

24-7-2015

TREBALL
FINAL DE
GRAU

L'HÀBITAT DE NÀIADES EN EL MARC DEL
PROJECTE LIFE POTAMO FAUNA



Realitzat al Consorci de l'Estany | Cristina Cros Chertó

**Títol del treball: L'hàbitat de nàiades en el marc del projecte LIFE Potamo
Fauna**

Estudiant: Cristina Cros Chertó

Grau en Biologia

Correu electrònic: cris.cros.crus@gmail.com

Tutor: David Brusi

Cotutor*: Quim Pou

Empresa / institució: Consorci de l'Estany

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor:

Nom del cotutor*:

Empresa / institució:

Correu(s) electrònic(s):

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 24/07/2015

RESUM

Unio mancus i *Unio ravoisieri* són dues de les 6 espècies de nàiades (musclos d'aigua dolça) que habiten els ecosistemes aquàtics catalans. Totes dues es troben incloses dins el projecte LIFE Potamo Fauna, el qual té com un dels seus objectius millorar els nuclis poblacionals que existeixen en els rius Ter i Fluvià, ja que s'ha vist una forta regressió en els últims anys. És molt important l'estudi de les nàiades, ja que com a organismes filtradors que són, tenen un paper molt important dins dels ecosistemes aquàtics.

Aquestes dues espècies són molt semblants tant morfològicament com en comportament, i es coneix que viuen mig enterrades en el sediment, normalment dels marges fluvials, i que fins i tot a vegades es troben amagades entre les arrels dels arbres que queden descobertes. En realitat però, se sap poc més sobre el seu hàbitat. És per això que en aquest estudi s'ha volgut aprofundir una mica més i esbrinar si existeix algun tipus de relació entre alguna variable ambiental i la presència de nàiades.

Per fer-ho s'ha dut a terme la prospecció de diferents trams dels rius Ser i Llémena principalment, i algun rec de Banyoles i Brugent. Cada tram s'ha dividit en seccions, en les quals es mostrejaven totes les nàiades trobades i s'agafaven dades d'hàbitat general. Dins de cada secció, també s'han escollit a l'atzar petites zones d'un metre de longitud, en les quals s'ha fet un estudi més concret del microhàbitat de les nàiades. Amb les dades obtingudes, s'ha calculat la densitat relativa de nàiades i la seva longitud mitjana en cada cas. Valors que s'han tingut en compte a l'hora de realitzar els càlculs estadístics.

Els resultats finals conclouen que sí que existeix alguna relació entre la densitat de nàiades en un hàbitat determinat i algunes variables ambientals. Són un exemple clar de correlació positiva en els rius, les variables següents: un sediment compost per llims i argiles, la presència d'arrels en els marges, la fondària màxima i la fondària mitjana. Verticalitat i balma són dos variables que juntament amb les anteriors juguen un paper clau a l'hora de formar el microhàbitat més adient per aquestes dues espècies de bivalves.

ABSTRACT

Unio mancus and *Unio ravoisieri* are two of the six species of naiads (freshwater mussels) that inhabit catalan aquatic ecosystems. Both are included in the project LIFE Potamia Fauna, which one of its objectives is to improve the population centers that exist in the rivers Ter and Fluvià since it's seen a sharp decline in recent years. It is very important to study the naiads, because as they are filtering organisms have an important role in aquatic ecosystems.

These two species are very similar in morphology and behavior, and it is known that live half buried in the sediment, usually of riverbanks and even sometimes they are hidden among the roots of trees. Actually, however, little is known about its habitat. That is why in this study it's wanted to delve a little deeper and find out if there is some relationship between some environmental variable and the presence of naiads.

To do the research, it was carried out in different sections of rivers Llémena and Ser, and some ditches of Banyoles and Brugent. Each part is divided into sections, where is sampled more data about naiads's general inhabitat. Within each section, were also randomly chosen small areas of a meter in length, which has been a more specific micro-habitat of the naiads. With the data, we calculated the relative density of naiads and their average length in each case. Values taken into account when performing statistical calculations.

The final results concluded that there is indeed a relationship between the density of naiads in a particular habitat and environmental variables. The following variables are a clear example of positive correlation in the rivers: a sediment composed of silt and clay, the presence of roots in the margins, the maximum depth and average depth. Verticality and cave are two variables whose together with the rest described play a key role when forming the micro-habitat more suitable for these two species of bivalves.

RESÚMEN

Unio mancus y *Unio ravoisieri* son dos de las seis especies de náyades (mejillones de agua dulce) que habitan los ecosistemas acuáticos catalanes. Ambas se encuentran incluidas dentro del proyecto LIFE Potamo Fauna, el cual tiene como uno de sus objetivos mejorar los núcleos poblacionales que existen en los ríos Ter y Fluvià, ya que se ha visto una fuerte regresión en los últimos años. Es muy importante el estudio de las náyades, ya que como organismos filtradores que son, tienen un papel muy importante dentro de los ecosistemas acuáticos.

Estas dos especies son muy similares tanto morfológicamente como en comportamiento, y se conoce que viven medio enterradas en el sedimento, normalmente en los márgenes fluviales, y que incluso a veces se encuentran escondidas entre las raíces de los árboles que quedan descubiertas. Sin embargo, se sabe poco más sobre su hábitat. Es por ello que en este estudio se ha querido profundizar un poco más y averiguar si existe algún tipo de relación entre alguna variable ambiental y la presencia de náyades.

