, per tal de saber quins són els dominants –D- (ha de ser superior a un 5%) i quins són marginals –M- (inferior a un 5%). En els hàbitats dominants s'agafen un total de 8 mostres. Si hi ha diferències entre els percentatges dels hàbitats dominants, es ponderarà per tal d'agafar una quantitat de mostres major en un hàbitat que hi és més present que un altre. En els hàbitats marginals, s'agafaran un total de 4 mostres, i com en el cas anterior, si hi ha diferències entre els percentatges dels hàbitats marginals, es ponderarà per tal d'agafar una quantitat de mostres major en un hàbitat que hi és més present que un altre. Per tant, en total s'agafaran un total de 12 mostres. Les 8

unitats de mostreig dominant es posen en un pot (submostra dominant), i les quatre unitats marginals en un altre pot (submostra marginal). Els detalls es poden trobar també al protocol F.E.M. (www.ub.edu/fem).

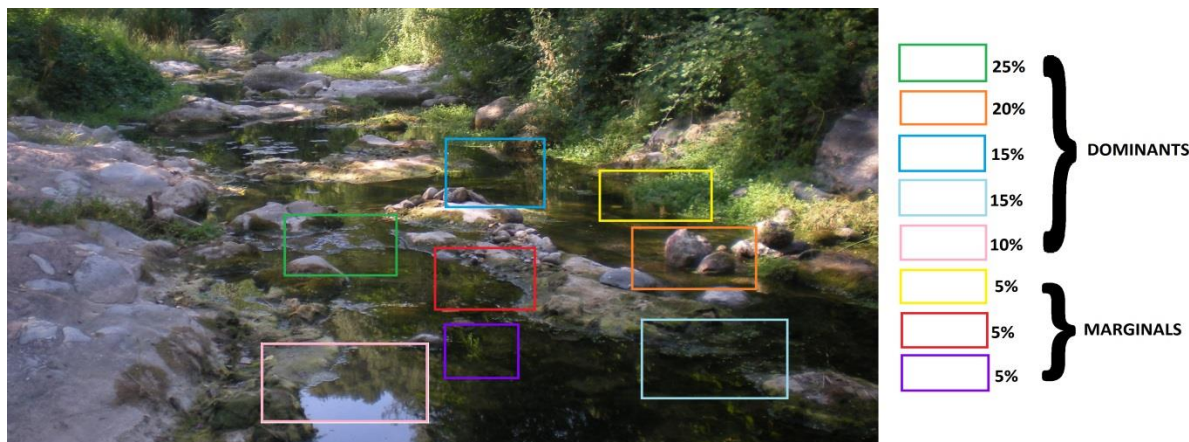


Figura 4: Model de distribució dels percentatges segons si l'hàbitat és dominant o marginal. Fotografia original de Pau Fortuño, editada per Josep Mora.

Un cop les mostres ja són al laboratori, el procediment ha realitzar és el següent: es tria una mostra de les recollides durant el mostreig de camp, es filtra amb un filtre de 0.25 mil·límetres (250µm) i el líquid resultant es deposita en un contenidor. A continuació la resta es neteja amb abundant aigua i un cop la mostra ja està neta, es diposita en una safata. Primer s'eliminen els possibles objectes que puguin dificultar la manipulació i visualització de la mostra, com troncs, fulles i plàstics. Un cop s'ha fet això, s'homogeneïtza la mostra i s'agafa una submostra dividint primer la mostra en 8 parts iguals. Aquest 1/8 de mostra serà analitzat a fons, identificant tots els ordres i famílies de macroinvertebrats que s'hi van trobant amb l'ajuda d'una lupa, amb les pinces per a la manipulació i amb la guia de classificació (Tachet *et al.* 2010). S'apunta la quantitat de cada família i es van dipositant dins de vials amb alcohol (per a la seva correcta conservació) i degudament etiquetats amb les dades de la família que s'hi troba, el lloc on s'ha recol·lectat la mostra i el punt de mostreig. Si en aquest 1/8 no es troben un total de 300 individus, s'haurà d'agafar un altre 1/8 i estudiar-lo a fons, i així successivament fins que s'assoleixin un mínim de 300 individus.

Amb les porcions restants (7/8 en el cas de que es trobin 300 individus en el primer 1/8), s'analitza en busca de ordres i famílies de macroinvertebrats grans (visibles a simple vista) que no s'hagin trobat en l'inicial 1/8.

Un cop la mostra s'ha finalitzat, es guarden els vials d'alcohol en la seva gradeta per a la revisió posterior en cas que fos necessari. Les altres restes orgàniques que ja no serveixen és dipositen en el contenidor orgànic, filtrant-les prèviament per separar l'aigua de la mostra orgànica.

3.4. Tractament de dades

Un cop ja tenim totes les mostres correctament identificades i classificades, es recullen un full de dades per al posterior estudi. S'ha de tenir en compte que els individus trobats en el 1/8 inicial, s'han de multiplicar per 8.

Un cop teniu la matriu de dades (Annex, Taula 3) on tenim les dades per cada punt i època amb la quantitat d'organismes present en les mostres marginals i dominants, corregim els valors pels percentatges totals de tots els substrats marginals o dominants i finalment les integrem amb un valor únic, que serà la densitat total en individus/m², per cada punt de mostreig i època (veure Taula 4, Taula 5, Taula 6 i Taula 7 de l'Annex).

Amb les dades biològiques s'han calculat una sèrie d'indicadors de qualitat usant el programa MAQBIR (Mètriques per a l'Avaluació de la Qualitat Biològica mitjançant macroInvertebrats dels Rius) (Munné & prat, 2009). Les mètriques biològiques calculades han estat: IBMWP (Alba-Tercedor *et al.*, 2004), FBILL (Prat *et al.*, 2000), IASPT (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988), el número de taxa trobats (S), els taxa d'Efemeròpters, Plecòpters i Tricòpters (EPT) (Bournaud *et al.* 1996; Jackson & Harvey, 1993), l'índex de Shannon-Weaver (H'), l'equitativitat (E), IMMi-L (Índex Multimètric qualitatiu per rius Mediterranis) i el IMMi-T (ídem quantitatiu) (Munné & Prat, 2009).

S'ha de tenir en compte que per a calcular els índex multimètrics, es fan utilitzant els EQR dels índex unimètrics (Ecological Quality Ratio), en el qual es divideix el valor de l'índex donat entre el valor de referència per a la tipologia del riu.

4. RESULTATS

4.1. Paràmetres fisicoquímics i de l'hàbitat

El pH del Ripoll és neutre lleugerament alcalí o alcalí, amb valors que oscil·len de 7 a 9 (Taula 2, Annex). Pel que fa la temperatura, l'estiu es força calorós, en canvi l'hivern és suau. La tardor i la primavera es situen en un punt entremig entre les altres dues estacions, tenint temperatures més elevades la primavera que la tardor (Taula 2, Annex). Els valors de saturació de l'oxigen són sempre elevats, amb valors més baixos a l'estiu que a l'hivern tal com es d'esperar. Queda clar que l'abocament no disminueix de forma rellevant el contingut d'oxigen a l'aigua (Figura 5).

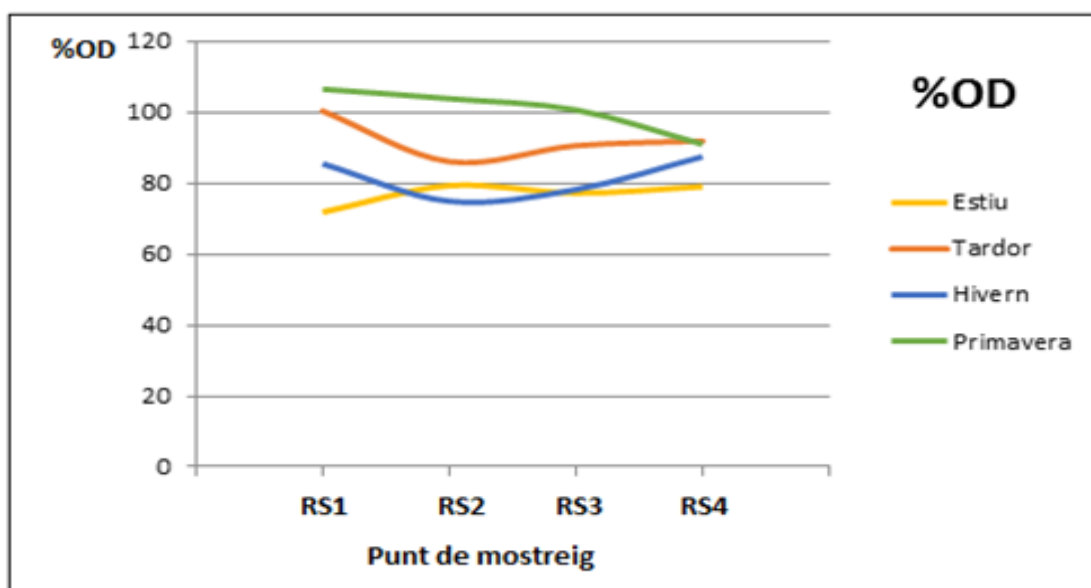


Figura 5 : Representació de la variació d'oxigen dissolt al llarg dels trams depenent de l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

Pel que fa a la conductivitat (Figura 6), veiem que, excepte a la primavera, sempre hi ha un augment després de l'abocament. Els valors més baixos es troben a la primavera, i els més alts a l'hivern, el que està relacionat amb el vessament de l'aigua depurada des de la fàbrica tèxtil, tot i que posteriorment es van diluint, disminuint el seu valor. Com que les aigües són calcàries, l'augment de salinitat es dona probablement per la descalcificació feta amb resines d'intercanvi iònic, que canvien el calci per sodi, i per això augmenta la conductivitat. L'augment és inversament proporcional al cabal del riu (Figura 7) ja que mentre que a la primavera té valors entre 149 i 25 l/s, a l'hivern fou només entre 14 i 21 l/s.

