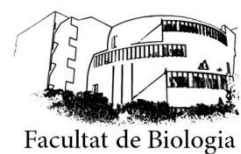




UNIVERSITAT DE
BARCELONA



ESTAT ECOLÒGIC DELS RIUS TEMPORALS

Com podem avaluar l'estat ecològic de les basses desconnectades?

RICARD FONTSERÈ ALEMANY

BIOLOGIA

FEHM | Secció d'Ecologia | Universitat de Barcelona

Tutor: Dr. Cesc Múrria i Farnós

7 de Juliol de 2021



ABSTRACT

Temporary rivers occupy more than 50% of the global river network and predictions conclude that they are increasing in number and length due to the effects of climate change, however, little research has been conducted on them in recent years. This work aims to deepen the knowledge of these rather unknown ecosystems by characterizing the macroinvertebrate fauna and a set of environmental variables in the pools that form when this type of river dries progressively. The research has been carried out in three temporary streams: Talamanca, Vallcebre and Daró. It has been observed that due to the great heterogeneity of the ecological characteristics of each river, the macroinvertebrate communities present had few similarities among the pools, and the changes experienced by these communities over time and the hydrological gradient do not follow a single dynamic shared by all the pools studied.

OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

Aquest TFG ha centrat el seus esforços en comprendre millor la dinàmica de les basses desconnectades dels rius temporals, rius que s'assequen en algun moment al llarg de l'any. Són un ecosistema molt poc estudiat malgrat comprendre més del 50% de la xarxa fluvial mundial. A més, els models predictius indiquen que degut al canvi climàtic molts rius permanents transicionaran cap a aquesta tipologia.

L'estudi realitzat s'emmarca dins el projecte "Estat ecològic dels rius temporals: mètodes d'avaluació de les basses desconnectades" (TRivers-P, *Temporary Rivers-Pools*) finançat per l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua) i el grup de recerca que s'encarrega de dur a terme aquest projecte és el F.E.H.M (Freshwater, Ecology, Hydrology and Management) de la Secció d'Ecologia del Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, amb qui he treballat. TRivers-P té una durada de tres anys (2020-2023) i és un projecte que vol proporcionar a l'ACA eines i models predictius que els puguin informar sobre l'estat ecològic de les basses que queden aïllades dins rius temporals. En la primera fase del projecte, es descriu el funcionament de tres rius temporals on hi ha sis basses desconnectades.

Dins el marc del meu TFG, les tres rieres estudiades (Talamanca, Daró i Vallcebre) estan sota la gestió de l'ACA. Els resultats d'aquests projecte han aportat informació sobre com han variat les comunitats de macroinvertebrats aquàtics i certs paràmetres fisicoquímics en les basses que mica en mica s'han desconnectat durant la pèrdua de cabal de tres rieres temporals: Talamanca, Vallcebre i Daró. S'ha pogut observar que degut a la gran heterogeneïtat de les característiques ecològiques de cada riu, les comunitats de macroinvertebrats presents presentava poques similituds entre els tres rius, i els canvis que experimenten aquestes al llarg del temps i del gradient hidrològic no segueix una única dinàmica compartida entre totes les basses estudiades. Pel que fa les variables ambientals, algunes segueixen uns gradients temporals, per exemple a mesura que la bassa s'asseca observem una reducció de l'oxigen present i un augment de la temperatura, coincidint amb els mesos més calorosos. D'altres variables com el pH o la conductivitat de l'aigua no tenen un patró tant clar i tenen respostes diferents per a cada bassa.

Aquestes tres rieres són les primers estudiades dins el projecte Trivers-P, i de cara a finals de l'estiu de 2021 es volen tenir caracteritzades 70 basses aïllades de rius temporals que

comprenguin tot el territori català. Durant els mesos d'estiu d'aquest 2021 ja s'ha iniciat la nova campanya de mostreigs.

Per tot l'explicat, considero que aquest treball s'alinea amb l'Objectiu de Desenvolupament Sostenible nº 15: Vida Terrestre. Dins aquest ODS destaca el punt 15.1 *“Assegurar la conservació, el restabliment i l'ús sostenible dels sistemes terres i els ecosistemes interiors d'aigua dolça ...”* i especialment el 15.1.2 *“Proporció de llocs importants per la biodiversitat terrestre i de l'aigua inclosos en zones protegides, desglossada per tipus d'ecosistema”* doncs gran part d'aquest treball es centra en avaluar la biodiversitat d'ecosistemes interiors d'aigua dolça i a aportar un marc teòric per la seva gestió amb la finalitat de conservar la seva riquesa.

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓ.....	1
1.1 Tipologies de Rius.....	1
1.2 Canvis en l'estructura de les comunitats de les basses.....	3
1.3 Mesures de biodiversitat i com avaluar el seu canvi.....	4
2 OBJECTIUS.....	4
3 MATERIALS I MÈTODES	5
3.1 Rieres Estudiades:	5
3.2 Monitoreig de les basses:.....	7
3.3 Identificació morfològica de les comunitats de macroinvertebrats:	8
3.4 Anàlisi de Dades	8
4. RESULTATS:.....	9
4.1 Composició de la comunitat de macroinvertebrats:	9
4.2 Estructura de les comunitats segons Estat Hidrològic / conca:.....	9
4.3 Diversitat local o α -diversitat	10
4.4 β -Diversitat.....	11
4.5 Visualització de les Variables ambientals:	12
4.6 Similitud de les comunitats respecte la conca i l'estat hidrològic:	15
5 Discussió	16
6 CONCLUSIONS.....	17
7 BIBLIOGRAFIA	18
8 ANNEX	21

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Tipologies de Rius

En funció de l'estabilitat del règim hidrològic, els rius es classifiquen en perennes o temporals. Els primers presenten un flux d'aigua superficial continu en el temps, mentre que el flux d'aigua dels rius temporals es veu interromput en algun moment. Dins els rius temporals, els rius intermitents presenten fases d'assecaments ocasionals, durant setmanes o mesos; els efímers només presenten flux durant dies o setmanes com a conseqüència de pluges o desgels; i els episòdics, aquí coneguts com rambles, porten aigua només durant hores o dies a causa d'altres precipitacions ocasionals (Skoulikidis et al., 2017).

Els rius temporals constitueixen més de la meitat de la xarxa global de rius i la seva proporció està en augment degut al canvi climàtic i a un increment general de la demanda d'aigua que redueix el seu cabal (Figura 1). Els rius temporals mediterranis estan d'entre els que presenten més estrès per a la biodiversitat a escala global degut a la baixa estabilitat temporal que caracteritza aquests rius i a les perturbacions antropogèniques degut a l'alta demografia que habita propera als cursos fluvials (Bonada & Resh, 2013). De fet, molts rius temporals ho són degut a l'extracció d'aigua destinada a l'activitat humana. Per altra banda es creu que alguns s'han perennitzat degut a la destrucció de la vegetació de ribera ja que l'aigua que capturava la vegetació, ara està disponible perquè circuli pel riu (Chiu et al., 2017), o a l'abocament d'aigües de depuradora. Per tant, la temporalitat dels rius està fortament lligada a les condicions climàtiques però també a les activitats humanes. És per això que hi ha un interès creixent en caracteritzar i entendre la hidrologia i ecologia d'aquests ecosistemes. (Datry et al., 2014, Döll & Schmied, 2012). Aquest coneixement permetrà disposar d'eines de gestió per conservar aquests ecosistemes i la biodiversitat que sostenen.

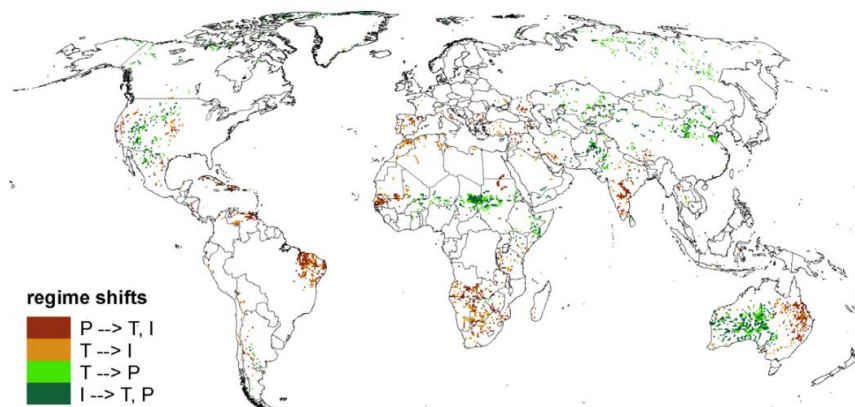


Figura 1: Canvis de règim entre perennes (P), transicionals (T) i intermitents (I) de la tipologia de flux dels rius entre 1961-90 i 2041-70 (Döll & Schmied, 2012).

A nivell estructural, la xarxa que forma en l'espai un sistema fluvial que conté rius temporals, és un mosaic amb un gradient d'hàbitats entre aquàtics on circula l'aigua, basses aïllades i terrestres (figura 2). La seva dinàmica ve determinada pels cicles d'expansió i contracció dels nivells d'aigua superficial i subterrània degut a èpoques d'altres i baixes precipitacions (Datry et al., 2014).