Para ello se ha llevado a cabo la prospección de diferentes tramos de los ríos Ser y Llémena principalmente, y algún canal de Banyoles y Brugent. Cada tramo se ha dividido en secciones, en las que se muestreaba todas las náyades encontradas y se cogían datos del hábitat general. Dentro de cada sección, también se han escogido al azar pequeñas zonas de un metro de longitud, en las que se ha hecho un estudio más concreto del microhábitat de las náyades. Con los datos obtenidos, se ha calculado la densidad relativa de náyades y su longitud media en cada caso. Valores que se han tenido en cuenta para realizar los cálculos estadísticos.

Los resultados finales concluyen que sí que existe alguna relación entre la densidad de náyades en un hábitat determinado y algunas variables ambientales. Son un ejemplo claro de correlación positiva en los ríos, las siguientes variables: un sedimento compuesto por limos y arcillas, la presencia de raíces en los márgenes, la profundidad máxima y la profundidad media. Verticalidad y presencia de cueva son dos variables que junto con las anteriores juegan un papel clave para formar el microhábitat más adecuado para estas dos especies de bivalvos.

ÍNDEX

1.Introducció.....	pàg. 5
2.Objectius.....	pàg. 7
3.Metodologia	
3.1- Mostreig de camp.....	pàg. 7
3.2- Presa de dades.....	pàg. 8
3.3- Anàlisi estadístic.....	pàg. 9
4.Resultats	
4.1- Resultats de microsecció.....	pàg. 10
4.1.1- Anàlisi de microhàbitats en rius.....	pàg. 11
4.1.2- Anàlisi de microhàbitats en recs.....	pàg. 16
4.2- Resultats de seccions.....	pàg. 19
5.Discussió.....	pàg. 25
6.Conclusions.....	pàg. 27
7.Bibliografia.....	pàg. 28

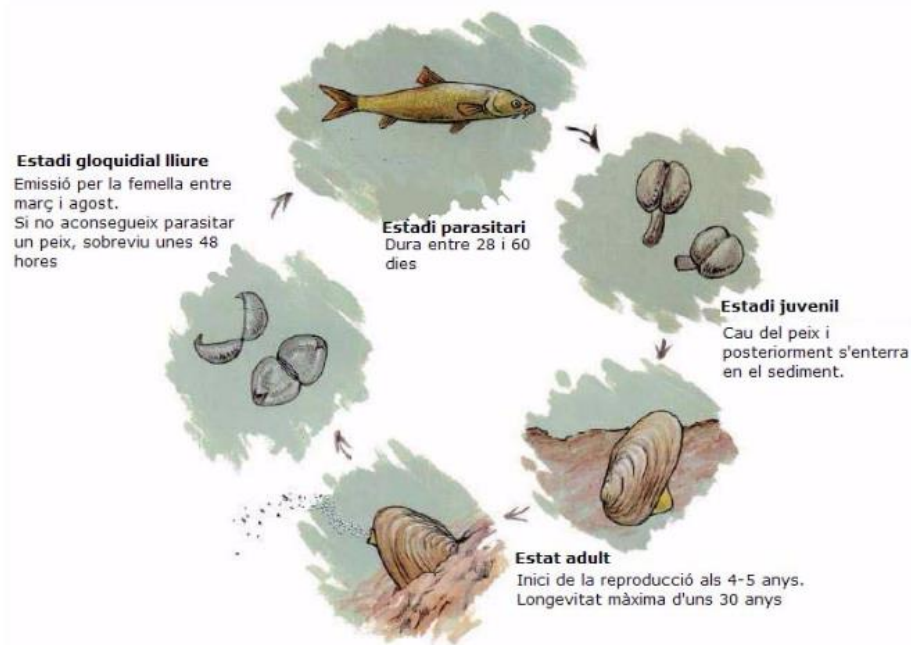
1- INTRODUCCIÓ

Els mol·luscs d'aigua dolça, incloses les nàiades, són un component molt important dels ecosistemes aquàtics i la seva presència reflecteix la salut dels ambients d'aigua dolça (Brim Boxet al., 2006).

Les nàiades són uns organismes filtradors que viuen mig enterrats en rius, rieres, recs i estanys, normalment en els seus marges fluvials.

Fent honor al seu nom, que prové de la mitologia grega i significa nimfes o fades que vivien en l'aigua i en tenien cura, aquestes són unes bones indicadores de l'estat ecològic de l'ecosistema, degut a que s'alimenten de matèria en suspensió i són molt sensibles a variacions de la qualitat de l'aigua.

El seu cicle biològic és únic i singular, ja que per passar de l'estadi larvari (anomenat gloquidi) al juvenil, és necessari un peix hoste. Els gloquidis s'enganxen a les brànquies del peix i hi passen uns dies mentre fan la metamorfosi. Una vegada han madurat, aquests cauen al fons i inicien la seva vida al sediment. No tots els peixos poden actuar com a hostes dels gloquidis de totes les nàiades, sinó que existeix especificitat entre nàiades i peixos. És per això i molt altres motius que les nàiades estan considerades com un dels grups animals més amenaçat del planeta.