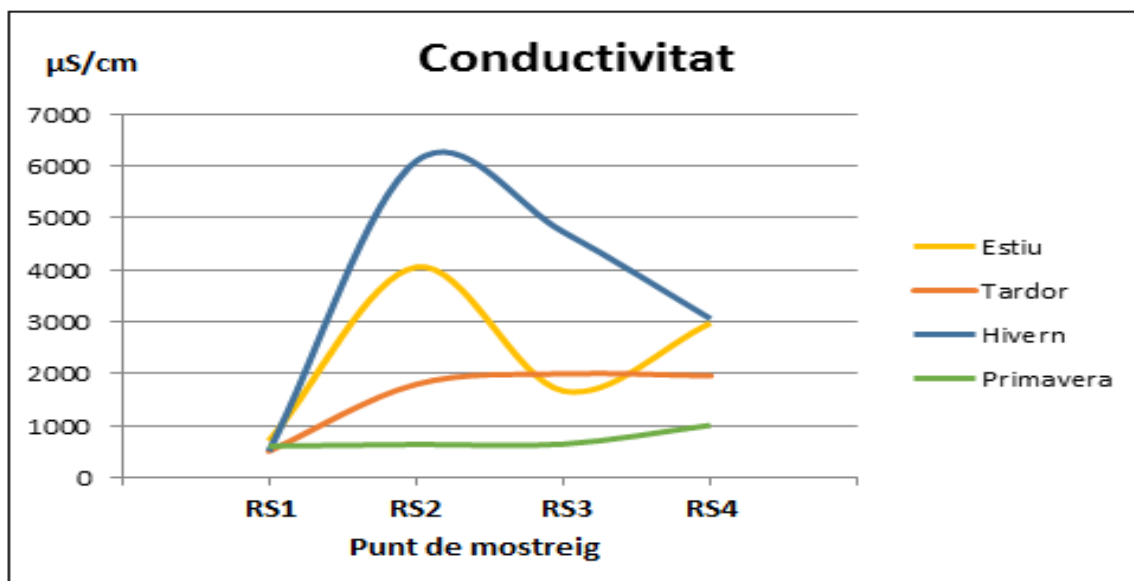


Figura 6: Valors de conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}^3$) segons el tram de riu mostrejat i dependent de l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

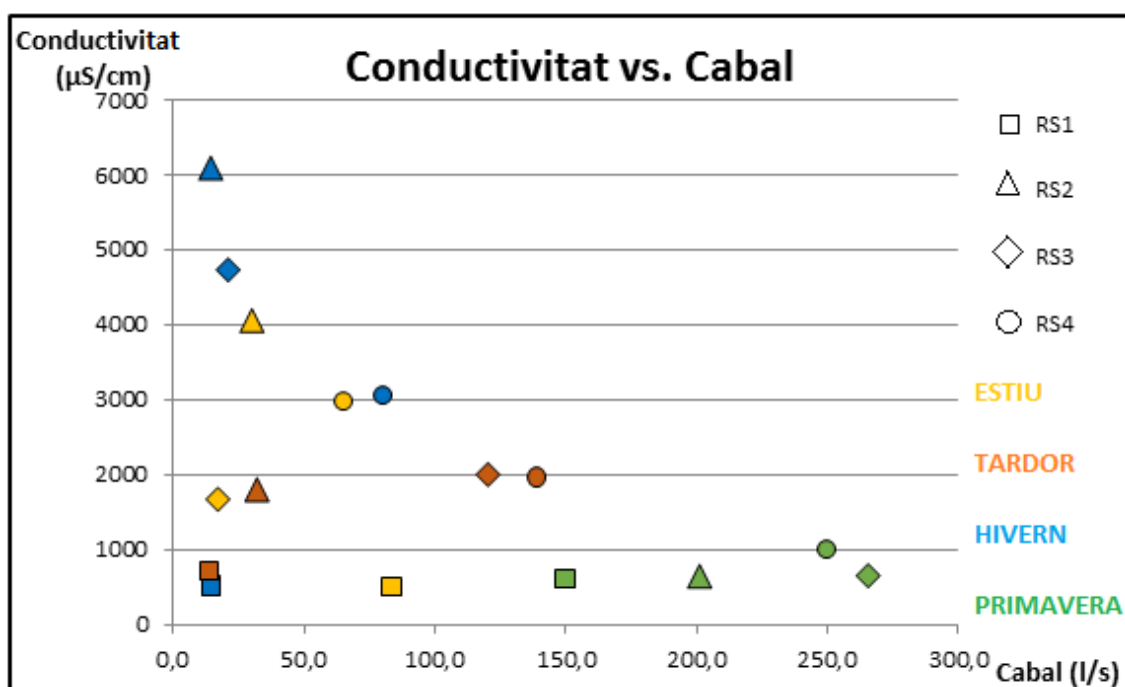


Figura 7: Representació de la resposta que es dona en canvis en el cabal (l/s) i en la conductivitat ($\mu\text{S}/\text{cm}$). En la llegenda, es representa per als punts de mostreig: RS1 (quadrat), RS2 (triangle), RS3 (romb) i RS4 (redona); i per a les estacions de l'any: estiu (groc), tardor (vermell), hivern (blau) i primavera (verd). Segons Elaboració pròpia.

D'altra banda l'amoníac (Taula 1), en el punt RS2, presenta un augment en la seva concentració, disminuint al punt RS3 i desapareix en l'últim punt de mostreig. Pel que fa als nitrats, la dinàmica segueix sent la mateixa, essent molt baix el valor en el punt RS1, augmentant en el RS2 i RS3, i diluint-se en el RS4, excepte a la primavera, que presenta el mateix valor en tots els punts de mostreig. Es de destacar que a l'estiu hi

ha un pic molt gran en la concentració de nitrat en el punt RS2 i RS3, disminuint molt en l'últim punt.

Observant les concentracions de fosfats, veiem que segueixen la mateixa dinàmica que el nitrat, presentant un valor baix en RS1, augmentant en RS2 i RS3, els punts de mostreig posteriors a la indústria, i disminuint en RS4.

Taula 1: Valors de pH, duresa total, amoníac, nitrats, fosfats i duresa de carbonats obtinguts en cada punt de mostreig. Dades de Nicole Colin.

Punts de mostreig	pH	Duresa total (°dH)	Amoníac (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Duresa de carbonats (mg CaCO ₃ /l)
RS1 ESTIU	7,5	21	0	0	1	0	25
RS1 TARDOR	7,7	22	0	0	4	0,3	19
RS1 HIVERN	7,5	20	0	0,02	2	0,1	16
RS1 PRIMAVERA	7,8	21	0	0,03	5	0	18
RS2 ESTIU	7,65	26	1	1	35	1	19
RS2 TARDOR	7,7	29	0	0,4	9	0,9	23
RS2 HIVERN	8,3	31	0,8	0,1	3	0,1	38
RS2 PRIMAVERA	8	21	0,1	0,02	5	0,5	18
RS3 ESTIU	7,5	29	0,6	1	60	6	16
RS3 TARDOR	7,8	25	0	0,3	7	0,7	20
RS3 HIVERN	8,2	29	3	0,1	5	0,3	34
RS3 PRIMAVERA	8	20	0	0,03	5	0	18
RS4 ESTIU	7,5	24	0	0,03	3	1	22
RS4 TARDOR	7,6	20	0	0,05	5	0,3	27
RS4 HIVERN	7,7	26	3	0,3	8	0,7	22
RS4 PRIMAVERA	8	22	0	0,07	5	0,5	19

Pel que fa a l'hàbitat del riu, els valors de l'IHF són entre 52 i 71. Tot i que només es van prendre dades en els primers mostreigs (20/07/2012), l'IHF no canvia tant i menys amb els cabals que foren mesurats. Els valors de l'altre índex (QBR) són més dispars, ja que el valor al primer punt de mostreig és de 90, i a l'últim és de 25, amb els punts 2 i 3 amb valors de 55.

4.2. Paràmetres biològics

En la taula 2 veiem el nombre de famílies que hi ha a cada punt de mostreig segons l'estació de l'any. Veiem que durant l'estiu, el nombre de famílies trobades es bastant alt, en canvi, a l'hivern és força baix. El punt on es van trobar més famílies va ser a l'últim punt de mostreig durant l'estiu, i el lloc on es van trobar menys van ser al punt 2 i 3 durant l'hivern i a l'últim punt de mostreig a la primavera.

Taula 2: Comparació del nombre de famílies trobades segons els punts mostrejats i l'estació de l'any quan es va realitzar. Elaboració pròpia.

	RS1	RS2	RS3	RS4
ESTIU	39	34	25	43
TARDOR	28	14	16	23
HIVERN	25	13	13	14
PRIMAVERA	28	22	14	13

Els taxa més abundants, segons nombre total d'individus de major a menor, que s'han trobat en els quatre punts de mostreig, durant les quatre estacions de l'any són Chironomidae (38950 individus; 28,16%), Gammaridae (20021 individus; 14,47%), Baetidae (14484 individus; 10,47%), Simuliidae (13829 individus; 9,99%) i Caenidae (13389 individus; 9,68%). El total d'individus identificats durant tot el mostreig és de 138304 individus.

En la taula 3, podem veure els taxa més abundants depenent el punt de mostreig (RS1, RS2, RS3 i RS4) i segons l'estació de l'any (estiu, tardor, hivern i primavera). Podem observar com es hi ha un predomini dels taxa Chironomidae, Gammaridae, Baetidae, Simuliidae i Caenidae.

En quant a la riquesa, tenim que en el nostre estudi és compleix la disminució del nombre total de taxa (figura 8), de famílies, de l'índex EPT, d'efemeròpters i de tricòpters. En quant als plecòpters, no ho podem afirmar, ja que no se'n van identificar durant l'estudi.