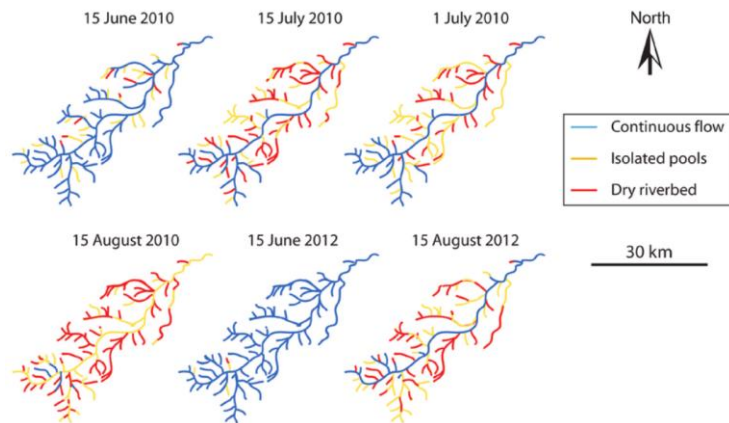


Figura 2: Representació esquemàtica de la dinàmica hidrològica d'un riu temporal, amb episodis de desconexió (groc i vermell) i reconexió (blau) recurrents en el temps (Datry et al., 2014)

En un clima mediterrani com el que trobem a Catalunya, la intermitència és estacional; la fase d'assecament es dona en els mesos d'estiu, i els cabals màxims a la tardor i primavera. (Bonada & Resh, 2013). Els canvis en els règims hidrològics poden classificar-se sota 6 estats en funció de la quantitat d'aigua disponible en el riu (Figura 3, Gallart et al., 2012).



Figura 3: Diferents estats hidrològics d'un riu temporal definits per Gallart et al., 2012 (adaptació)

Amb el volum de recerca sobre rius temporals dels últims anys, s'ha desenvolupat una sèrie de mètodes i eines per la seva avaluació ecològica (Suárez-Alonso & Vidal-Abarca, 2000; Gallart et al., 2017; Munné & Prat, 2011). Per exemple trobem una eina per a classificar les masses d'aigua en funció de la permanència del cabal, de les basses desconnectades i de la fase seca: el TRESH: *Temporary Rivers Ecological and Hydrological Status* (Taula 1, Gallart et al., 2017). Tot i això, degut a la gran quantitat de tipologies de rius temporals amb característiques abiòtiques molt diferents, no s'hi poden aplicar totes les metodologies desenvolupades per avaluar la seva qualitat ecològica i encara no s'ha establert un mètode per avaluar la qualitat ecològica (Sòria et al., 2020).

ACRÒNIM	CONCEPTE	DEFINICIÓ
AF	Alternat-fluent	Alterna entre les tres fases aquàtiques (fluent, basses desconnectades i sec), però hi ha flux durant períodes llargs ($Mf > 0,40$ i $Md \geq 0,10$).
AI	Alternat	Alterna entre les tres fases aquàtiques (fluent, basses desconnectades i sec) ($Mf \leq 0,40$, $Mp < 0,40$ i $Md < 0,60$).
AS	Alternat-estancat	Alterna entre les tres fases aquàtiques, però domina la de basses desconnectades ($Mf \leq 0,40$, $Mp \geq 0,40$ i $Md \geq 0,10$).
Ep	Episòdic	Normalment sec, amb aigua fluent o estancada en intervals infreqüents ($Md \geq 0,80$).
FS	Fluent-estancat	Normalment amb aigua fluent però, si no, amb basses desconnectades ($0,40 < Mf \leq 0,90$ i $Md < 0,10$).
Oc	Ocasional	Normalment sec que de vegades, però no gaire sovint, té aigua fluent o estancada ($0,60 \leq Md < 0,80$).
Pe	Perenne	Permanentment fluent ($Mf > 0,99$).
Qp	Quasi perenne	Normalment fluent, excepte en rares ocasions ($0,90 < Mf \leq 0,99$).
St	Estancat	Normalment en forma de basses desconnectades ($Mf \leq 0,40$, $Mp > 0,50$ i $Md < 0,10$).

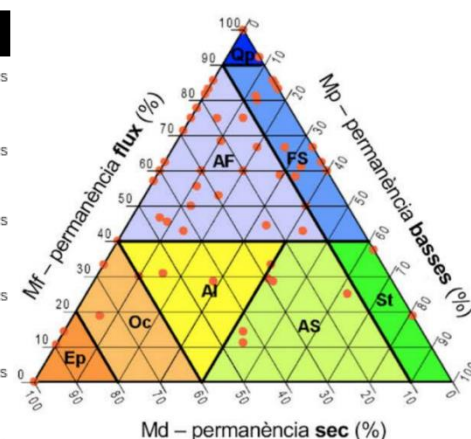


Figura 4: Classificació dels rius temporals en base a les freqüències relatives de les fases de flux, basses i riu sec. Les classes, indicades en colors i lletres, han estat definides amb criteris biològics.

Taula 1: Tipologies de RT obtingudes amb el programari TREHS desenvolupat dins el projecte LIFE + TRivers.

1.2 Canvis en l'estructura de les comunitats de les basses

La pèrdua de cabal que es dona en un riu temporal en canvia l'hàbitat i desencadena una successió ecològica. Les comunitats de macroinvertebrats canvien en paral·lel amb les condicions hidrològiques. Així formes de vida exclusivament lòtiques predominants en la fase eurrèica es perden en la transició a la fase arreica i en canvi apareixen altres espècies lenítiques adaptades a les basses desconnectades. Per tant, en funció de les característiques locals i el temps que porta desconnectada cada bassa, aquesta pot albergar unes espècies concretes (Bonada et al., 2006).

Factors com la mida de la bassa, la intensitat de la insolació i ventilació, o el tipus de substrat de la bassa en fan variar el seu temps de permanència un cop desconnectada. Quan una bassa es desconnecta i mica en mica es va assecant, provoca respostes molt variades en la fauna que l'habita. Alguns organismes completen el cicle vital a l'ecosistema terrestre fent l'emergència en forma adulta, d'altres migren cap a d'altres basses o cap a la zona hiporrèica, uns altres formen estructures de resistència i romanen latents fins la restauració del flux superficial i, finalment, d'altres simplement moren (Bogan et al., 2017).

La temporalitat del cabal i el temps de connectivitat i permanència de les basses tenen una forta influència en la composició de les comunitats de macroinvertebrats aquàtics. Per exemple, estudis previs han vist que les comunitats d'efemeròpters, plecòpters i tricòpters es veuen reemplaçades per espècies d'Odonats, Coleòpters i Hemípters a mesura que el riu perd les zones lòtiques. Aquest canvis hidrològics, per tant, s'han de veure reflexats tant en la riquesa local d'espècies (α -diversitat) com en la similitud en la composició de les comunitats al llarg del temps o entre rius (β -diversitat).

1.3 Mesures de biodiversitat i com avaluar el seu canvi

La riquesa d'espècies i l'índex de Shannon són mesures de l' α -diversitat. La riquesa ens descriu el nombre total de taxons diferents identificats a cada punt, mentre que l'índex de Shannon té en compte l'abundància i uniformitat del conjunt de taxons. (Whittaker, 1960 i Shannon, 1948). A diferència de la riquesa de taxons, l'índex de Shannon considera l'equitativitat, és a dir, un major valor de l'índex indicarà tan un augment de la riquesa com d'una abundància similar d'aquests taxes. La β -diversitat és una mesura del canvi de les comunitats al llarg del temps es pot explicar per *turnover*, és a dir el reemplaçament de taxons per uns que apareixen nous, o per *nestedness* que indica una pèrdua de taxons (Baselga, 2009).

2 OBJECTIUS

El projecte TRivers-P ("Estat ecològic de rius temporals: mètodes per avaluar les basses aïllades") està centrat en desenvolupar una metodologia de mostreig i processat de mostres per avaluar l'estat ecològic de les basses desconnectades de rius temporals. Actualment l'ACA no disposa de cap eina per a la gestió d'aquests ecosistemes poc coneguts. La campanya de mostreigs va començar al 30 de Juny i va acabar l'1 d'Octubre de 2020, i es van obtenir mostres de macroinvertebrats, sediments i aigua de dues basses de cada un de les tres rieres estudiades: Talamanca, Vallcebre i Daró (figura 5). Els mostreigs van ser quinzenals. Van començar quan les basses estaven connectades al flux del riu i, mica en mica, els mostreigs capturaven la desconnexió de les basses i es van acabar quan les basses es van assecar.

Els objectius concrets d'aquest projecte són:

- Descriure les característiques abiòtiques de cada bassa i com aquestes varien al llarg del temps per entendre quin és el seu efecte sobre les comunitats de macroinvertebrats. La caracterització de la part abiòtica està enfocada a analitzar la variació de diverses variables ambientals registrades durant els mostreigs. La part biòtica consisteix en la separació i identificació de les mostres de macroinvertebrats aquàtics obtingudes a cada punt de mostreig.
- Determinar el canvi en la biodiversitat de les basses al llarg del gradient hidrològic, utilitzant com a mesures d'aquesta l' α - i la β -diversitats. Ambdues mesures es calculen per a cada bassa i s'analitzen al llarg del temps. La descomposició de la β -diversitat en els seus dos components *turnover* i *nestedness* ens pot informar de la dinàmica del canvi de la composició de les comunitats.
- Integrar les dades biòtiques i abiòtiques per determinar quines variables ambientals influeixen més en els canvis en la composició que experimenten les comunitats, i observar si hi ha algun tendència compartida entre les basses.
- Establir generalitats en l'ecologia de les basses desconnectades dels rius temporals que puguin ajudar a la seva gestió i conservació.