Imatge 1: Cicle biològic de les nàiades. Font: Projecte d'estudi i recuperació de nàiades (*Unio aleroni*) del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Juliol 2004)

Es coneixen unes 850 espècies de nàiades (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea) que es distribueixen arreu del món a excepció del continent antàrtic (Graf & Cummings, 2006; Bogan, 2008). Als ecosistemes aquàtics catalans hi trobem 6 espècies: *M. auricularia*, *U. ravoisieri*, *P. littoralis*, *U. mancus*, i *A. anatina* (només les quatre últimes viuen a la conca del Ter, encara que *Unio ravoisieri* sembla limitar-se a la conca lacustre de Banyoles i a la conca hidrogràfica del Fluvià). (Pou et al. 2011)

L'estudi de les nàiades és important ja que juguen un paper molt important dins de l'ecosistema, per diversos motius: intervenen en la dinàmica dels nutrients dels sistemes aquàtics tot filtrant fitoplàncton, bacteris i matèria orgànica en suspensió, alhora que augmenten el contingut d'oxigen del fons on es troben, col·laborant així amb la bioturbació (Strayer i col., 1999; Vaughn i col., 2008).

Com s'ha explicat abans, el que siguin una gran espècie bioindicadora, la qual la seva presència o desaparició pugui reflectir canvis en l'estat de la qualitat de l'aigua, n'és un altre punt important. Segons [Negus, 1966](#), les nàiades haurien de ser el grup d'animals amb més biomassa en els ecosistemes aquàtics continentals, si aquests no estiguessin modificats. I finalment, la seva antiguitat en el registre fòssil també és un factor d'interès biològic, ja que poden servir per estudis evolutius (molts autors coincideixen en que el seu origen va ser fa més de 350 milions d'anys ([Simpson, 1900](#); [Watters, 2001](#) i [Graf & Cummings, 2006](#))).

Un dels objectius del projecte LIFE Potamo Fauna és recuperar les poblacions de nàiades de les espècies *Unio ravoisieri* i *Unio mancus* dels rius Ter i Fluvià, que estan en clara regressió, per causes com: la reducció del cabal dels rius i canals, l'alteració de la dinàmica fluvial, la fragmentació o destrucció de l'hàbitat, la pèrdua de qualitat de l'aigua o contaminació, la disminució d'espècies de peixos autòctons (que actuen com a hostes) i l'aparició d'espècies exòtiques tant de peixos com de nàiades. Per aconseguir aquest objectiu s'està fent una cria de nàiades en captivitat, duta a terme al laboratori de cria gestionat pel Consorci de l'Estany a Banyoles, que servirà per a repoblar el medi i crear nous nuclis poblacionals d'aquestes dues espècies.

En aquest treball s'ha estudiat l'hàbitat de les espècies *Unio mancus* i *Unio ravoisieri*, ja que són les dues espècies incloses en el projecte LIFE Potamo Fauna.

U.mancus és l'espècie més comuna als rius mediterranis de la Península ibèrica i l'única espècie que habita la conca de l'Ebre. Anteriorment s'havia descrit com *U. elongatulus* (Haas 1940,1969), tot i que estudis més recents confirmen que es tracta de la mateixa espècie ([Falkner et al. 2002](#)).

Externament, és molt difícil de distingir *U.ravoisieri* (Deshayes, 1847) de *U.mancus* (Lamarck, 1819), perquè morfològicament són molt semblants:

Poques vegades arriben als 10cm de longitud, presenten una closca generalment de color marró fosc o groguenca amb zones verdoses (més clara en individus més petits), que té una forma molt variable segons la zona que habita. Podem trobar des d'una closca petita i fina, fins a una de ben robusta, però generalment oval, arrodonida per la part anterior i allargada i truncada per la posterior. El seu umbó és prominent i arrodonit, i de vegades amb tubercles. L'interior és nacrat, iridescent blanc amb una línia paleal feble.

Però per estudis moleculars fets anteriorment, sabem que *U.ravoisieri* només es troba a Banyoles i a la conca del Fluvià, concretament al riu Ser ([Khalloufi et al. 2011](#)) i *U.mancus* la trobem al Llémena, Brugent i recs de Banyoles ([Araujo et al.2005](#)).

2- AIMS (OBJECTIUS)

The overall aim of my study is to describe the habitat and microhabitat in some populations of the species *Unio mancus* and *Unio ravoisieri*. Specifically, however, wants to know if there is any relationship between the length or medium density naiads found in different parts of the rivers Ser, Llémena and some ditches of Banyoles and Brugent, and some environmental variable (as morphometry of the channel, the habitat structure and grain size of the substrate).

At first glance, the experience when prospecting sections of rivers with populations of naiads shows that most individuals are found at the margins of rivers, half buned or hidden among the roots of trees. That's why knowing if there is some environmental variable that is crucial to shaping an optimal habitat for naiads and so there is a key to find great densities naiads or populations with varying length and determinate if they are older or younger.

It also wants to see if there is any correlation between the index IHF (proposed by the ACA) and naiads existing stocks.