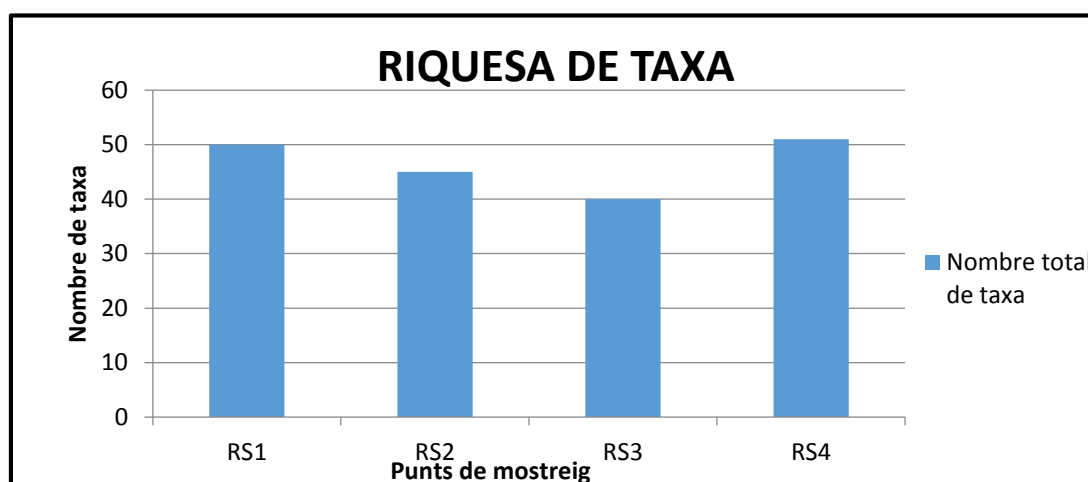


Figura 8: Representació de la riquesa de taxa total segons el punt de mostreig. Elaboració pròpia.

L'índex EPT és una mètrica que indica el nombre de famílies d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters trobades en cada punt de mostreig i en cada estació. En la figura 14 hi apareixen representats els valors per aquest índex. Els valors més alts d'aquest índex es troben a l'estiu en el punt RS1 i RS4. En la resta d'estacions, el valor més alt és en el punt RS1, i en la primavera, el valor més alt està compartit per el punt RS1, RS2 i RS4. Aquest índex és interessant, ja que s'observa com els Efemeròpters i els Tricòpters disminueixen molt en els punts afectats, però es recuperen ràpid al quart punt (Figura 9).

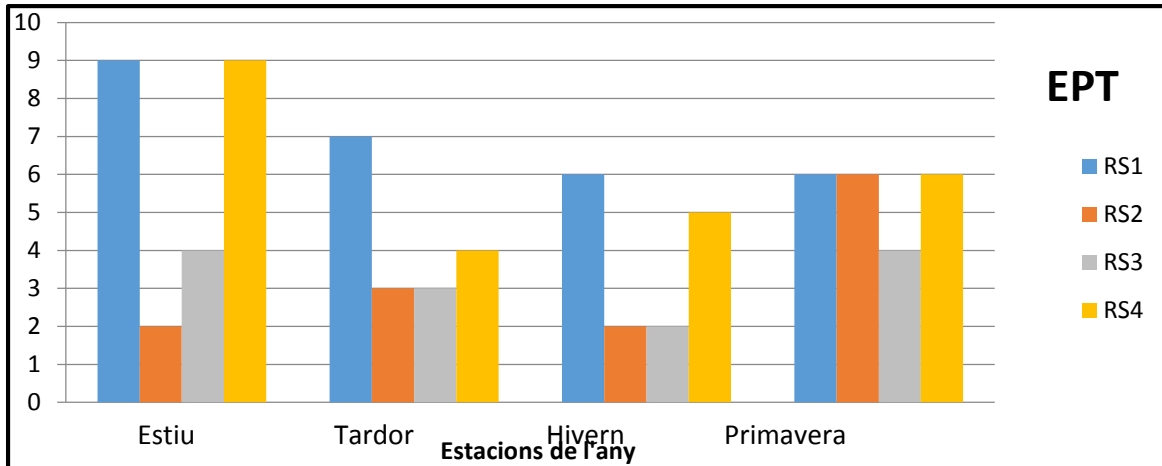


Figura 9: Distribució dels valors obtinguts en l'índex EPT segons els punts mostrejats i l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

La relació entre Efemeròpters i Tricòpters, i Chironomidae (Figura 10), veiem com la relació té el seu valor més alt en el punt RS1, i respon a l'impacte disminuint la relació el quocient, és a dir, incrementant el nombre de Quironòmids i disminuint el nombre d'Efemeròpters i Tricòpters, i posteriorment, al punt RS4, torna a augmentar la relació per damunt d'1.

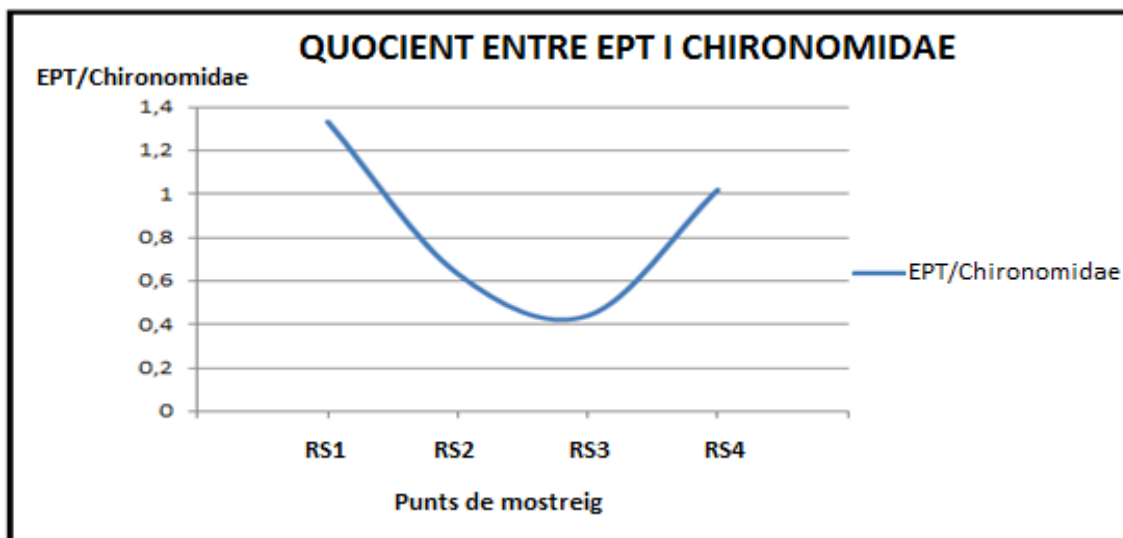


Figura 10: Representació del quocient entre el nombre d'Efemeròpters i el de Quirònòmids en els quatre punts de mostreig. Elaboració pròpia.

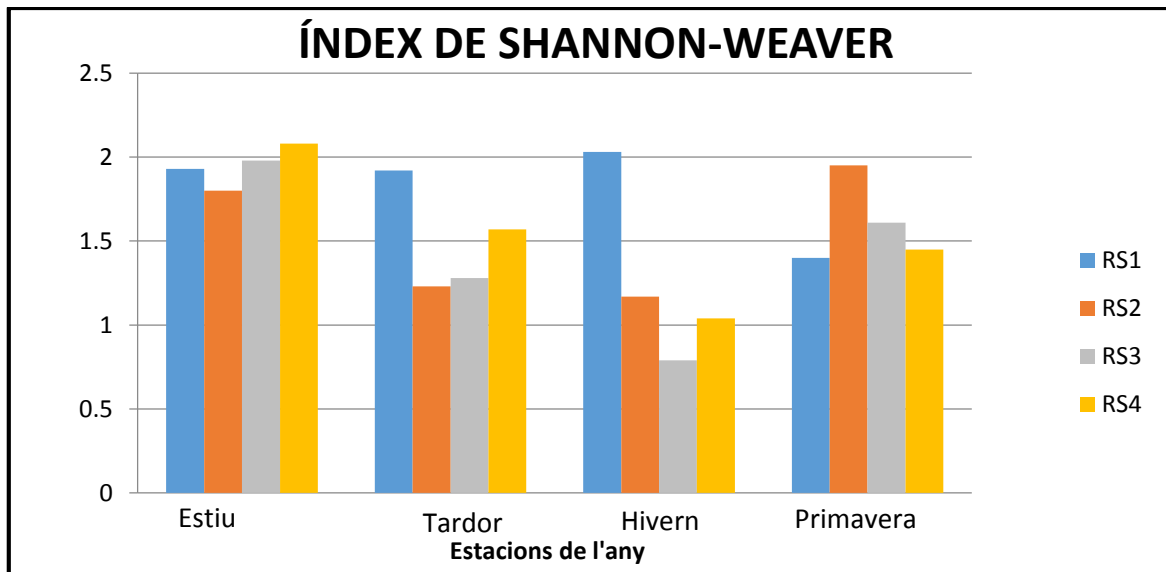


Figura 11: Distribució dels valors obtinguts en l'índex de diversitat específica de Shannon-Weaver segons els punts mostrejats i l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

L'índex de Shannon-Weaver valora la diversitat específica en cada punt de mostreig dependent de l'estació de l'any fent servir no només el nombre de taxa sinó també la seva abundància relativa. En la figura 11 podem veure que la tendència és similar a les mètriques anteriors essent la recuperació en el punt RS4 molt diferent segons l'època de l'any. De totes maneres, els valors absoluts són relativament baixos (menys de 2) degut a la utilització de famílies i a la gran abundància de quironòmids (que en rius com aquests poden tenir en un sol punt de mostreig fins a 40 espècies).

Dels índexs biològics emprats, l'índex IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) és un dels índex més utilitzats per les autoritats espanyoles que estudien aspectes relacionats amb l'aigua. En la figura 12 podem observar com en les quatre estacions de l'any es dona la tendència d'aconseguir millor puntuació en l'índex IBMWP en el RS1, i després, en el RS2 com en el RS3, la puntuació disminueix, per a tornar a créixer en l'últim punt de mostreig en respecte als dos punts immediats a la fàbrica tèxtil.