Hipòtesis: assumint que la composició de les comunitats canvia al llarg del gradient hidrològic:

- Si els factors ambientals a nivell de conca són importants per explicar els canvis en les comunitats, cadascuna de les rieres ha de tenir un comportament propi i serà visible una diferenciació de la β -diversitat entre conques.
- Alternativament, si els factors hidrològics són més importants, es podran establir generalitats en la transició de bassa connectada a desconnectada. Així les basses connectades seran més similars entre elles que no pas amb les comunitats de basses aïllades. Aquest escenari ajudaria a la gestió d'aquests ecosistemes.

3 MATERIALS I MÈTODES

3.1 Rieres Estudiades:

Des del projecte TRivers-P es van seleccionar tres rieres temporals per tal de caracteritzar la part biòtica i abiòtica de dues basses en la transició entre diferents estats hidrològics: amb les basses connectades pel flux d'aigua, durant la fase de desconnexió, i quan aquestes estaven aïllades. Les rieres estudiades són Talamanca, Vallcebre i Daró (Figura 5).



Figura 5: Mapa satèl·lit de Catalunya. Marcats les rieres Talamanca, Vallcebre i Daró (Google Earth).

Es van escollir aquests tres rieres perquè presenten diferències en la seva geologia, règim de precipitacions i estat hidrològic. Talamanca és de clima mediterrani i de substrat calcari, Daró és mediterrani i silícic, i Vallcebre és subhúmit i calcari.

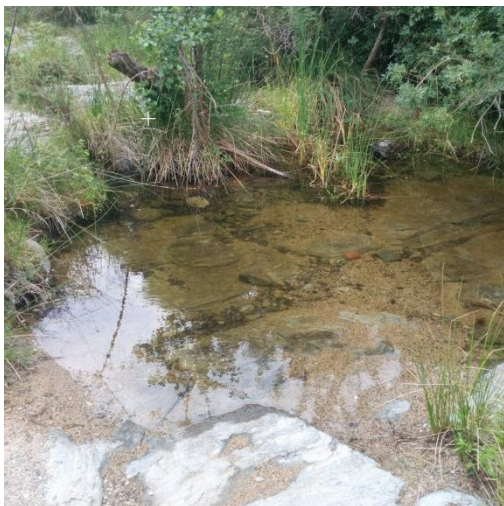


Figura 6: Bassa 1 - Talamanca

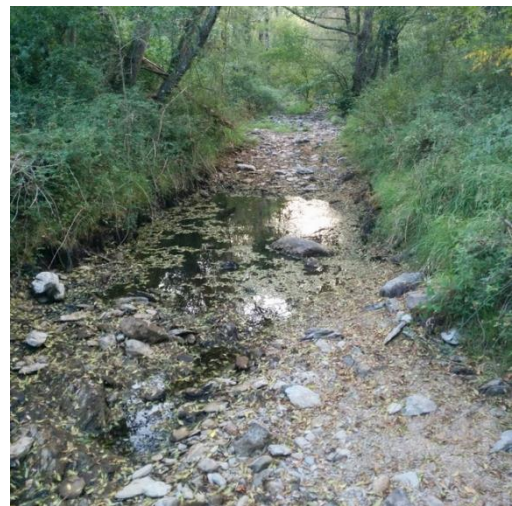


Figura 7: Bassa 2 - Talamanca



Figura 8: Bassa 1 - Daró



Figura 9: Bassa 2 - Daró

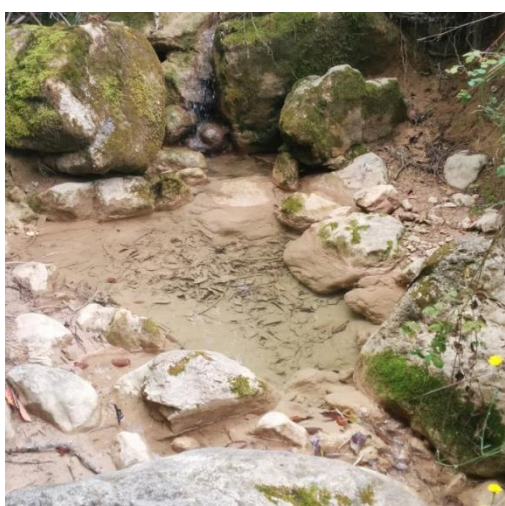


Figura 10: Bassa 1 - Vallcebre

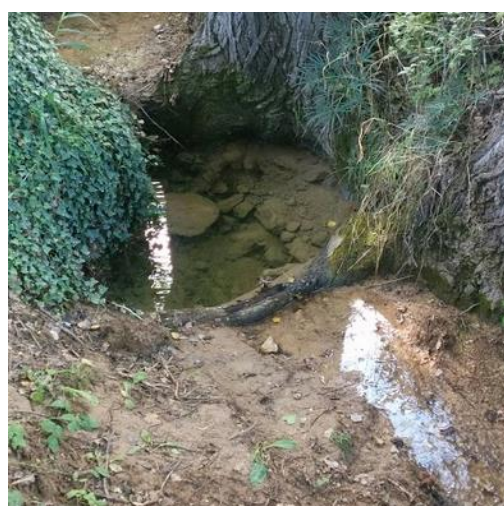


Figura 11: Bassa 2 - Vallcebre

3.2 Monitoreig de les basses:

Els mostreigs al camp de variables ambientals es van realitzar quinzenalment des del 30 de juny fins l'1 d'Octubre de 2020. Es van prendre mesures de oxigen, conductivitat i pH utilitzant els instruments pertinents: un conductímetre, oxímetre i pH-metre. També es va caracteritzar la geometria de cada bassa, prenent mesures amb una cinta mètrica de la profunditat màxima, i les mides dels dos eixos perpendiculars més llargs.

Les comunitats de macroinvertebrats, com que requereixen de més temps per processar-les, es van mostrejar en tres fases hidrològiques: connexió, desconnexió i aïllament. A cada mostreig es va recollir una mostra de macroinvertebrats amb una xarxa de 250 micres i utilitzant la tècnica de *kicking*.

Fora del marc d'aquest TFG, en cada mostreig quinzenal es va agafar 2L d'aigua destinats a l'anàlisi per metabarcoding de l'eDNA (*environmental DNA*) present dins l'aigua. A més, es van recollir en una xeringa sediments de la bassa i es van guardar dins un tub *falcon* de 15 mL per analitzar també l'eDNA retintut als sediments. Aquestes mostres també anaven destinades a l'estudi genètic per metabarcoding que, mitjançant l'amplificació dels DNA *barcodes* (codi de barres genètic), permet determinar la composició de la comunitat de la bassa (Hajibabaei et al., 2020). A més a més, es van recollir 50 ml d'aigua per anàlisis isotòpics per desenvolupar un model predictiu del temps de desconexió utilitzant la senyal isotòpica dels àtoms de deuteri i Hidrogen que canvien de proporció a mesura que l'aigua d'una bassa desconnectada s'evapora. Per això la relació entre el senyal isotòpic de l'aigua de pluja, que seria el mateix que el de l'aigua circulant pel riu, i el de l'aigua de la bassa desconnectada, ens podria indicar el temps de desconexió ja que el canvi isotòpic és proporcional al temps de desconexió.

3.3 Identificació morfològica de les comunitats de macroinvertebrats:

Per tal de caracteritzar les comunitats biològiques es van separar, identificar i classificar per grups taxonòmics els macroinvertebrats presents en cada mostra. Es va utilitzar una lupa binocular, pinces, una placa de petri tripartita i alcohol com a medi per conservar els individus. Es va seguir una sèrie de claus dicotòmiques per l'identificació dels individus que es troben citades a la bibliografia.

3.4 Anàlisi de Dades

L'anàlisi estadístic s'ha dut a terme amb el programari R, i s'han utilitzat les llibreries *vegan*, *mass*, *mgcv*, *betapart*, *akima* i *labdsv*, *tidyr*, *ggplot2*, *plyr* i *reshape2*.

L'índex de Shannon i la riquesa d'espècies s'han utilitzat com a mesura de l' α diversitat de cada bassa per així observar la seva variació al llarg de les fases hidrològiques de les basses.

Utilitzant *betapart* s'ha obtingut una matriu de distàncies o dissimilaritats de totes les basses i per els diferents estats hidrològics, essent aquesta dissimilaritat una mesura de la β -diversitat entre els punts. *Betapart* també s'ha utilitzat per descompondre els valors de β -diversitat entre les basses de cada un de les tres rieres, obtenint la proporció del canvi explicada per *nestedness* o *turnover* al llarg del temps.

S'ha realitzat un anàlisi de correlació canònica (CCA) entre la matriu morfològica i la matriu ambiental per determinar correlacions entre les basses, els taxons i les variables ambientals. Per fer més visual la interpretació de les variables ambientals de cada punt de mostreig hem utilitzat *surface-fitting*, ja que aquestes no segueixen una mateixa relació lineal al llarg del

temps en les diferents basses. A més s'ha obtingut gràfics tridimensionals de cada variable per interpretar les diferències de cada bassa i estat hidrològic en un espai NMDS (Anàlisi multidimensional no mètric).