3- METODOLOGIA

3.1-Mostreig de camp:

Es van fer un total de 118 mostrejos en rius i recs de les comarques del Pla de l'Estany i de la Garrotxa, que es van realitzar entre els mesos de juliol de 2014 i maig de 2015. Els punts de mostreig es van repartir principalment en rius de les conques fluvials del Ter i del Fluvià. Però de tots els mostrejos realitzats, només s'han tingut en compte les dades corresponents als rius Ser i Llémena per als anàlisis estadístics, ja que a excepció del Ser, a cap altre riu del Fluvià s'hi ha detectat un nucli poblacional de nàiades (segurament degut al seu mal estat). A part, només s'ha utilitzat les dades de microseccions dels canals Brugent i recs de l'estany de Banyoles, ja que al fer el seu anàlisi, veiem que cada rec és molt diferent dels altres, i la població de nàiades variarà segons la gestió que se'n faci, i no per les variables ambientals que hi trobem, ja que estan molt modificats per l'home.

Els mostrejos van consistir en explorar de forma exhaustiva un tram homogeni i determinat per cada un dels punts. En ocasions, es van realitzar diversos mostrejos en diferents seccions d'un mateix riu. Les seccions es van fer de mides diferents, entre 20 i 200 m de longitud (depenent de les condicions del tram). Dos o tres operaris van haver d'avançar pel riu, en paral·lel i a contracorrent (per evitar la mala visibilitat degut als sediments resuspendos), per a la realització de cada prospecció. Mentre s'avançava, es va fer una inspecció exhaustiva (visual i tàctil) del fons dels rius, especialment dels marges fluvials. L'equipació per fer les prospeccions constava d'un vestit de neoprè (per protegir el cos de les baixes temperatures de l'aigua), ulleres de busseig i mirafons. Els exemplars recollits es desaven amb aigua en una palangana o un sarró.



Imatge 3: Prospecció del riu. Mentre un operari està dins de l'aigua prospectant, un altre pren dades de l'hàbitat. Font: Consorci de l'Estany

3.2- Presa de dades:

Per cada mostreig es van extreure temporalment les nàiades del medi per tal de fer un recompte, identificar-les si duïen marca, i mesurar la longitud de cada una amb un peu de rei digital. Tot això, sempre de forma ràpida per evitar estressar als animals. Un cop finalitzada l'adquisició de dades, es van tornar exactament als mateixos llocs d'on s'havien agafat els individus.

També es van agafar dades descriptives de l'hàbitat, de fins a 23 variables diferents, en cada punt mostrejat. Aquestes dades quantitatives i qualitatives van quedar recollides en unes fitxes de camp, on es contemplaven els següents elements: dades bàsiques de l'estació (data, nom del riu, localitat, conca, número de seccions, UTM), de la morfometria de la llera, de l'estructura de l'hàbitat, de la granulometria del substrat i captures fetes per secció, entre altres. L'estudi de l'hàbitat es va completar amb dades de microhàbitat, en les quals es va escollir a l'atzar diferents punts dins de cada secció d'entre 1 i 2 m de longitud. Aquestes zones es van numerar, i es van separar les nàiades trobades en cada microsecció de la resta de la secció. Es van omplir les fitxes de camp amb les característiques del punt, tot fent un estudi més exhaustiu del microhàbitat, i el nombre de captures i longitud de les nàiades presents només en aquell indret.

Posteriorment, aquestes dades han servit per calcular el valor de l'índex IHF (Índex d'Hàbitat Fluvial), que serveix per avaluar la qualitat i la complexitat hidromorfològica dels rius, amb un valor que va del 0 al 100. ([veure els protocols de l'ACA](#))

3.3-Anàlisi estadístic:

Per realitzar l'anàlisi de dades, s'utilitzà el programa Microsoft Excel per introduir totes les dades d'hàbitat i biometria obtinguts durant aquest dos anys, tractar-les i alguns anàlisis de regressió i realitzar gràfics de correlacions. A part també es van fer anàlisis estadístics amb l'ajuda del programa SPSS, amb el qual s'ha dut a terme una PCA (Anàlisi de Components Principals), entre les dades ambientals preses al camp per a cada secció i microsecció. Amb elles es va poder comparar si hi havia alguna correlació entre un conjunt de variables i la densitat relativa i longitud de les nàiades.

S'ha de tenir en compte que a l'hora de tractar les dades, aquestes es van dividir en dos grups: per un costat les dades de les seccions mostrejades durant el 2014-2015 i per l'altre, les dades de microhàbitat d'aquest any. Sempre però, separant totes les dades per tipus de massa d'aigua (riu o canal).

També es van desestimar algunes seccions mostrejades, com les de la conca del Fluvià, excepte les del riu Ser, ja que és l'únic nucli poblacional prou important.

4- RESULTATS

4.1-Resultats de microhàbitat:

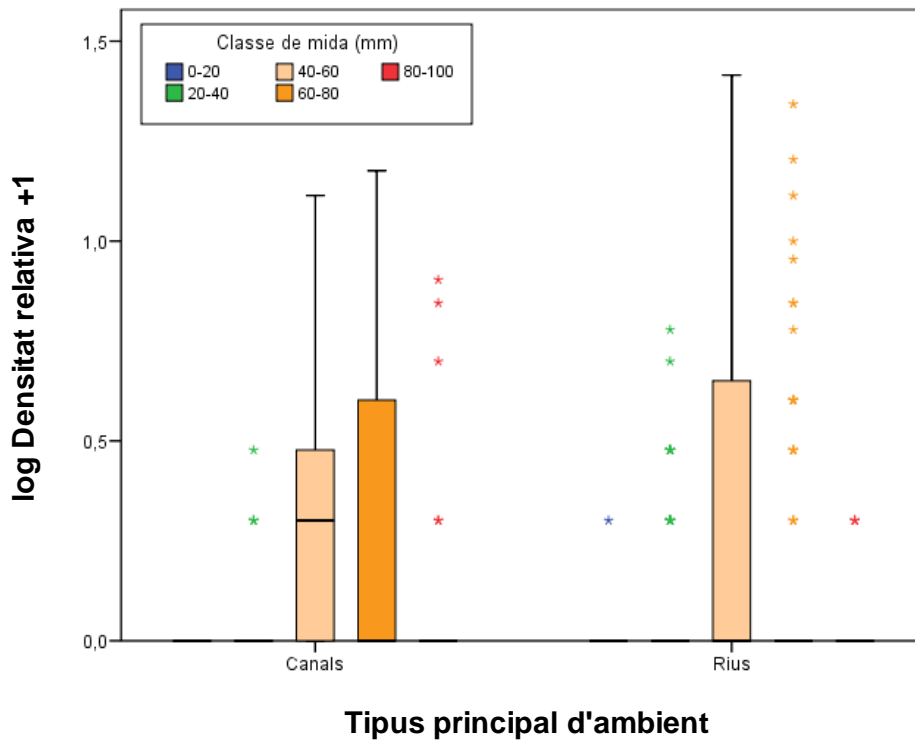


Fig. 1: Gràfic de caixes on es veuen representades la densitat relativa de nàiades en forma logarítmica+1, segons la classe de mida dels individus respecte el tipus d'ambient.

La figura 1 mostra la relació entre els tipus d'ambient (rius o canals) i la densitat relativa (logarítmica +1) de nàiades separada en rangs de diferents mides. S'observa que, en el cas dels canals, la majoria de les nàiades presenten mides compreses entre 40 i 80 mm, tot i que el rang que predomina és el d'entre 60 i 80 mm. En canvi, ens els rius, la mida predominant de nàiades és d'entre 40 i 60 mm.

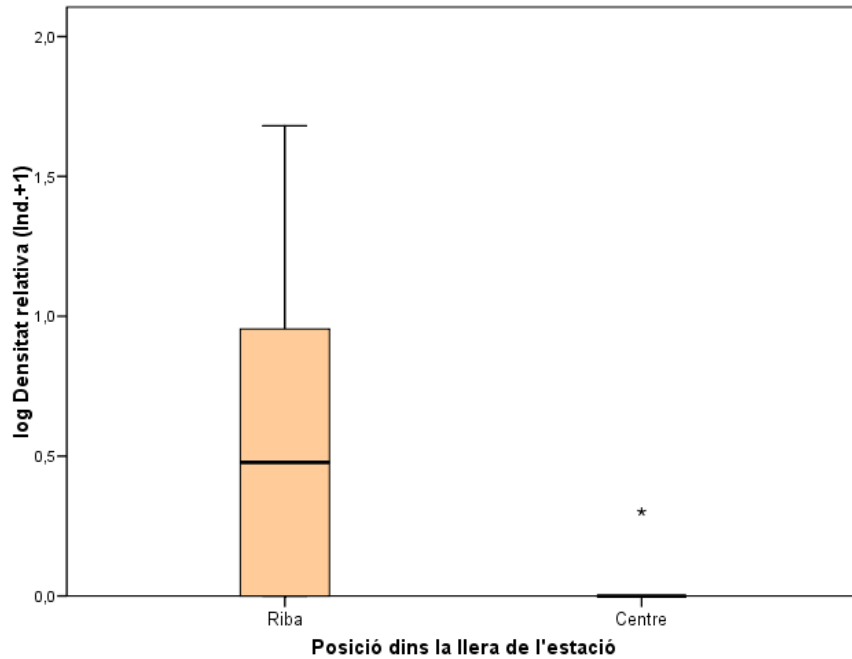


Fig. 2: Densitat de nàïades segons la posició en la llera fluvial

En la figura 2 es pot observar com en totes les estacions mostrejades, sempre trobem les nàïades a la riba del riu/canal, és a dir als marges, amb alguna petita excepció (que s'observa en forma d'asterisc) en la qual en trobem pel centre de la llera. És per això que en els següents anàlisis ja no hem tingut en compte la variable posició, ja que es veu clarament que sí que afecta.

4.1.1- Anàlisi de microhàbitats en rius:

Taula 1: Matriu de correlacions entre els components principals i les variables originals (les 22 variables ambientals en les microseccions dels rius) extreta de fer un anàlisi de components principals (PCA) amb el programa SPSS.