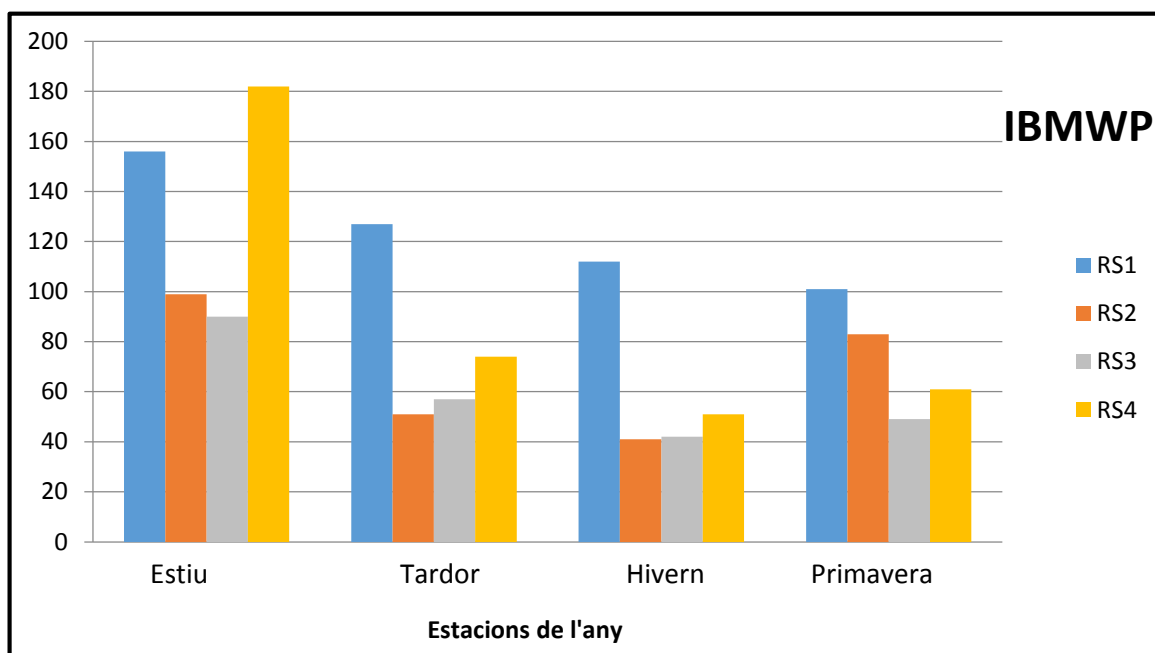


Figura 12: Distribució dels valors obtinguts en l'índex IBMWP segons els punts mostrejats i l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

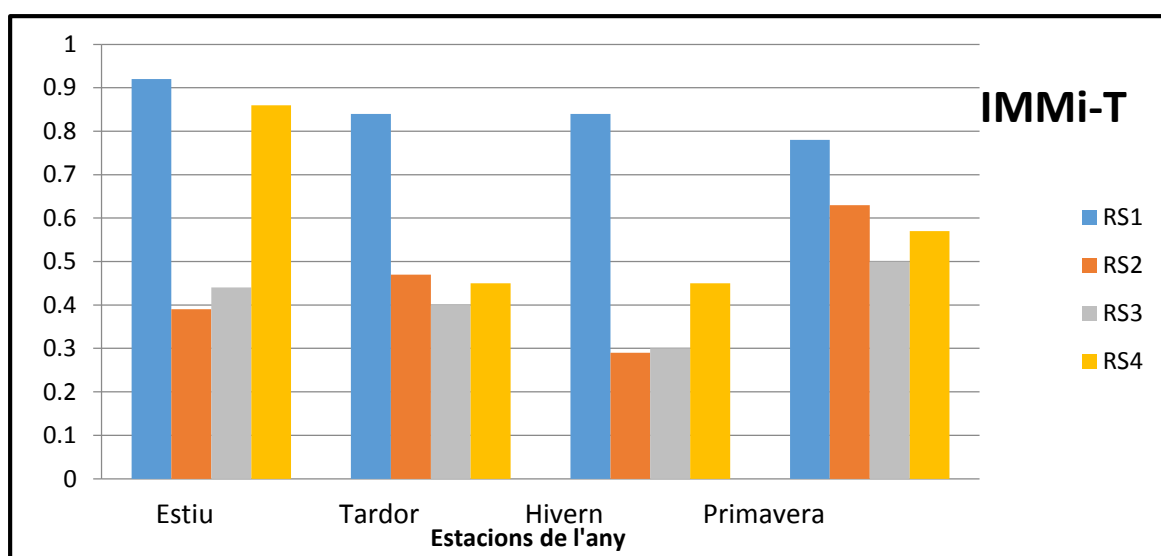


Figura 13: Distribució dels valors obtinguts en l'índex IMMi-T segons els punts mostrejats i l'estació de l'any. Elaboració pròpia.

Finalment en la figura 13 podem veure els canvis de l'índex IMMi-T, que és un índex multimètric quantitatiu desenvolupat específicament per a les comunitats de macroinvertebrats que habiten els sistemes fluvials mediterrànies. En la figura 13, tenim els valors representats per aquest índex, i si veiem que els valors més alts els trobem en totes les estacions, al punt RS1, i el valor més baix es troba a RS2 o a RS3, depenent de l'estació en la que ens trobem. En cap cas el valor de l'índex és superior al punt RS4 que al RS1.

5. DISCUSSIÓ

Els resultats obtinguts en aquest estudi confirmen que s'estan produint canvis en la qualitat de l'aigua, així com en els components biòtics de l'ecosistema estudiat. La conductivitat, l'amoniac, els nitrits, els nitrats i els fosfats mostren els canvis més marcats en els paràmetres fisicoquímics. Algunes aigües industrials residuals contenen altes concentracions de nitrogen, que es pot trobar en forma d'amoniac, nitrat, nitrit i nitrogen orgànic. Es sap que el nitrogen en les aigües residuals és un dels principals agents de pol·lució per a les fonts d'aigua. La legislació ambiental requereix l'eliminació del nitrogen de les aigües residuals abans de que siguin alliberades. El nitrogen pot ser de gran perill per a la salut pública quan es presenta en concentracions elevades en l'aigua per al consum. A més a més, els nitrats i els fosfats deriven de les aigües residuals en molts nutrients, promovent el creixement de plantes i algues. Les concentracions per tal de que hi pugui haver eutrofització en l'aigua són de 0.01mgde fòsfor/L i de 0.1mg de nitrat/L, tenint en compte que les condicions siguin les òptimes (Henry & Heinke, 1989). La indústria tèxtil consumeix grans quantitats d'aigua en el seu funcionament i per tant, també descarrega grans volums d'aigües residuals en el medi ambient i aquestes contenen varis elements químics provinents dels diferents passos en les operacions d'aquestes indústries, com el blanqueig, el descruat o la tinció (Gupta et al., 2004) (Kumaraswamy, 1999). La primera hipòtesi que ens plantejàvem al principi era que les condicions fisicoquímiques serien més extremes com més a prop aigües avall estiguéssim del punt on es fa el vessament, i hem comprovat que es compleix.

La segona hipòtesi era que després de l'efluent de l'indústria tèxtil, hi hauria una disminució del nombre de taxa de macroinvertebrats, tant en general com aquells que són intolerants a la contaminació, i podem afirmar que es compleix la nostra hipòtesi inicial. La riquesa d'espècies i els índexs de diversitat s'han utilitzat com a indicadors de qualitat d'aigua en altres estudis (Barton & Metcalfe-Smith, 1992; Walker et al., 2006; Birnesh et al., 2007; Gómez et al., 2008; Ogundrian et al., 2010). L'aplicació d'índexs de diversitat està basada en l'assumpció de que en condicions favorables hi ha més espècies, i que gradualment són reemplaçades per un increment en el nombre d'individus de les espècies que hi resten quan les condicions es van fent més adverses (Wilhm & Dorris, 1968). En el nostre estudi s'ha vist que, malgrat que l'efluent causi un reducció de la riquesa de taxa, l'efecte era molt localitzat i, en algunes estacions de l'any, la diversitat específica de Shannon-Weaver tenia el seu màxim en alguns punts de mostreig situats aigües avall de l'indústria tèxtil, com el RS2 a la primavera, justament quan el riu portava el cabal més elevat.

La tercera hipòtesi que ens vàrem plantejar va ser que degut a que la zona d'estudi el riu és petit i amb un cabal més aviat migrat, i en el cas que l'impacte de l'indústria tèxtil fou elevat, llavors, aquest ecosistema tindria una baixa capacitat de recuperació, i hem de rebutjar parcialment aquesta hipòtesi ja que, en la majoria dels casos, tant en els paràmetres fisicoquímics com en els biològics, en el punt RS4 s'assoleixen uns valors semblants als valors del RS1, i fins i tot, en algun cas, s'arriben a superar. Tot i això, es evident que la recuperació no es completa, ja que algunes de les espècies més intolerants a la contaminació, com els Gammaridae, no hi són presents i per tant, la recuperació no s'assoleix totalment.

La quarta hipòtesi formulada era que es preveia un augment en la densitat total dels macroinvertebrats degut a que hi hauria menys competència entre ells en els punts més impactats per la indústria tèxtil, i per tant, els taxa supervivents, al ser tolerants a la contaminació, podrien assolir poblacions més nombroses. Amb els resultats obtinguts al llarg de l'estudi podem afirmar que és certa, ja que en els punts on augmenten les densitats dels dípters, entre ells els quironòmids, disminueixen les densitats d'efemeròpters i tricòpters per la influència dels agents contaminants provinents dels vessaments, que condicionen els taxa més tolerants a la contaminació, i perjudiquen als més sensibles.

L'última hipòtesi era que l'impacte dels abocaments seria més gran quan el cabal fos menor, i per tant, podria haver-hi variabilitat al llarg del temps, que, considerant els resultats, és afirmativa. Els contaminants associats als vessaments líquids es poden dividir segons si aquestes substàncies són aportades per l'aigua d'alimentació o per si aquestes substàncies són afegides durant el procés de tinció amb diverses finalitats. Quan al riu hi circula poca aigua, com a l'estiu o a l'hivern, l'empresa utilitza pràcticament tota l'aigua del riu, en canvi, quan hi ha una pujada de cabal, l'empresa utilitzarà en proporció una part més petita d'aigua respecte el volum total, i per tant, les concentracions de contaminants estaran més diluïdes i tindran menys efecte en el medi.