Per determinar si el canvi en les comunitats induït per les transicions hidrològiques són independents als factors de conca o no, hem graficat els clústers que formen les basses de cada riera i per separat els clústers que formen les basses separades per estat hidrològic. En cada agrupació i utilitzant la funció *indval* del paquet *labdsv*, hi hem representat els 5 taxons amb el valor més alt de l'indicador segons Dufrene-Legendre que en quantifica l'especificitat i fidelitat respecte un clústers de punts (Dufrene & Legendre, 1997). S'ha realitzat un test adonis entre els diferents clústers per comprovar si hi ha diferències estadísticament significatives.

4. RESULTATS:

4.1 Composició de la comunitat de macroinvertebrats:

Un cop separats i identificats els macroinvertebrats de cada mostra, vam obtenir un llistat dels taxons presents i les seves abundàncies (veure annex). En total s'han identificat 26920 individus de 94 famílies diferents.

4.2 Estructura de les comunitats segons Estat Hidrològic / conca:

Les abundàncies de macroinvertebrats per cada estat hidrològic de les basses i riera ens mostra diferències entre rieres i estats hidrològics.

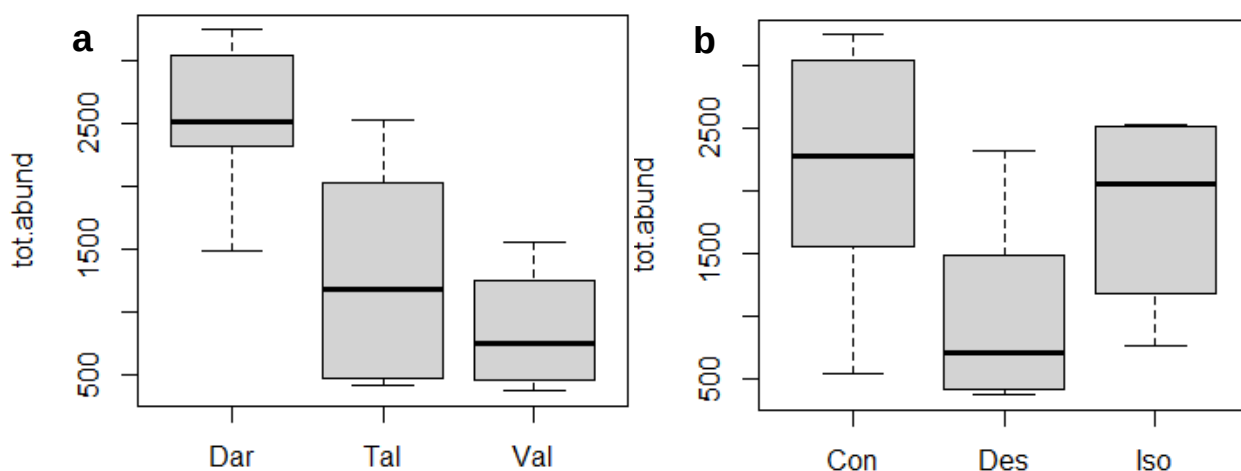


Figura 12: Box plot de les abundàncies per a cada riera **a** i estat hidrològic **b**

La figura 12a mostra que les basses del Daró tenen els valors més elevats d'abundàncies, seguides per les del Talamanca i Vallcebre. La Figura 12b mostra una pèrdua substancial

d'individus en la transició entre la fase connectada (Con) i desconnectada (Des) de les basses, i que es recuperen en la fase aïllades (Iso).

4.3 Diversitat local o α -diversitat

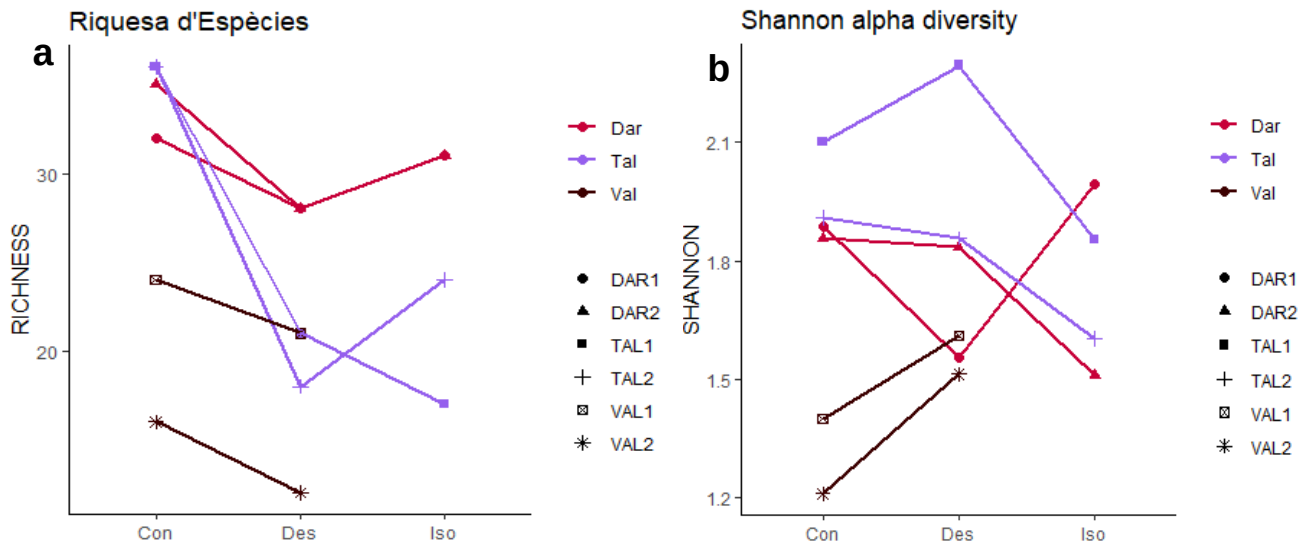


Figura 13: Riquesa de taxons **a** i Índex de Shannon **b** per a cada bassa i estat hidrològic

La figura 13a ens mostra que hi ha una clara disminució del nombre de taxons per a totes les basses quan es desconnecten. En la fase “aïllades” observem una recuperació de la riquesa perduda per les dues basses de Daró i a Talamanca#2, en cap cas però superant els valors inicials. A Talamanca#1 la riquesa es redueix encara més per aquest estat hidrològic. Per la seva part, l'índex de Shannon es manté semblant o augmenta quan la bassa es desconnecta, excepte Daró#1 (Figura 13b). Quan les basses queden aïllades (Iso), l'índex de Shannon es redueix, excepte Daró#1, que supera el valor de l'estat connectat.

Aquí, l'índex de Shannon ens indica que el menor nombre de taxes que trobem en les basses desconnectades, aquestes tenen una abundància similar. És a dir, el pas de l'estat hidrològic de connectat a desconnectat implica la pèrdua de taxes rares o minoritàries en la fase connectada, presumiblement dels que viuen en ambients lòtics. Així, i de forma inversa, el pas de bassa desconnectada a aïllada porta associada l'aparició de taxes nous que són rars o minoritaris i, possiblement, associats a ambients de lenfics.

4.4 β -Diversitat

La descomposició de la β -diversitat en turnover o nestedness ens indica quina proporció de la dissimilaritat entre els diferents estats hidrològics d'una mateixa bassa és deguda a la pèrdua de taxons (*nestedness*) o per una substitució d'aquests (*turnover*).

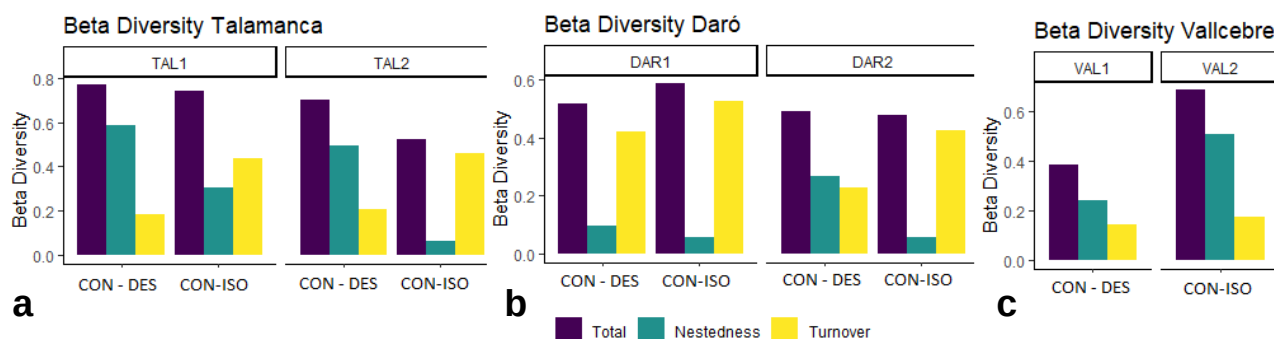


Figura 14: Valors totals de β -diversitat entre estats hidrològics i la seva descomposició en *nestedness* i *turnover* per a les dues basses del riu Talamanca **a**, Daró **b** i Vallcebre **c**.

La figura 14 mostra que Talamanca#1 i Daró#2, la β -diversitat total entre l'estat connectat i desconnectat és similar a la que mostra la comparació entre l'estat connectat i aïllat d'aquestes basses, mentre que Talamanca#2 la màxima dissimilaritat es troba entre Connectat i Desconnectat, i al Daró#1 entre Connectat i Aïllat. A Vallcebre no podem fer aquesta comparació per falta de dades ja que Vallcebre#2 no es va assecar.