Matriz de componentes(a)									
	Componente								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Roca mare	0,03226645	-0,01700669	-0,51280215	-0,07964071	0,029048749	-0,390155607	-0,332060252	0,32702009	-0,434928951
Blocs i pedres	-0,18402639	0,62447523	0,20814585	0,26164693	0,126815908	0,295069588	0,123653921	0,29579215	0,08170821
Còdols i graves	-0,56828813	0,04370956	0,22727371	0,24153006	-0,23736395	0,130471867	-0,303931695	-0,09159283	0,236190957
Sorra	0,14797925	-0,7191552	-0,07414277	0,15236254	0,214642169	0,082122766	0,075258949	-0,21979179	0,303778153
Llims i argila	0,59496535	0,24123395	0,17037205	-0,28177017	-0,15661478	-0,111496612	0,314221619	-0,19664145	-0,173921595
Sediment anòxic	0,45338643	0,24292075	0,62868004	-0,06621393	0,017086373	-0,321299902	0,09239275	-0,00620135	0,009730259
Cobertura arbòria	0,4713484	-0,03792789	-0,32368074	-0,07762095	-0,217202721	0,024951219	0,036327205	0,28599233	0,492559897
Troncs i branques	-0,00349424	-0,21191248	0,22896376	-0,37815982	0,566845811	0,201202246	-0,338566291	0,17426475	-0,101530157
Arrels velles	0,62984034	0,00673106	-0,22737031	-0,03010574	-0,036747542	-0,318783035	0,078789753	0,16056612	0,127332465
Arrels noves	0,13368917	-0,31721871	0,09220465	-0,17572021	-0,434196407	-0,017934161	0,159958994	0,59515117	0,066972674
Fullaraca	0,35950435	-0,14843331	0,60916438	-0,07338505	0,084841798	-0,483767279	-0,031630827	0,05585598	0,018547994
Altres detritus	0,28246091	0,23358411	-0,12921517	0,02917712	0,700467598	0,00501784	0,116303009	0,08910428	-0,17018496
Plòcon	-0,27092576	-0,03416616	0,13473862	0,41556204	0,083902835	0,191089042	0,435327309	0,27966546	-0,461915933
Briófits	0,22736309	0,13752929	-0,46997574	0,33442695	0,356546008	-0,229198434	0,262579188	0,04447139	0,092358263
Pècton	0,21230884	0,63217947	0,15936617	0,01805957	0,023680135	0,073476548	0,055667176	0,06668919	0,235320127
Fanerògames-Charals	0,08134644	-0,44216214	0,09269815	0,56026627	-0,097056481	0,0176227	0,369127705	0,00014206	-0,024592526
Herba	-0,14094851	-0,2624021	0,14746154	-0,48786572	0,127389568	0,404275337	0,160574106	0,36212446	0,081751996
Fondària màxima	0,77224315	0,11442371	-0,22844828	-0,10394354	-0,166405099	0,3930365	-0,004156437	-0,11396618	-0,131766845
Fondària mitjana	0,73915883	0,19840795	-0,14847015	-0,13493315	-0,146108895	0,40644778	-0,017207997	-0,180189	-0,17828838
Corrent	-0,49003428	0,45816372	-0,14157035	0,17225487	-0,167214011	-0,123728826	-0,217357235	0,16430792	0,099096426
Verticalitat	0,68374752	-0,14295549	0,17847352	0,46231234	0,0184747	0,128548945	-0,401857436	0,1588004	-0,025386834
Balma	0,69404387	-0,07601926	0,18421046	0,46919855	0,004027186	0,139572027	-0,384428421	0,11481479	-0,060700216

Método de extracció: Anàlisi de componentes principals.
a 9 componentes extraídos

La taula 1 explica que s'han obtingut 9 components, dels quals només s'ha fet servir els dos primers per fer els gràfics que venen a continuació, degut a que entre els dos ja s'explica el 30% de la variància acumulada, que és prou significatiu. El component 1 (PCA 1) té una major correlació positiva amb les variables fondària màxima i mitjana, arrels velles, verticalitat, balma i llims i argiles. I destaquen també les correlacions negatives amb les variables còdols i graves, corrent i plòcon.

En canvi el component 2 (PCA 2) té una major correlació positiva amb les variables blocs i pedres i pècton. Però no mostra una correlació negativa molt significativa amb cap variable ambiental.

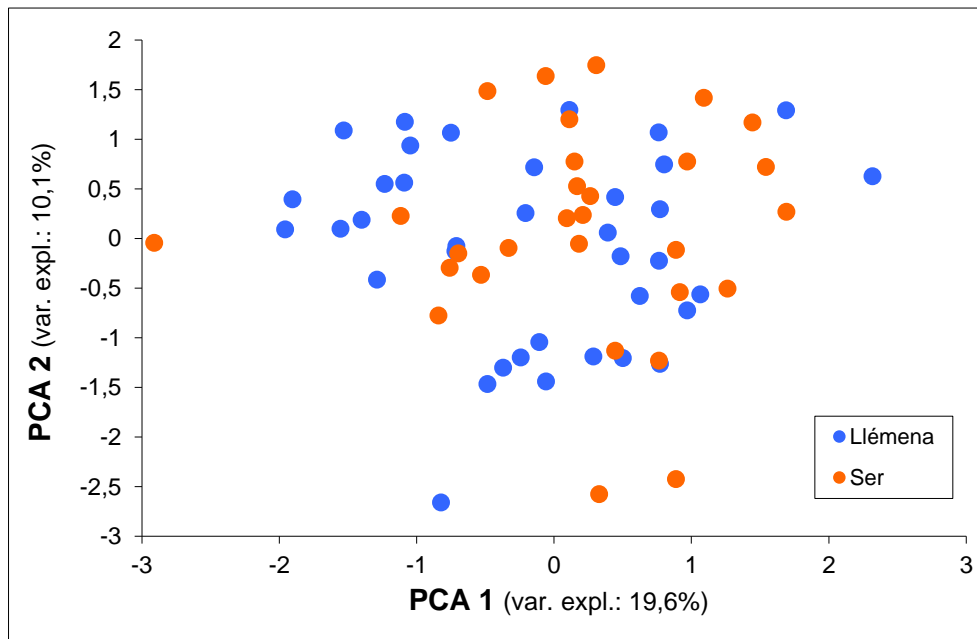


Fig. 3: Microseccions analitzades dels rius Ser (punts taronges) i Llémena (punts blaus) representats sobre l'eix x (PCA1) i l'eix y (PCA2).