Figura 14: Comparativa del cabal entre el 22/07/2012 (A) i el 20/06/2013 (B) al punt RS1. Fotografies de Pau Fortuño.

6. CONCLUSIONS

Degut a la descàrrega d'aigües depurades provinents de la indústria tèxtil, s'estan modificant els paràmetres fisicoquímics de l'aigua, el que produeix alteracions en la distribució espacio-temporal dels macroinvertebrats al llarg del tram d'estudi seleccionat.

Amb les hipòtesis que vàrem plantejar al principi de l'estudi i amb la posterior discussió, veiem que les condicions fisicoquímiques es fan més extremes en els punts més pròxims aigües avall de la indústria tèxtil, produint un augment de la temperatura de l'aigua, una lleu disminució de l'oxigen dissolt, augmentant la concentració de nitrit, nitrat, amoníac i la duresa total de l'aigua, així com la duresa de carbonats i la conductivitat.

Degut a aquests abocaments, es dona una disminució del nombre de taxa de macroinvertebrats, especialment d'aquells que són sensibles a la contaminació, com els Gammaridae, alguns Coleoptera, Trichoptera i Ephemeroptera, que són indicadors de la bona qualitat de l'aigua, i augmenta la presència de taxa més tolerants en quant a les condicions del medi, com els Díptera, accentuant-se l'augment de la densitat de població d'aquests macroinvertebrats més resistents. També es pot constatar aquest fet observant la resta d'índexs utilitzats en l'estudi.

Veiem que el riu té una certa capacitat de recuperació, ja que en l'últim tram d'estudi, el punt RS4, augmenta la presència d'espècies indicadores de bona qualitat d'aigua, com els crustacis, així com també augmenta el nombre de taxa total de macroinvertebrats, tot i que no arriba als valors del punt RS1.

Un factor molt important que modula l'impacte dels abocaments és la variació temporal del cabal marcada segons l'època de l'any, ja que en èpoques de sequera, el cabal serà inferior, i per tant, les variacions fisicoquímiques seran més marcades que si el cabal fos més elevat, i a l'inrevés, en èpoques de més cabal, com la primavera, la presència d'aquests components perjudicials sigui inferior degut a que es poden diluir i per tant, tinguin menys impacte.

Al Ripoll es veu com el tractament de les aigües de l'indústria tèxtil analitzada és insuficient, sobretot a les èpoques de baix cabal, ja que l'estat ecològic del riu resulta molt alterat. Tot i que la recuperació és prou ràpida, caldria una millor depuració i gestió de l'aigua per tal que l'empresa no tingués cap impacte sobre el riu.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alba-Tercedor, J. & Sánchez-Ortega, A. (1988) *Un método 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. (2004) *Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP)*. Limnetica, 21(3-4), 2002: 175-185.
- Barton, R.D. & Metcalfe-Smith, J.L. (1992) *A comparison of sampling techniques and summary indices for assessment of water quality in the Yamaska river, Quebec, based on benthic macroinvertebrates*. Environmental Monitoring and Assessment, 21 (1992), pp 225-244.
- Beasley, G. & Kneale, P. (2002) *Reviewing the impact of metals and PAHs on macroinvertebrates in urban watercourses*, School of Geography, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK.
- Ben Mansour, H.; Houas, I.; Montassar, F.; Ghedira, K.; Barillier, D.; Mosrati, R.; Chekir-Ghedira, L. (2012) *Alteration of in vitro and acute in vivo toxicity of textile dyeing wastewater after chemical and biological remediation*. Environmental science and pollution research international; DOI 10.1007/s11356-012-0802-7.
- Birnes, A. (2007) *Assessment of downstream pollution profiles of Awassa textile factory effluent along Tikur Wuha River using physicochemical and macroinvertebrate indicators*. M.Sc Thesis. School of Graduate Studies, Addis Ababa University
- Blánquez, P.; Sarrà, M.; Vicent, P. (2007) *Development of a continuous process to adapt the textile wastewater treatment by fungi to industrial conditions*. Process Biochemistry. Vol.1, Issue 1, Pages 1-7
- Bonada, N.; Prat, N.; Resh, V. H.; Statzner, B. (2006). *Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches*. Annual Review of Entomology 51: 495–523.
- Bournaud, M.; Cellot, B.; Richoux, P.; Berrahou, A. (1996). *Macroinvertebrate community structure and environmental characteristics along a large river: Congruity of patterns for identification to species or family*. Journal of the North American Benthological Society. 15(2): 232-253.
- Carneiro, P.A.; Osugi, M.E.; Sene, J.J.; Anderson, M.A.; Zanoni, M.V.B. (2004) *Evaluation of color removal and degradation of a reactive textile azo dye on nanoporous TiO thin-film electrodes*. Electrochimica Acta; 49 (22-23) 3807–3820 DOI: 10.1016/j.electacta.2003.12.057
- Chequer, F.M.D., de Oliveira, G.A.R., Ferraz, E.R.A., Cardoso, J.C., Zanoni, M.V.B., de Oliveira, D.P., (2013) *Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact*. Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing, InTech. (151-176)
- Couto S.R. (2009) *Dye removal by immobilized fungi*. Biotechnology Advance; 27 (3) 227-235

- Dias, A.D.; Sampaio, A.; Bezerra, R.M. (2007) Environmental applications of fungal and plant systems: decolourisation of textile wastewater and related dyestuffs. En: *Environmental Bioremediation Technologies* (Editores: Singh, S.N. & Tripathi, R.D.) Springer Berlin Heidelberg. 445-463.
- Dos Santos, A.B.; Cervantes, F.J.; van Lier, J.B. (2007) *Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: Perspectives for anaerobic biotechnology*. *Bioresource Technology*; 98 (12) 2369-2385.
- Forgacs, E.; Cserhádi, T.; Oros, G. (2004) *Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review*. *Environment International*; 30 (7) 953- 971.
- Gasith, A. & Resh, V.H. (1999) *Streams in Mediterranean climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events*. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 30:51-81.
- Gómez, N.; Sierra, M.V.; Cortelezzi, A.; Rodrigues Capítulo, A. (2008) *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 69, pp472–479
- Graça, M.A.S.; Rodrigues-Capítulo, A.; Ocón, C.; Gómez, N. (2002) *In situ tests for water quality assessment: a case study in Pampean rivers*. *Water Research* 36, pp4033–4040.
- Gupta, S.; Kumar, A.; Ojha, C.K.; Singh, G. (2004) *J. Envl Sci & Engg.*, 46, 74.
- Henry, G. & Heinke, G. (1989) *Environmental Science and Engineering*. Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, N. J. 07632. pp. 320 – 323.
- Ho, Y.C.; Show, K.Y.; Guo, X.X.; Norli, I.; Alkarkhi Abbas, F.M.; Morad, N. (2012) *Industrial Discharge and Their Effect to the Environment*. En: *Industrial Waste* (Eds. Show, K.Y. & Guo, X.X.). InTech. DOI: 10.5772/2293
- Ibrahim, M.B.; Poonam, N.; Datel, S.; Roger, M. (1996) *Microbial decolorization of textile dye-containing effluents: a review*. *Bioresource Technology*; 58(3) 217-227.
- Jackson, D.A. & Harvey, H.H. (1993) *Fish and benthic invertebrates: community concordance and community+environment relationships*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 50: 2641-2651.
- Kuhad, R.C.; Sood, N.; Tripathi, K.K.; Singh, A.; Ward, O.P. (2004) *Developments in microbial methods for the treatment of dye effluents*. *Advanced Applied Microbiology*, 50, 185-213
- Kumaraswamy, N. (1999) *J. Pollution Research*, 10, 13
- Kunz, A.; Zamora, P.P.; Moraes, S.G.; Durán, N. (2002) *New tendencies on the textile effluent treatment*. *Quimica Nova*; 25(1): 78-82.
- Mance, G.; Brown, V.M.; Yates, J. (1984) *Proposed Environmental Quality Standards for List III Substances in Water: Copper*, Water Research Centre, Marlow, Buckinghamshire, UK.
- Mance, G.; Brown, V.M.; Yates, J. (1984) *Proposed Environmental Quality Standards for List II Substances in Water: Zinc*, Technical Report TR209, Water Research Centre, Marlow, Buckinghamshire, UK.

- Manu, B. & Chaudhari, S. (2002) *Anaerobic Decolorization of Simulated Textile Wastewater containing Azo Dyes*. *Bioresource Technology*, 82(3), 225-33
- Martínez Mas, J.F.; Correcher, E.; Piñón, A.; Martínez Muro, M. A.; Pujante, A. M. (2004) Estudio del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar (España) mediante el índice BMWP'. *Limnetica*, 23(3-4): 331-346.
- 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: 147-164.
- Muñoz, I. & Prat, N. (1996) *Effects of water abstraction and pollution on macroinvertebrate community in a mediterranean river*, *Limnetica*, 12, (1): 9-16
- Núñez, M. & Prat, N. (2010) *Efecto de la sequía y las crecidas en los índices biológicos en el río Llobregat*. *Tecnología del Agua*. 320, pp46-55.
- Ogugbue C.J. & Sawidis T. (2011) *Bioremediation and Detoxification of Synthetic Wastewater Containing Triarylmethane Dyes by Aeromonas hydrophila Isolated from Industrial Effluent*. *Biotechnology Research International*. DOI 10.4061/2011/967925.
- Ogundiran, M.A.; Fawole; O.O.; Adewoye, S.O.; Ayandiran, T.A. (2010) *Toxicological impact of detergent effluent on juvenile of African catfish (Clarias gariepinus) (Buchell 1822)*. *Agriculture and Biology Journal of North American*, 1(3). Pàgines 330-342.
- Parameswari, M. (2014). *Effect of Textile and Dye Effluent Irrigation on Germination and its Growth Parameters of Green Gram, Black Gram and Red Gram*. *Int. J. Environ. Sci. Toxic. Res.* Vol. 2(1):6-10
- Pardo, I.; Álvarez, M.; Casas, J.; Moreno, J.L.; Vivas, S.; Bonada, N.; Alba-Tercedor, J.; Jáimez-Cuellar, 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 hàbitat*. *Limnética*, 21: 115-132.
- Pereira, W.S. & Freire, R.S. (2005) *Ferro zero: Uma nova abordagem para o tratamento de águas contaminadas com compostos orgânicos poluentes*. *Química Nova*; 28(1): 130-136. DOI: 10.1590/S0100-40422005000100022
- Prat, N.; Munné, A.; Rieradevall, M.; Solà, C. & Bonada, N. (2000) *ECOSTRIMED. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius; 8). 94
- Prat, N.; Ríos, B.; Acosta, R.; Rieradevall, M. (2009) *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas*. En: *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos* (Eds: Domínguez, E. & Fernández, H.R.). Publicaciones Especiales. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina
- Prat, N.; Rieradevall, M.; Fortuño, P. (2012). *Metodologia F.E.M. PER L'EVALUACIO DEL ESTAT ECOLOGIC dels rius Mediterranis*. Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i Freshwater Ecology and Management, Research Group.
- Prat, N.; Rieradevall, M.; Barata, C. & Munné, A. (2013). *The combined use of metrics of biological quality and biomarkers to detect the effects of reclaimed water on*