La descomposició de la β -diversitat mostra que en la transició cap a l'estat de basses desconnectades el nestedness explica la major part de les diferències. En canvi, quan aquestes queden aïllades el turnover passa a ser el motor del canvi. És a dir, amb la desconnexió es perden taxes de la comunitat original (*nestedness*) i, aquests, són reemplaçats per taxes nous quan la bassa està aïllada (*turnover*). Aquest fet es dona en totes les basses excepte al Daró#1, on el reemplaçament de taxons explica gairebé la totalitat de les diferències en la primera transició d'estat hidrològic. Pel que fa el Vallcebre no podem observar si el turnover guanya importància amb el temps, però sí que observem una major explicació de la dissimilaritat per nestedness en la comparació entre Connectat i Desconnectat, indicant una pèrdua de taxons.

4.5 Visualització de les Variables ambientals:

Utilitzem el *surface-fitting* per construir un espai multidimensional (NMDS) on s'inclogui la variació de temperatura (T), conductivitat (S), Oxigen dissolt en l'aigua (O2mgl) i acidesa (pH) entre els diferents basses i estats hidrològics.

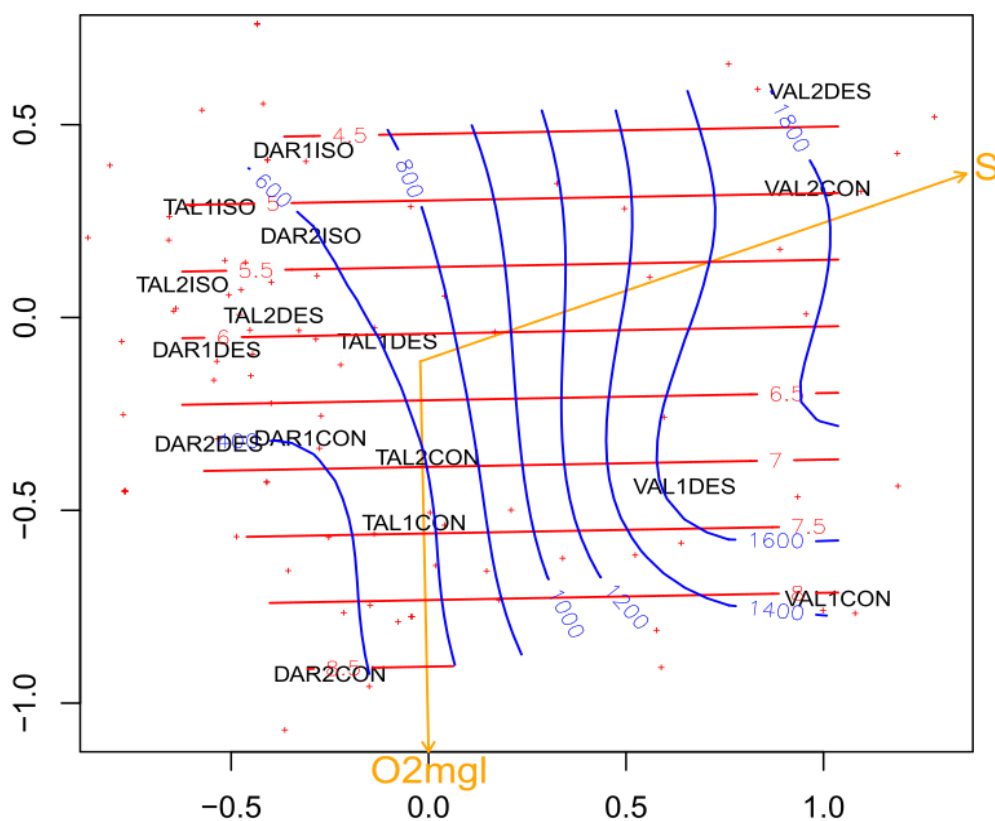


Figura 15: Les línies blaves representen la variació de la conductivitat (uS/cm) i en vermell el la variació d'oxigen dissolt en l'aigua (mg/L). Les fletxes taronges indiquen la correlació de les variables S (conductivitat) i O2mgl (oxigen dissolt en l'aigua) amb els eixos. Basses en negre i taxons '+' vermells.

A la figura 15 veiem com els valors de la conductivitat (S) i l'oxigen dissolt (O2mgl) presenten correlació amb els eixos com indiquen els vectors. La conductivitat està correlacionada positivament amb l'eix NMDS1, i ens separa clarament les basses de Talamanca i Daró, que ronden valors entre 400 i 800 uS/cm mentre a Vallcebre les basses oscil·len entre els 1400 i 1800 uS/cm. La variable O2mgl està correlacionada negativament amb l'eix NMDS2, i observem com a cada bassa hi ha una reducció de l'oxigen dissolt seguint els estat hidrològic successius de connectat (Con), desconnectat (Des) i aïllat (Iso). Per tant, l'eix NMDS2 està relacionat amb el temps de desconnexió.

Aquests gradients ambientals s'observen millor de manera individual i en un espai tridimensional com el que ofereix la figura 16, on la resposta de les comunitats respecte les variables és lineal.

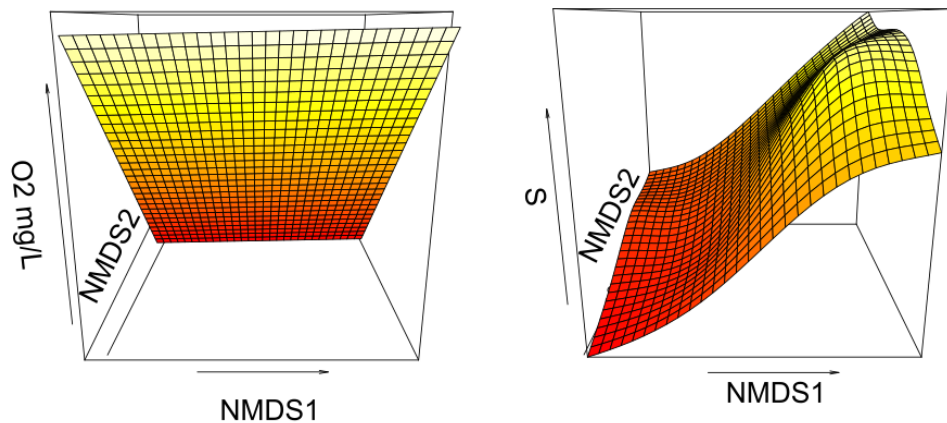


Figura 16: Visualització tridimensional dels valors que prenen les variables oxigen dissolt (mg/L) **a)** i conductivitat (uS/cm) **b)** en l'eix vertical.

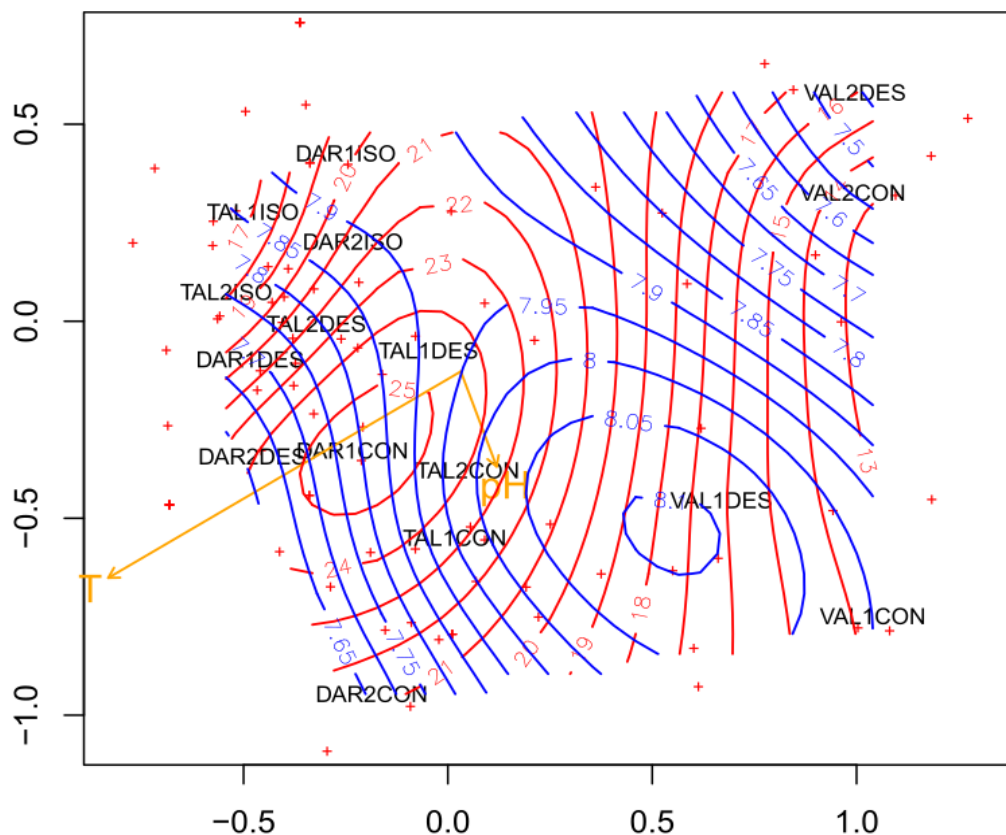


Figura 17: Les línies blaves representen la variació de pH i en vermell la variació de temperatura. Les fletxes taronges indiquen la correlació de les variables pH (àcida) i (Temperatura) amb els eixos. Basses en negre i taxons '+' vermells.