A la figura 3 veiem la representació bidimensional de PCA 1 i PCA 2, i com les microseccions del Llémena o del Ser (punts) es distribueixen segons les variables ambientals que hi trobem més presents. L'eix x (PCA 1), és el més rellevant, ja que ens explica el 19,6% de la variància i ens marca més les diferències entre els ambients dels diferents punts. Es veu que tots els punts del Ser i Llémena estan repartits de forma homogènia per tot el gràfic, i que per tant trobem microseccions molt variades en tots dos rius.

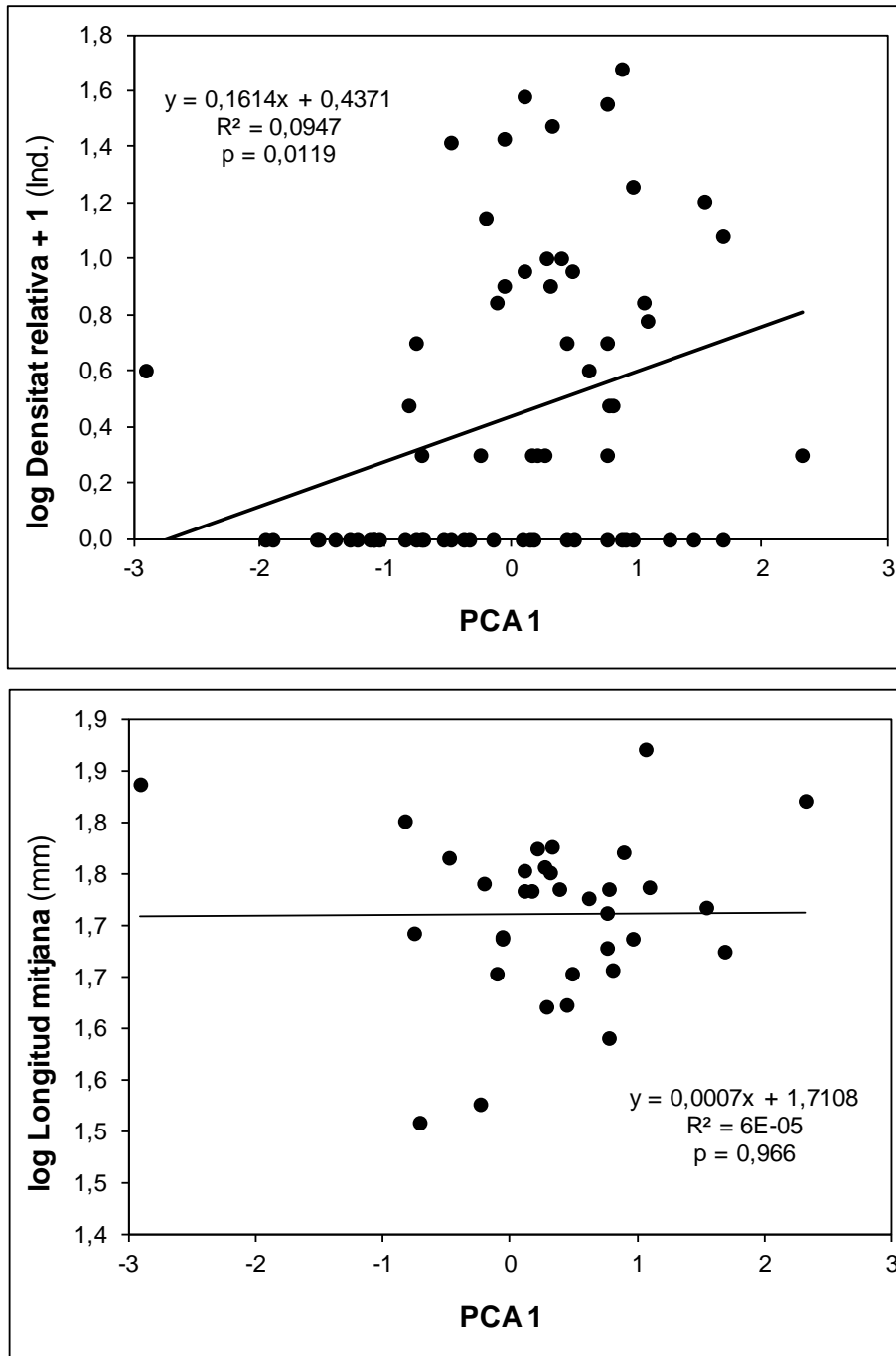


Fig. 4: Relació entre els components de PCA 1 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàïades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàïades (eix y al gràfic de baix) de les microseccions dels rius Ser i Llémèna.

En la figura 4, gràfic de dalt, hi observem una correlació significativa entre el PCA 1 i la densitat relativa, ja que a mesura que ens desplacem cap a la dreta de l'eix x augmenta la densitat relativa de nàïades. Aquest fet es confirma amb el p valor, que és igual a 0,0119.