macroinvertebrate assemblages in the lower part of a polluted Mediterranean river (Llobregat River, NE Spain). Ecological Indicators 24. 167– 176.

Puntí, T. (2007) *Ecologia de les comunitats de quironòmids en rius mediterranis de referència*. (Te. Doctoral) Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona. Pàgina 51.

Radhakrishnaiah, K.; Suresh, A.; Sivaramakrishna, B. (1993). *Effect of sublethal concentration of mercury and zinc on the energetics of a freshwater fish Cyprinus carpio (Linnaeus)*. Department of Zoology, Sri Krishnadevaraya University, Anantapur, India.

Ranganathan, K.M. & Kurian, J. (1997). Industrial effluent management for clusters of textile bleaching and dyeing units. Proc. 6th Natl. Symp. on Environ., Coimbatore, pàgines 84-88

Resh, V.H. & McElravy, E.P. (1993) *Contemporary quantitative approaches to biomonitoring using benthic invertebrates*. Pages 159-194 in *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (Eds: Resh, V.H. & Rosenberg, D.M.) Chapman and Hall, New York, NY

Resh, V.H. & Jackson, J.K. (1993) *Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates*. Pages 195-223 in Resh, V.H. & Rosenberg, D.M. (eds) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York, NY.

Rosas-Acevedo, J.L.; Ávila-Pérez, H.; Sánchez-Infante, A.; Rosas-Acevedo, A.Y.; García-Ibáñez, S.; Sampedro-Rosas, L.; Granados-Ramírez, J.G.; Juárez-López, A.L. (2014) *Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México*. Revista Iberoamericana de Ciencias, Vol.1, Num.2, pp. 81-89.

Sen, S. & Demirer, G.N. (2003) *Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bed reactor*. Water Research; 37 (8) 1868-1878.

Sivakumar, K.; Balamurugan, C.; Ramakrishnan, D.; Bhai, L. (2011) *Assessment studies on wastewater pollution by textile dyeing and bleaching industries at Karur, Tamil Nadu*. Rasayan Journal, Vol.4, No.2 (2011), 264-269.

Tachet, H.; Rlchoux, P.; Bournaud, N. & Usseglio-Polatera, P. (2010). *Invertébrés d'eau douce, Systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions, Paris.

Talarposhti, A.M.; Donnelly, T.; Anderson, G.K. (2001) *Colour removal from a simulated dye wastewater using a two-phase anaerobic packed bed reactor*. Water Research; 35 (2) 425-432.

UE (2000). Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000. Marco comunitario de actuació en el ámbito de la política de aguas.

Voelz, N.J. & McArthur, J.V. (2000) *An exploration of factors influencing lotic insect species richness*. Biodiversity Conservation 9, pp1543–1570.

Walker, C.H. (2006) *Ecotoxicity testing of chemicals with particular reference to pesticides*. Pest Management Science. 62: pàgines 571-83.

Wilhm, J.L. & Dorris, T.C. (1968) *Biological paràmetres of water quality*. Bioscience, 18: 477-481.

Pàgina web del Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, referent a la Directiva Marc de l'Aigua: <<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>> [Consulta: 7 abril 2015].

Pàgina web del Ministeri d'Agricultura i Medi Ambient, apartat de la Confederació Hidrogràfica del Segura, referent a la Directiva Marc de l'Aigua: <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/dma/Que_es/> [Consulta: 9 abril 2015].

Pàgina web de l'Ajuntament de Barberà del Vallès, apartat de l'Informe sobre l'estat ecològic del riu Ripoll: <<http://www.bdv.cat/introduccio>> [Consulta: 15 abril 2015]

Pàgina web de l'Agència Catalana de l'Aigua, apartat de l'Estat de les masses d'aigua, amb referència al document d'Anàlisi de pressions i impactes (IMPRESS 2013): <http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/planificacio/2on_cicle_pla_gestio/Document_IMPRESS_2013_Index.pdf> [Consulta: 3 abril 2015]

Pàgina web de l'Agència Catalana de l'Aigua, apartat sobre el Llistat i tipologia de masses d'aigua, Pla de Gestió del districte de la conca fluvial de Catalunya, Annex I: <http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/projectes/PDG_2016_2021/PGestio/05_AnnexI_PG_llistat_i_tipologia_masses_aigua.pdf> [Consulta: 20 abril 2015]

Pàgina web del Govern de Navarra, Departament de Medi Ambient, Ordenació del Territori i Hisenda, Informe final de l'estudi de determinació d'índex biòtics en 87 punts dels rius de Navarra: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/731FC92E-FFF0-4E49-9EE8-90355CD4694F/231514/EstudioIndicesBioticos_20093.pdf> [Consulta: 27 març 2015]

Pàgina web de l'empresa tèxtil GRAU S.A.: <www.grausa.com> [Consulta: 21 abril 2015]

Pàgina web de l'associació OEKO-TEX de certificació en la producció tèxtil: <<https://www.oeko-tex.com/es/manufacturers/manufacturers.xhtml>> [Consulta: 21 abril 2015]

Pàgina web de la Biblioteca Virtual de Desenvolupament Sostenible i Salut Ambiental: <<http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde.shtml>> [Consulta: 8 juny 2015]

ANNEX

Josep Mora Solé

**Tutoritzat per:
Narcís Prat Fornells**

**Grup de recerca Freshwater Ecology and Management
Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona**

Grau de Biologia



Taula 1: Taula agrupativa dels principals índex biològics utilitzats en l'estudi.

ESTACIÓ	DATA	QBR	IBMWP	FBILL	IASPT
RS1	20/07/2012	90	156	9	4,5
	14/11/2012		127	9	4,5
	20/02/2013		112	10	4,9
	22/06/2013		101	8	4
RS2	20/07/2012	55	99	6	3,4
	14/11/2012		51	6	3,9
	20/02/2013		41	6	3,4
	22/06/2013		83	7	3,8
RS3	20/07/2012	55	90	7	3,8
	14/11/2012		57	7	4,1
	20/02/2013		42	6	3,5
	22/06/2013		49	6	4,1
RS4	20/07/2012	25	182	9	4,6
	14/11/2012		74	6	4,1
	20/02/2013		51	6	4,2
	22/06/2013		61	8	4,7

Taula 2: Taula agrupativa dels principals paràmetres fisicoquímics mostrejats durant l'estudi.

ESTACIÓ	DATA	pH	O ₂ mg/l	O ₂ %	Temp °C	Conductivitat (µS/cm)	cabal (l/s)
RS1	20/07/2012	7,35	6,97	72	16,9	709	14,0
	14/11/2012	7,90	11,04	100,6	11,2	511	83,4
	20/02/2013	7,50	10,2	85,7	8,1	512	14,3
	22/06/2013	8,03	9,99	106,8	18,6	611	149,9
RS2	20/07/2012	8,13	6,68	79,5	24,1	4053	30,1
	14/11/2012	8,29	8,55	86,3	15,8	1799	32,0
	20/02/2013	4,97	7,51	75,1	15,4	6090	14,4
	22/06/2013	7,80	9,47	104,1	19,5	641	201,2
RS3	20/07/2012	8,14	6,47	77,4	24,4	1670	17,1
	14/11/2012	8,36	9,1	90,8	15,3	2000	120,3
	20/02/2013	8,85	8,18	78,4	13,3	4730	21,0
	22/06/2013	7,60	9,4	100,9	18,4	649	265,6
RS4	20/07/2012	7,80	7,2	79,2	20	2976	65,0
	14/11/2012	8,30	9,29	92,1	14,9	1961	139,0
	20/02/2013	8,39	9,18	87,7	13,1	3060	80,3
	22/06/2013	7,00	8,48	91,2	18,9	1011	249,4

Els hàbitats que es van descriure en el tram d'estudi del riu Ripoll van ser:

1. Briòfits (hepàtiques i molses)
2. Hidròfits submergits (plantes submergides)
3. Matèria orgànica grollera
4. Arrels submergides
5. Blocs (més grans de 250 mm)
6. Còdols i pedres (de 25 a 250mm)
7. Graves (de 2 a 25mm)
8. Espermatòfits emergents (helòfits)
9. Sediments fins, amb o sense matèria orgànica (més petit de 0,1mm)
10. Sorres i llims (més petits de 2mm)
11. Algues
12. Superfícies uniformes naturals, com lloses i argiles compactes.

Llistat 1: Hàbitats descrits durant l'estudi en els punts de mostreig.



Figura 1: Lloses i arrels submergides en el punt RS2 del riu Ripoll, el dia 20 de febrer de 2013.



Figura 2: Còdols, pedres, graves, sorres i llims en el punt RS3, el dia 20 de febrer de 2013.