La figura 17 mostra que els valors del pH són lleugerament bàsics en totes les basses mostrejades, i els valors són propis per a cada bassa. No observem una resposta lineal amb els eixos en cap de les variables (figura 18). Només a les basses del Daró el pH ha experimentat un canvi, on a la fase aïllades pren valors de 7.9 respecte els 7.6 de les fases anteriors (Con i Des), tant per Daró#1 com Daró#2. El fet que les dues basses de Vallcebre molt properes en l'espai i en al mateix moment del temps tinguin valors de pH diferents, 8.1 per Vallcebre#1Des i 7.5 per Vallcebre#2Des, indica que l'entorn i les condicions ecològiques locals de cada bassa juguen un paper important en el pH.

Les basses de Vallcebre tenen una temperatura menor que les basses de Daró i Talamanca, i, de les de Vallcebre, la més propera a la font i més gran (Vallcebre#2) té una temperatura menor. La variació de la temperatura per les basses del Talamanca i el Daró té forma de U invertida (figura 18 b) que pren valors d'entre 17 i 25 °C. Sorprenentment, hi ha un descens de temperatura de l'estat Connectat al Desconnectat i d'aquest a l'Aïllat. Això estaria relacionat amb l'època de l'any ja que al ser un any plujós, les basses no es van desconnectar fins al setembre i no van quedar aïllades fins a l'octubre. En canvi les basses de Vallcebre augmenten de temperatura entre els estats Connectat i Desconnectat, passant dels 13 als 16 °C.

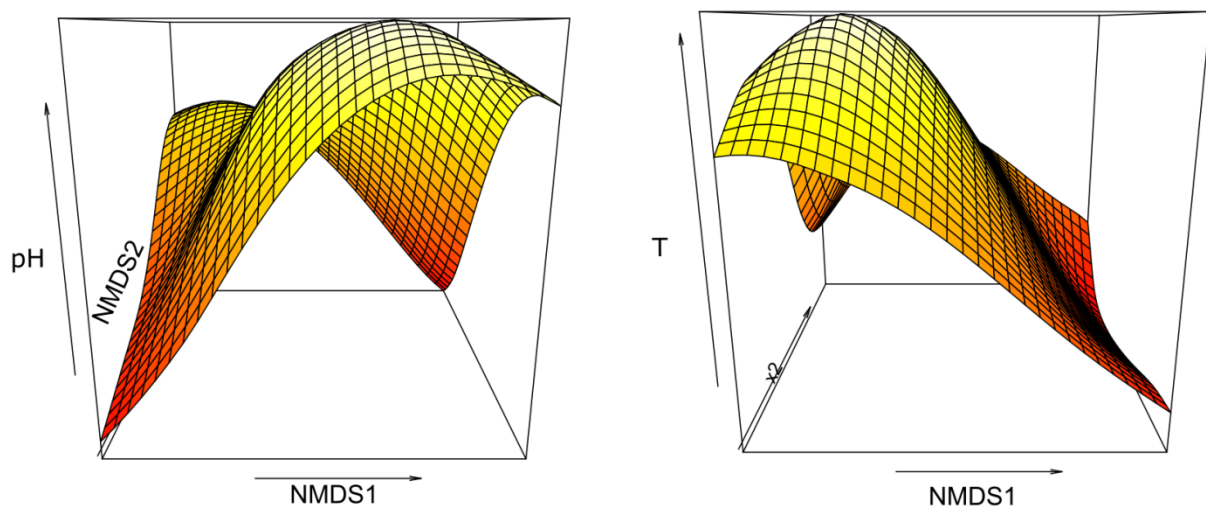


Figura 18: Visualització tridimensional dels valors que prenen les variables pH **a)** i T **b)** en l'eix vertical.

4.6 Similitud de les comunitats respecte la conca i l'estat hidrològic:

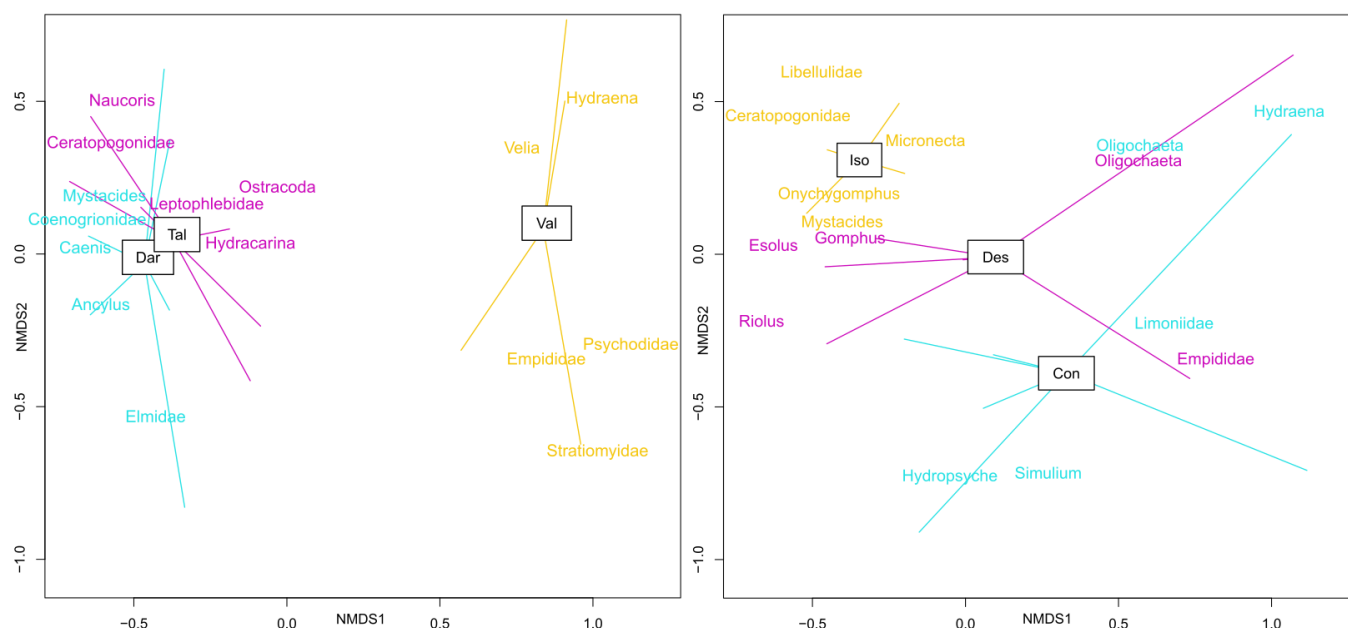


Figura 19: Anàlisi per clústers utilitzant escalat multidimensional de les comunitats presents en els diferents estats hidrològics (a) i rieres (b). Per cada clúster hi ha representats en el color corresponent (19a: estat Connectat blau, estat Desconnectat fúcsia i estat Aïllat groc, 19b: riera de Talamanca blau, riera del Daró fúcsia i riera de Vallcebre groc) els 5 taxons de cada comunitat amb el valor més alt de l'indicador de Dufrene-Legendre)

La similitud de les comunitats de les tres rieres s'ha comparat per cada estat hidrològic i conca per testar quin dels dos factors és més rellevants per determinar la composició de les comunitats.

La Figura 19a mostra els cinc taxons amb major valor d'indicador (més representatives) entre les comunitats de macroinvertebrats considerant els tres estats hidrològics. En blau les basses Connectades, en fúcsia les basses Desconnectades i en groc les basses Aïllades. A l'estat Connectades els taxons amb més valor indicador són *Hydropsyche*, *Simulium*, *Limoniidae*, *Hydraena* i *Oligochaeta*, taxons més propis de zones lotiques de rius. A l'estat Desconnectades ho són *Oligochaeta*, *Gomphus*, *Esolus*, *Empididae* i *Riolus*, espècies amb una certa afinitat per aigües tranquiles. A l'estat Aïllades ho són *Libellulidae*, *Micronecta*, *Onychogomphus*, *Ceratopogonidae* i *Mystacides*, taxons que tenen un forta preferència d'hàbitat per basses. Aquesta figura indica una tendència de les comunitats a transicionar de taxes adaptats a ambients arrèics com *Simulium*, *Hydraena*, *Limoniidae* a d'altres que trobem en hàbitats lenítics com *Onychogomphus*, *Gomphus*, o *Libellulidae*.

La Figura **19b** mostra que els cinc taxons amb major valor indicador a Talamanca són: *Leptophlebiidae*, *Hydracarina*, *Ostracoda*, *Ceratopogonidae* i *Naucoris*. A Daró ho són *Coenagrionidae*, *Mystacides*, *Caenis*, *Ancylus* i *Elmidae*. A Vallcebre formen la llista *Hydraena*, *Velia*, *Empididae*, *Psychodidae* i *Stratiomyidae*. Aquest gràfic ens mostra que les comunitats presenten taxons específics i són característiques de cada conca, tot i això són més properes independentment de l'estat hidrològic les basses del Talamanca i Daró respecte les de Vallcebre.

Utilitzat adonis, un anàlisi de la variància (ANOVA) permutacional utilitzant matrius de distàncies Bray-Curtis, hem trobat diferències estadísticament significatives entre les comunitats dels estats Connectat i Desconnectat ($p < 0.05$) i Connectat i Aïllat ($p < 0.05$), mentre que la comparació entre l'estat Desconnectat i Aïllat no presenta diferències significatives ($p > 0.05$). Pel que fa la similitud entre les diferents rieres, trobem diferències entre Talamanca i Daró ($p < 0.05$) i entre Daró i Vallcebre ($p < 0.01$). Entre Vallcebre i Talamanca el p-valor és de 0.072.