Taula 3 : Matriu agrupativa dels macroinvertebrats mostrejats el 20 de febrer de 2013 segons família, punt de mostreig i segons si l'hàbitat és marginal (M) o dominant (D).

Familia	RS1						RS2						RS3						RS4									
	M			D				M			D				M			D				M			D			
	0,1	0,36	0,9	0,72			0,1	0,36	0,9	0,36			0,15	0,36	0,85	0,72			0,08	0,36	0,92	0,72						
	IND/M2			IND/M2			TOTAL RS1	IND/M2			IND/M2			TOTAL RS2	IND/M2			IND/M2			TOTAL RS3	IND/M2			IND/M2			TOTAL RS4
Hydracarina		0	0,00		0	0,00	0,00	2	0,2	0,56		0	0	0,56		0	0,00		0	0,00	1	0,08	0,22		0	0,00	0,22	
Erpobdellidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00	4	0,6	1,67		0	0	1,67	2	0,16	0,44	1	0,92	1,28	
Glossiphoniidae	8	0,8	2,22	6	5,4	7,50	9,72		0	0,00		0	0	0,00	4	0,6	1,67			1,67	1	0,08	0,22	10	9,2	12,78	13,00	
Cladocera		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	0,00	
Dytiscidae		0	0,00	32	28,8	40,00	40,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	0,00	
Elmidae	40	4	11,11		0	0,00	11,11		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	0,00	
Hydraenidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	0,00	
Hydrophilidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	1	0,92	1,28		0	0,00	1,28	
Copepoda	624	62,4	173,33	104	93,6	130,00	303,33	177	17,7	49,17	1064	957,6	2660	2709,17	856	128	356,67	8	6,8	9,4444	366,11		0	0,00		0	0,00	
Gammaridae	1664	166,4	462,22	664	597,6	830,00	1292,22		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00							0,00	
Cambaridae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	8	7,2	20	20,00	1	0,15	0,42	1	0,85	1,1806	1,60	0	0,00		0	0,00	0,00	
Anthomyiidae		0	0,00		0	0,00	0,00	0	0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00	0,00	
Ceratopogonidae	8	0,8	2,22		0	0,00	2,22		0	0,00		0	0	0,00	80	12	33,33	40	34	47,222	80,56	0	0,00		0	0,00	0,00	
Chironomidae	432	43,2	120,00	392	352,8	490,00	610,00		0	0,00	124	111,6	310	310,00	1712	257	713,33	3072	2611,2	3626,7	4340,00	1912	153	424,89	3192	2936,6	4078,67	
Culicidae		0	0,00		0	0,00	0,00	1	0,1	0,28		0	0	0,28		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Dixidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00			0		0	0	0,00						0,00	
Empididae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00	1	0,08	0,22		0	0,00	
Ephydriidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Limoniidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00	8	1,2	3,33		0	0	3,33	0	0,00		0	0,00	0,00	
Psychodidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00	1	0,9	2,5	2,50		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Ptychopteridae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Rhagionidae		0	0,00		0	0,00	0,00	448	44,8	124,44		0	0	124,44		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Simuliidae	2	0,2	0,56	8	7,2	10,00	10,56		0	0,00	40	36	100	100,00	16	2,4	6,67	8	6,8	9,4444	16,11	256	20,5	56,89	1512	1391	1932,00	
Stratiomyidae	2	0,2	0,56	1	0,9	1,25	1,81	2	0,2	0,56		0	0	0,56		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Tabanidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00	3	0,45	1,25		0	0	1,25	0	0,00		0	0,00	0,00	
Thaumaleidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Tipulidae	1	0,1	0,28		0	0,00	0,28	8	0,8	2,22		0	0	2,22		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Amelitidae				48				200	20	55,56		0	0															
Baetidae	272	27,2	75,56	272	244,8	340,00	415,56	704	70,4	195,56	8	7,2	20	215,56	2	0,3	0,83	48	40,8	56,667	57,50	480	38,4	106,67	432	397,44	552,00	
Caenidae	328	32,8	91,11	408	367,2	510,00	601,11		0	0,00	64	57,6	160	160,00	288	43,2	120,00	480	408	566,67	686,67	192	15,4	42,67	88	80,96	112,44	
Ephemerellidae	440	44	122,22	160	144	200,00	322,22		0	0,00		0	0			0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Heptageniidae	64	6,4	17,78	40	36	50,00	67,78	1	0,1	0,28		0	0														0,00	
Lephtophlebiidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0			0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Corixidae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Gerridae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	
Hydrometridae		0	0,00		0	0,00	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0	0,00		0	0,00		0	0,00	

Taula 4: Base de dades dels macroinvertebrats obtinguts el 20 de juliol de 2012 segons el punt de mostreig.

Ordre	Familia	ESTIU			
		Total CONT	Total SAV	Total FUST	Total PF
OLIGOCHAET	Oligochaeta	99,56	2608,89	580,56	520,00
MOL-LUSCS	Hydrobiidae	68,33	0,00	10,56	154,44
MOL-LUSCS	Ancylidae	8,33	0,00	0,00	50,00
MOL-LUSCS	Lymnaeidae	0,00	1,25	0,00	40,00
MOL-LUSCS	Physidae	49,78	28,47	179,44	10,00
MOL-LUSCS	Planorbidae	10,11	1,25	21,38	0,00
MOL-LUSCS	Sphaeridae	2,44	0,00	0,00	0,00
COPEPODA	Copepoda	185,78	4435,56	185,78	20,00
OSTRACODA	Ostracoda	9,78	1342,22	261,78	1345,56
CLADOCERA	Cladocera	0,00	402,22	40,11	0,00
EPHEMEROP	Baetidae	1144,00	146,67	304,00	647,78
EPHEMEROP	Caenidae	1088,89	111,11	996,44	2174,44
EPHEMEROP	Lephtophlebia	0,00	0,00	0,00	10,00
EPHEMEROP	Ephemerellidae	189,33	0,00	0,00	2,22
ODONATA	Coenagrionidae	2,67	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Gomphidae	0,33	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Calopterygidae	0,00	0,00	0,00	102,22
ODONATA	Coenagrionidae	0,00	2,50	0,00	0,28
ODONATA	Cordulegasteridae	0,00	0,00	0,53	0,00
ODONATA	Lestidae	0,00	0,00	0,00	10,56
ODONATA	Libellulidae	1,22	2,78	31,93	1,25
COLEOPTERS	Elmidae	92,44	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Dytiscidae	0,00	5,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydraenidae	0,00	0,00	0,00	1,25
COLEOPTERS	Hydrophilidae	11,11	48,89	0,79	1,25
TRICOPTERS	Hydropsychidae	720,00	0,00	0,00	210,00
TRICOPTERS	Hydroptilidae	79,00	0,00	0,00	20,56
TRICOPTERS	Leptoceridae	29,33	0,00	0,00	12,22
TRICOPTERS	Rhyacophilidae	0,33	0,00	158,33	0,00
TRICOPTERS	Philopotamidae	5,33	0,00	0,00	10,28
TRICOPTERS	Polycentropidae	10,44	0,00	1,85	53,33
TRICOPTERS	Psychomyiidae	30,22	0,00	0,00	0,28
HETEROPTER	Corixidae	2,44	23,47	0,00	0,28
HETEROPTER	Gerridae	5,11	0,00	21,11	1,25
HETEROPTER	Mesoveliidae	0,00	0,00	0,00	1,25
HETEROPTER	Hydrometridae	0,00	0,28	0,00	1,25
HETEROPTER	Notonectidae	1,22	1,25	0,00	0,00
DIPTERS	Anthomyiidae	12,11	5,00	0,00	2,36
DIPTERS	Ceratopogonidae	0,00	533,33	6,86	10,00
DIPTERS	Chironomidae	3328,00	4417,78	1935,89	2246,67
DIPTERS	Culicidae	0,00	126,67	10,82	0,00
DIPTERS	Empididae	1,22	0,28	0,00	4,72
DIPTERS	Ephydriidae	0,00	9,31	0,00	10,00
DIPTERS	Limoniidae	0,00	21,39	0,00	1,25
DIPTERS	Psychodidae	176,89	291,11	261,78	72,22
DIPTERS	Ptychopteridae	0,00	80,28	0,00	2,22
DIPTERS	Dixidae	0,33	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Rhagionidae	0,00	1,25	0,00	10,00
DIPTERS	Simuliidae	0,00	37,78	31,93	1274,44
DIPTERS	Stratiomyidae	0,33	5,28	1,58	1,25
DIPTERS	Tabanidae	0,00	1,25	0,00	0,00
DIPTERS	Thaumaleidae	0,00	0,00	0,00	2,50
DIPTERS	Tipulidae	1,22	2,50	3,43	5,97
NEMATODES	Nematoda	0,00	64,44	6,33	20,00
ACHETES	Erpobdellidae	11,44	0,28	10,56	52,22
ACHETES	Glossiphoniidae	3,11	0,00	0,00	0,00
ACARIENS	Hydracarina	27,56	40,28	10,56	12,22
DECAPODA	Cambaridae	0,00	0,28	0,00	0,00
CRUSTACIS	Gammaridae	2711,11	0,00	0,00	0,00
MEGALOPTER	Sialidae	9,78	0,00	0,00	0,00
TRICLADIDA	Dugesiiidae	5,33	0,00	0,00	0,00

Taula 5: Base de dades dels macroinvertebrats obtinguts el 14 de novembre de 2012 segons el punt de mostreig.