Les comunitats experimenten un canvi significatiu entre l'estat Connectat i Desconnectat, però entre el Desconnectat i l'Aïllat no hi ha una variació significativa. Les diferents rieres mostren comunitats de macroinvertebrats diferents atribuïbles a les diferents conques.

5 Discussió

En la transició hidràulica de basses connectades a desconnectades i aïllades, les basses canvien la composició de les comunitats de macroinvertebrats. En general, la transició de basses connectades a desconnectades, es perd abundància i taxons que habiten preferentment zones lòtiques i, en la transició de desconnectades a aïllades, arriben nous taxons més adaptats a les noves condicions ecològiques. Aquest resultat confirma l'expectativa que les comunitats de macroinvertebrats canvien en funció de l'estat hidrològic.

Les abundàncies d'individus que trobem a les basses són diferents per a cada conca, però presenten una tendència similar pel que fa als estats hidrològics de cada una d'elles: quan estan connectades els valors són màxims, quan es desconnecten són mínims i en la fase aïllades es recupera gran part de l'abundància.

Les basses de les tres rieres en general perden riquesa d'espècies en la transició cap a l'estat Desconnectat de les basses, i aquest canvi s'explica per tant per nestedness. En canvi, comparant les comunitats de les basses de l'estat Connectat respecte l'Aïllat, observem una substitució dels taxons com indica la proporció del canvi explicat per turnover.

L'Índex de diversitat de Shannon conjuntament amb la riquesa d'espècies i la β -diversitat per a cada bassa al llarg del temps ens permet entendre com ha canviat l'estructura de les comunitats. Podem establir que l'estat més inestable en la composició de les comunitats és el desconnectat, mentre que tant les basses connectades com aïllades presenten una comunitat pròpia. Aquest fet es veu reflectit amb una reducció de la riquesa d'espècies però un augment de la diversitat de Shannon.

Quan augmenta la riquesa però no l'índex de Shannon, és degut a que alguns taxa passen a ser majoritaris. Si contràriament Shannon augmenta al disminuir la riquesa és perquè ara les abundàncies són més equitatives.

Les variables ambientals de Temperatura i Oxigen dissolt en aigua presenten tendències temporals clares, mentre que les variables de Conductivitat i pH no varien significativament al llarg del temps i són característiques de cada bassa.

6 CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts d'aquest estudi no són sorprenents ja que estudis previs han demostrat variacions de les comunitats al llarg del gradient hidrològic (Bonada et al., 2020). El més rellevant d'aquest treball és que ens hem focalitzat en els canvis observats en les basses desconnectades, ecosistema que tradicionalment no s'ha considerat. El motiu principal és que és difícil anar a mostrejar quan la bassa està desconnectada perquè és un estat hidrològic molt efímer. El temps de permanència de l'aigua pot durar de pocs dies a poques setmanes en funció de la insolació, ventilació i permeabilitat del sòl. A més, és rellevant el paper de la vegetació que pot captar aigua de la bassa durant l'època més seca. Aquest treball és pioner en l'estudi d'aquestes basses i aporta uns resultats molt rellevants per a la gestió.

L'anàlisi de les comunitats de les basses i la seva dinàmica de canvi així com la caracterització abiòtica d'aquestes s'alinea amb el coneixement establert fins ara, que incideix en la gran heterogeneïtat de tipologies que presenten aquests rius. Les comunitats, tot i experimentar respostes similars en la transició entre les fases hidrològiques, presenten diferències entre rieres i entre les basses d'una mateixa riera, fet que fa difícil extreure'n generalitats.

Els futurs índex de qualitat ecològica de les basses han de considerar quins taxons viuen en aquests ecosistemes de transició i avaluar-ne el seu paper indicador. Sovint aquests taxes presenten respiració aèria fet que els dona poc valor indicador al poder sobreviure en ambients aquàtics lleugerament contaminats (Sòria et al., 2020). Futurs treballs han de

mostrejar una gran quantitat de basses desconnectades seguint un gradient de contaminació per determinar quins dels taxons poden ser bons indicadors.

La variació en la riquesa d'espècies i l'abundància d'individus al llarg de la transició hidrològica, de manera particular en cada bassa, podria servir per inferir l'estat ecològic del seu entorn, ja que hem vist una substancial disminució d'aquests dos paràmetres en la transició cap a l'estat Desconnectat de les basses i com durant la fase de basses aïllades aquestes eren colonitzades per nous taxons adaptats en aquestes noves condicions ambientals, indicant transferència d'individus en una superfície de metacomunitats. Identificar les fonts properes de dispersió d'aquests taxa colonitzadors i centrar els esforços de conservació en aquests ecosistemes podria ser clau per mantenir indirectament un bon estat ecològic amb alts nivells de biodiversitat a una superfície de territori extensa.

7 BIBLIOGRAFIA

- Bogan, M. T., Chester, E. T., Datry, T., Murphy, A. L., Robson, B. J., Ruhi, A., Stubbington, R., & Whitney, J. E. (2017). Resistance, Resilience, and Community Recovery in Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. In *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and Management*. Elsevier Inc.
- 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. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Bonada, N., Rieradevall, M., & Prat, N. (2007). Macroinvertebrate community structure and biological traits related to flow permanence in a Mediterranean river network. *Hydrobiologia*, 589(1), 91–106. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0723-5>
- Bonada, N., & Resh, V. H. (2013). Mediterranean-climate streams and rivers: Geographically separated but ecologically comparable freshwater systems. *Hydrobiologia*, 719(1), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1634-2>
- Chiu, M. C., Leigh, C., Mazor, R., Cid, N., & Resh, V. (2017). Anthropogenic Threats to Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. In *Intermittent Rivers and Ephemeral Streams: Ecology and Management*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803835-2.00017-6>
- Datry, T., Larned, S. T., & Tockner, K. (2014). Intermittent rivers: A challenge for freshwater ecology. *BioScience*, 64(3), 229–235. <https://doi.org/10.1093/biosci/bit027>

- Palareti, G., Legnani, C., Cosmi, B., Antonucci, E., Erba, N., Poli, D., Testa, S., & Toso, A. (2016). Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study. *International Journal of Laboratory Hematology*, 38(1), 42–49. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12426>
- Döll, P., & Schmied, H. M. (2012). How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis. *Environmental Research Letters*, 7(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/014037>
- Neachell, E. (2014). Book Review - Environmental flows: Saving rivers in the third millennium. *River Research and Applications*, 30(January), 132–133. <https://doi.org/10.1002/rra>
- Skoulikidis, N. T., Sabater, S., Datry, T., Morais, M. M., Buffagni, A., Dörflinger, G., Zogaris, S., del Mar Sánchez-Montoya, M., Bonada, N., Kalogianni, E., Rosado, J., Vardakas, L., De Girolamo, A. M., & Tockner, K. (2017). Non-perennial Mediterranean rivers in Europe: Status, pressures, and challenges for research and management. *Science of the Total Environment*, 577, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.147>
- Cañedo-Argüelles, M., Gutiérrez-Cánovas, C., Acosta, R., Castro-López, D., Cid, N., Fortuño, P., ... Bonada, N. (2020). As time goes by: 20 years of changes in the aquatic macroinvertebrate metacommunity of Mediterranean river networks. *Journal of Biogeography*. doi:10.1111/jbi.13913
- Suárez Alonso, María & Vidal-Abarca, María. (2000). Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR (Munné et al., 1998) a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del Agua*. 201. 33-45.
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30(3), 279–338. doi:10.2307/1943563
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423. doi:10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x
- Soria, M., Gutiérrez-Cánovas, C., Bonada, N., Acosta, R., Rodríguez-Lozano, P., Fortuño, P., Burgazzi, G., Vinyoles, D., Gallart, F., Latron, J., Llorens, P., Prat, N., & Cid, N. (2019). Natural disturbances can produce misleading bioassessment results: Identifying metrics to detect anthropogenic impacts in intermittent rivers. *Journal of Applied Ecology*, 57(2), 283–295.

- Baselga, A. (2009). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134–143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). SPECIES ASSEMBLAGES AND INDICATOR SPECIES: THE NEED FOR A FLEXIBLE ASYMMETRICAL APPROACH. *Ecological Monographs*, 67(3), 345–366.