Ordre	Familia	TARDOR			
		Total CONT	Total SAV	Total FUST	Total PF
ACARIENS	Hydracarina	82,00	0,00	0,00	60,00
ACHETES	Erpobdellidae	0,00	1,25	0,00	40,56
ACHETES	Glossiphoniidae	10,00	0,00	0,00	6,25
CLADOCERA	Cladocera	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Dytiscidae	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Elmidae	66,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydraenidae	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydrophilidae	0,00	0,00	0,00	10,00
COPEPODA	Copepoda	177,00	4,44	5,69	0,28
CRUSTACIS	Gammaridae	2197,00	0,00	0,00	0,00
DECAPODA	Cambaridae	0,00	4,31	3,47	0,56
DIPTERS	Anthomyiidae	1,00	10,00	34,44	0,00
DIPTERS	Ceratopogonidae	0,00	30,00	2,22	0,00
DIPTERS	Chironomidae	1332,00	1657,78	1846,67	40,28
DIPTERS	Culicidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Dixidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Dolichopodidae	0,00	0,00	0,00	0,28
DIPTERS	Empididae	2,00	0,28	0,00	0,00
DIPTERS	Ephyrididae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Limoniidae	0,00	0,00	0,00	1,25
DIPTERS	Psychodidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Ptychopteridae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Rhagionidae	0,00	0,00	1,25	0,00
DIPTERS	Simuliidae	18,00	4094,44	1181,11	130,28
DIPTERS	Stratiomyidae	1,00	0,00	1,25	1,25
DIPTERS	Tabanidae	0,00	0,56	0,00	0,28
DIPTERS	Thaumaleidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Tipulidae	0,00	0,00	0,00	20,00
EPHEMEROP	Baetidae	1485,00	0,00	217,78	910,56
EPHEMEROP	Caenidae	284,00	3315,56	160,00	1293,89
EPHEMEROP	Ephemerellidae	215,00	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Heptageniidae	18,00	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Lepidophlebiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Corixidae	3,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Gerridae	9,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Hydrometridae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Mesoveliidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Notonectidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MEGALOPTER	Sialidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Ancylidae	19,00	0,00	0,00	20,00
MOL-LUSCS	Hydrobiidae	42,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Lymnaeidae	0,00	0,00	20,00	0,56
MOL-LUSCS	Physidae	107,00	10,00	0,00	110,00
MOL-LUSCS	Planorbidae	18,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Sphaeriidae	9,00	0,00	0,00	0,00
NEMATODES	Nematoda	0,00	32,22	0,83	0,28
ODONATA	Calopterygidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Coenagrionidae	2,00	0,00	1,25	0,00
ODONATA	Cordulegasteridae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Gomphidae	1,00	15,00	2,22	1,53
ODONATA	Lestidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Libellulidae	1,00	0,00	0,00	0,00
OLIGOCHAET	Oligochaeta	344,00	423,33	203,33	6,25
OSTRACODA	Ostracoda	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICLADIDA	DugesIIDae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Glossosomatidae	0,00	0,00	2,22	0,00
TRICOPTERS	Hydropsychidae	36,00	3,75	0,00	380,28
TRICOPTERS	Hydroptilidae	51,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Leptoceridae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Philopotamidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Polycentropodidae	28,00	0,00	0,00	10,00
TRICOPTERS	Psychomyiidae	0,00	10,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Rhyacophilidae	0,00	0,00	0,00	0,00

Taula 6: Base de dades dels macroinvertebrats obtinguts el 20 de febrer de 2013 segons el punt de mostreig.

Ordre	Familia	HIVERN			
		Total CONT	Total SAV	Total FUST	Total PF
ACARIENS	Hydracarina	0,00	0,56	0,00	0,22
ACHETES	Erpobdellidae	0,00	0,00	1,67	1,72
ACHETES	Glossiphoniidae	9,72	0,00	1,67	13,00
CLADOCERA	Cladocera	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Dytiscidae	40,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Elmidae	11,11	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydraenidae	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydrophilidae	0,00	0,00	0,00	1,28
COPEPODA	Copepoda	303,33	2709,17	366,11	0,00
CRUSTACIS	Gammaridae	1292,22	0,00	0,00	0,00
DECAPODA	Cambaridae	0,00	20,00	1,60	0,00
DIPTERS	Anthomyiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Ceratopogonidae	2,22	0,00	80,56	0,00
DIPTERS	Chironomidae	610,00	310,00	4340,00	4503,56
DIPTERS	Culicidae	0,00	0,28	0,00	0,00
DIPTERS	Dixidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Empididae	0,00	0,00	0,00	0,22
DIPTERS	Ephydriidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Limoniidae	0,00	0,00	3,33	0,00
DIPTERS	Psychodidae	0,00	2,50	0,00	0,00
DIPTERS	Ptychopteridae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Rhagionidae	0,00	124,44	0,00	0,00
DIPTERS	Simuliidae	10,56	100,00	16,11	1988,89
DIPTERS	Stratiomyidae	1,81	0,56	0,00	0,00
DIPTERS	Tabanidae	0,00	0,00	1,25	0,00
DIPTERS	Thaumaleidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Tipulidae	0,28	2,22	0,00	0,00
EPHEMEROP	Amelitidae	0,00	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Baetidae	415,56	215,56	57,50	658,67
EPHEMEROP	Caenidae	601,11	160,00	686,67	155,11
EPHEMEROP	Ephemerellidae	322,22	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Heptageniidae	67,78	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Lepidophlebiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Corixidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Gerridae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Hydrometridae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Mesoveliidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Notonectidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MEGALOPTER	Sialidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Ancylidae	20,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Hydrobiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Lymnaeidae	31,94	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Physidae	11,11	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Planorbidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Sphaeriidae	1,25	0,00	0,00	0,00
NEMATODES	Nematoda	0,00	0,00	0,00	1,78
ODONATA	Calopterygidae	2,22	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Coenagrionidae	0,28	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Coenagrionidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Cordulegasteridae	10,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Gomphidae	1,25	0,00	1,18	0,00
ODONATA	Lestidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Libellulidae	0,00	0,00	0,00	0,00
OLIGOCHAET	Oligochaeta	137,78	55,56	22,22	50,67
OSTRACODA	Ostracoda	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICLADIDA	Dugesiiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Glossosomatidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Hydropsychidae	0,28	0,00	0,00	22,22
TRICOPTERS	Hydroptilidae	0,00	0,00	0,00	20,44
TRICOPTERS	Leptoceridae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Philopotamidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Polycentropodidae	40,00	0,00	0,00	1,28
TRICOPTERS	Psychomyiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Rhyacophilidae	0,00	0,00	0,00	0,00

Taula 7: Base de dades dels macroinvertebrats obtinguts el 22 de juny de 2013 segons el punt de mostreig.

Ordre	Familia	PRIMAVERA			
		Total CONT	Total SAV	Total FUST	Total PF
ACARIENS	Hydracarina	182,22	111,11	0,00	0,00
ACHETES	Erpobdellidae	0,00	0,00	0,00	0,14
ACHETES	Glossiphoniidae	14,44	0,00	0,00	0,00
CLADOCERA	Cladocera	153,33	5046,67	0,00	0,00
COLEOPTERS	Dytiscidae	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Elmidae	407,78	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydraenidae	0,00	0,00	0,00	0,00
COLEOPTERS	Hydrophilidae	0,00	2,78	0,00	0,00
COPEPODA	Copepoda	86,67	717,78	77,78	2,22
CRUSTACIS	Gammaridae	13795,56	24,44	0,00	0,00
DECAPODA	Cambaridae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Anthomyiidae	1,25	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Ceratopogonidae	0,00	46,67	54,44	0,00
DIPTERS	Chironomidae	2140,00	5117,78	2495,56	2626,11
DIPTERS	Culicidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Dixidae	0,00	20,00	0,00	0,00
DIPTERS	Empididae	0,00	0,00	0,28	0,00
DIPTERS	Ephydriidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Limoniidae	0,00	4,44	0,00	0,00
DIPTERS	Psychodidae	0,00	180,00	0,00	0,00
DIPTERS	Ptychopteridae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Rhagionidae	0,00	2,22	0,00	0,00
DIPTERS	Sciomyzidae	0,00	0,00	1,25	0,00
DIPTERS	Simuliidae	324,44	728,89	1232,22	2660,56
DIPTERS	Stratiomyidae	0,00	0,00	10,00	0,00
DIPTERS	Tabanidae	1,25	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Thaumaleidae	0,00	0,00	0,00	0,00
DIPTERS	Tipulidae	0,00	0,00	0,00	0,00
EPHEMEROP	Baetidae	2640,00	1828,89	1568,89	2240,00
EPHEMEROP	Caenidae	56,67	1406,67	500,00	398,33
EPHEMEROP	Ephemerellidae	213,33	57,78	0,00	2,22
EPHEMEROP	Heptageniidae	0,00	0,00	0,00	26,67
EPHEMEROP	Lepidophlebiidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Corixidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Gerridae	2,22	0,00	0,00	3,33
HETEROPTER	Hydrometridae	0,00	20,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Mesoveliidae	0,00	0,00	0,00	0,00
HETEROPTER	Notonectidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MEGALOPTER	Sialidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Ancylidae	1,53	0,00	0,00	10,56
MOL-LUSCS	Hydrobiidae	738,89	22,22	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Lymnaeidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Physidae	4,44	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Planorbidae	0,00	0,00	0,00	0,00
MOL-LUSCS	Sphaeriidae	16,67	0,00	0,00	0,00
NEMATODES	Nematoda	0,00	0,00	12,22	0,00
ODONATA	Calopterygidae	2,22	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Coenagrionidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Coenagrionidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Cordulegasteridae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Gomphidae	0,28	0,00	2,50	0,00
ODONATA	Lestidae	0,00	0,00	0,00	0,00
ODONATA	Libellulidae	0,28	0,00	0,00	0,00
OLIGOCHAET	Oligochaeta	584,44	944,44	1034,44	71,67
OSTRACODA	Ostracoda	423,33	2037,78	0,00	0,00
TRICLADIDA	DugesIIDae	10,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Glossosomatidae	0,00	0,00	0,00	1,11
TRICOPTERS	Hydropsychidae	20,28	24,44	20,00	338,89
TRICOPTERS	Hydroptilidae	80,00	2,50	0,00	0,00
TRICOPTERS	Leptoceridae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Limnephilidae	0,28	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Philopotamidae	0,00	0,00	0,00	0,00
TRICOPTERS	Polycentropodidae	2,22	2,78	0,00	0,00
TRICOPTERS	Psychomyiidae	0,00	0,00	10,00	0,00
TRICOPTERS	Rhyacophilidae	0,28	0,00	0,00	0,00