8 ANNEX

Class	Order	Family	Genus	Talamanca # 1 (connectat) 03/07/2020	Talamanca # 2 (connectat) 03/07/2020	Valicebre#1 (connectat) 02/07/2020	Valicebre#2 (connectat) 02/07/2020	Daró # 1 (connectat) 30/06/2020	Daró # 2 (connectat) 30/06/2020	Talamanca # 1 (desconnectat) 04/08/2020	Talamanca # 2 (desconnectat) 04/08/2020	Valicebre#1 (desconnectat) 04/08/2020	Valicebre#2 (desconnectat) 04/08/2020	Daró # 1 (desconnectat) 05/08/2020	Daró # 2 (desconnectat) 05/08/2020	Talamanca # 1 (sec) 01/10/2020	Talamanca # 2 (sec) 01/10/2020	Daró # 1 (sec) 30/08/2020	Daró # 2 (sec) 30/08/2020
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	Caenis	413	253			715	675	43	51	35		1215	519	24	307	1051	1290
		Baetidae		517	194	11	34	268	316	41	43	128	3	534	320	89	208	208	158
		Baetidae	Baetis																
		Baetidae	Cloeon																
		Heptageniidae	Ecdymurus																
		Heptageniidae	Epeorus																
		Heptageniidae	Rhithrogena																
		Leptophlebiidae		1	3	3		2	1	4		1		2		2	20	7	
		Leptophlebiidae	<i>Thraulius bellus</i>								11						2		
		Leptophlebiidae	Habroleptoides																
		Ephemerellidae							2										
		Ephemerellidae	Ephemerella																
		Ephemerellidae	Torleya																
		Ephemeridae	Ephemera																
		Potamanthidae														1			
	Plecoptera																		
		Nemouridae	Protoneura																
		Nemouridae	Nemoura																
		Nemouridae	Amphinemoura																
		Leuctridae																	
		Leuctridae	Leuctra			36							14				1		
		Perlidae	Dinocras																
		Perlidae	Perla																
		Perlidae	Marthamea																
		Perlodidae	Isoperla			3													
	Tricoptera																		
		Rhyacophilidae	Hyporhyacophila																
		Rhyacophilidae	Hyperhyacophila																
		Hydropsychidae							14										
		Hydropsychidae	Hydropsyche	31	20			8											
		Hydroptilidae	Hydroptila	14	4				2										
		Limnephilidae	Potamophylax			6													
		Sericostomatidae	Sericostoma																
		Brachycentridae	Brachycentrus																
		Polycentropodidae	Pseudoneureclipsis		3														
		Polycentropodidae	Polycentropus			2		1				1		1					
		Leptoceridae						3	2										
		Leptoceridae	Mystacides							19	6			7	38	2		18	37
		Phryganeidae																	
		Psychomyiidae		1		4													2
		Philopotamidae	Philopotamus	2															
	Diptera																		
		Ceratopogonidae		20	45	18		22	1	30	112	7		7	5	195	643	21	7
		Ceratopogonidae	Forcipomyiidae	10								1			1				
		Chironomidae		556	918	375	1113	1247	559	139	181	521	98	167	245	210	340	157	666
		Simuliidae	Simulium	286	107	12	11	308	935			76							
		Psychodidae			1	15	4					2							
		Empididae		1		17				2		83	1						
		Limoniidae		1	2	5	2				1								
		Limoniidae	Dicranota					1											
		Anthomyiidae							2										
		Rhagiomyiidae																	
		Athericidae	Atherix																
		Athericidae	Atrichops																
		Stratiomyidae				1						2							
		Syrphidae																	
		Tipulidae				1		4	5									1	
		Dixidae							12			6						2	
		Dixidae	Dixa		1		50												
		Dixidae	Dixella	8	8			14						32	20		6		55

Class	Order	Family	Genus	Talamanca # 1 (connectat) 03/07/2020	Talamanca # 2 (connectat) 03/07/2020	Vallecebre#1 (connectat) 02/07/2020	Vallecebre#2 (connectat) 02/07/2020	Daró # 1 (connectat) 30/06/2020	Daró # 2 (connectat) 30/06/2020	Talamanca # 1 (desconnectat) 04/08/2020	Talamanca # 2 (desconnectat) 04/08/2020	Vallecebre#1 (desconnectat) 04/08/2020	Vallecebre#2 (desconnectat) 04/08/2020	Daró # 1 (desconnectat) 05/08/2020	Daró # 2 (desconnectat) 05/08/2020	Talamanca # 1 (sec) 01/10/2020	Talamanca # 2 (sec) 01/10/2020	Daró # 1 (sec) 30/08/2020	Daró # 2 (sec) 30/08/2020	
		Culicidae			5		81					2	43	1	5			30	31	
		Chaoboridae								11									1	
		Cecidomyiidae																		
	Coleoptera						12													
		Gyrinidae	Gyrinus												1	1		2		4
		Gyrinidae	Orectochilus																	
		Elmidae						8	353	5								6	1	
		Elmidae	Elmis																	
		Elmidae	Oulimnus	1																
		Elmidae	Limnius												1					
		Elmidae	Normandia																	
		Elmidae	Esolus							2					6					
		Elmidae	Riolus											16	17					
		Elmidae	Dupophilus												3					
		Elmidae	Larvae					108												
		Hydraenidae	Hydraena	3		1	5		4				4							
		Hydrophilidae		1		1														
		Hydrophilidae	Hydrophilus						1											
		Hydrochidae	Hydrochus															1	2	
		Hydrophilidae	Coleostoma						1				1							
		Helodidae/Scirtidae	Helodes																	
		Dryopidae	Dryops	1	1	1														
		Dytiscidae	Ilybius																	
		Dytiscidae	Yola														2			
		Dytiscidae	Hidroporinae						7											
		Dytiscidae	Larvae	3	6	8		3	5	6	2	10			2					
		Dytiscidae	Adult??		4	1		3	10	2		1						1		
		Dytiscidae	Eretes	1																
		Dytiscidae	Agabus					1					1							1
		Dytiscidae	Bidesus					1									1			1
		Dytiscidae	Gaptodytes																	1
		Dytiscidae	Lacrophilus												1					
		Halipidae							2										1	
		Halipidae	Peltochites					1										1		
		Halipidae	Halipus																	
	Heteroptera	Aphelocheiridae	Aphelocheirus																	
		Corixidae			7			4	8											
		Corixidae	Micronecta					3			4			19		8	14	19	4	
		Velidae										6					4	4	5	
		Velidae	Velia			7	13			1			2							
		Velidae	Mesovelgia		1															
		Gerridae	Gerris	2	1			3	2	1		1			2		6			
		Naucoridae	Naucoris	1	2					2							5	1		1
		Nepidae	Nepa		1				3											1
		Notonectidae	Notonecta	6	1			7	3	2				2	2	4		1		
		Hydrometridae	Hydrometra	3				1	2		3			3	1		1			2
	Megaloptera	Sialidae	Sialis						1											
	Odonata	Calopterygidae	Calopteryx																	
		Gomphidae							2		5			7				3		
		Gomphidae	Onychygomphus							11						3	8		20	
		Gomphidae	Gomphus	3				4		13	2			1	11	7		1		
		Cordulidae			1			3									1	7	2	
		Cordulidae	Cordulia aenea	2																
		Coenogronidae						30	1						1			15		

Class	Order	Family	Genus	Talamanca # 1 (connectat) 03/07/2020	Talamanca # 2 (connectat) 03/07/2020	Valicebre#1 (connectat) 02/07/2020	Valicebre#2 (connectat) 02/07/2020	Daró # 1 (connectat) 30/06/2020	Daró # 2 (connectat) 30/06/2020	Talamanca # 1 (desconnectat) 04/08/2020	Talamanca # 2 (desconnectat) 04/08/2020	Valicebre#1 (desconnectat) 04/08/2020	Valicebre#2 (desconnectat) 04/08/2020	Daró # 1 (desconnectat) 05/08/2020	Daró # 2 (desconnectat) 05/08/2020	Talamanca # 1 (sec) 01/10/2020	Talamanca # 2 (sec) 01/10/2020	Daró # 1 (sec) 30/08/2020	Daró # 2 (sec) 30/08/2020	
		Coenogronidae	Ceriagrion															3		
		Lestidae							5											
		Lestidae	Sympecma	3	1															
		Lestidae	Chalcolestes					9												
		Libellulidae																4	25	1
		Libellulidae	Orthetrum																	
		Aeshnidae						7	6						3			3		
		Aeshnidae	Anax												2			2		
		Anisoptera			2													14		
		Zigoptera																98		
		Platycnemididae	Platycnemis											96				28	1	
Maxillopoda	Copepoda			20	10		37	42		5	1	3	37	12	219	154	13	71	100	
Branchiopoda	Cladocera	Daphnia		138	158									2			1	470	61	
	Ostracoda			400	190		11			41	21	50	16	41	2	35	3	217	2	
Malacostraca	Isopoda	Asellidae	Asellus																	
	Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarkii</i>													1	1			
Gasteropoda	Mollusca	Lymnaidae	Radix	3	3									1					2	
		Lymnaidae	Lymnea	9		2		2	11											
		Ancylidae	Ancylus					16	18		1			4	8			1	4	
		Planorbidae	Ferrisia															1		
		Sphaeriidae	Pisidium																	
		Hydrobiidae	Potamopyrgus												1					
		Corbiculidae	Corbicula																	
		Physidae	Physa	21	9									1						
		Planorbidae				1														
Arachnida	Trombidiformes	Hydracarina		36	25 ?		5	88	47	36	16		1	20	34	15	6	4	34	
Hydrozoa	Hydreyueduoida	Hydradidae	Hydra												2					
Nematoda					1		2								1					
Entognatha	Colembola			3	1		68													
Clitellata	Oligochaeta			6	28	6	104	307	11	6	6	3	161	120	18	3		7		
	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	Erpobdella						7					1					1	
		Glossiphoniidae																		
			Hirudinea																	
Turbelarios	Tricladida	Dugesidae	Dugesia															29		
			Diversity	36	35	24	16	34	36	21	18	21	12	28	29	17	25	35	31	
			Abundance	2527	2017	531	1564	3244	3036	420	468	953	368	2320	1485	758	1597	2498	2498	0
			IBMWP																	