En canvi en el gràfic de baix no s'observa correlació significativa entre el PCA 1 i la longitud mitjana de les nàïades, ja que el p valor és més gran de 0,05.

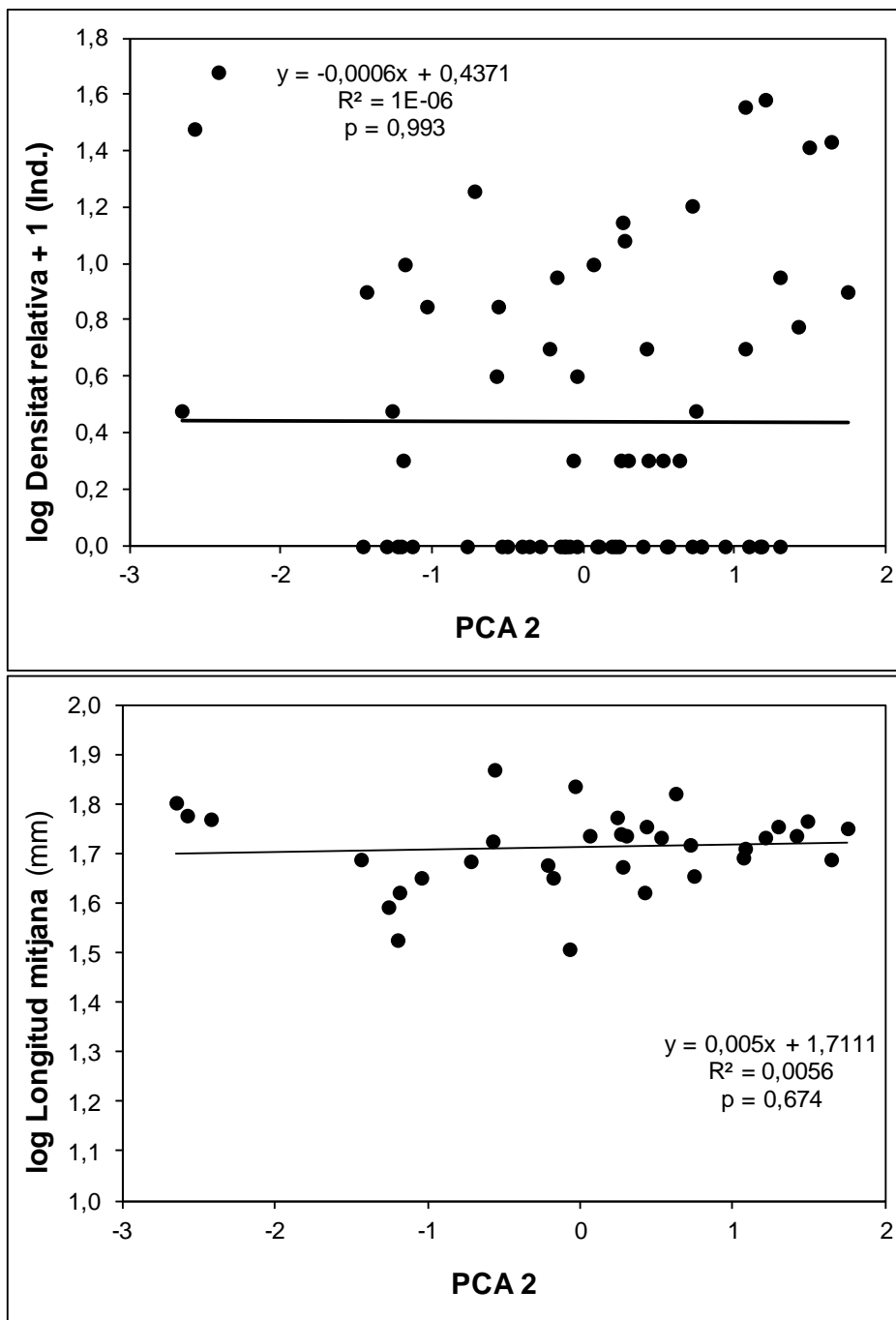


Fig. 5: Relació entre els components de PCA 2 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàïades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàïades (eix y al gràfic de baix) de les microseccions dels rius Ser i Llèmena.

En la figura 5 no s'observa correlació significativa en cap dels dos gràfics, ja que en tots dos casos el p valor és més gran de 0,05.

Taula 2: Correlacions entre les variables ambientals i la densitat de nàiades (esquerra) i la longitud mitjana (dreta) en les microseccions dels rius.

Correlacions		Correlacions	
Variable ambiental vs Densitat nàiades		Variable ambiental vs Longitud mitjana	
Roca mare	-0,094235483	Roca mare	-0,393673203
Blocs i pedres	0,033488804	Blocs i pedres	0,085014873
Còdols i graves	-0,296789595	Còdols i graves	-0,092989099
Sorra	0,118586275	Sorra	-0,005766993
Llims i argila	0,212372842	Llims i argila	-0,012902824
Sediment anòxic	0,018078192	Sediment anòxic	0,275226218
Cobertura arbòria	0,255895772	Cobertura arbòria	-0,317719037
Troncs i branques	0,032427853	Troncs i branques	-0,084672622
Arrels velles	0,267830874	Arrels velles	-0,26210327
Arrels noves	-0,013554625	Arrels noves	-0,19438729
Fullaraca	-0,111334835	Fullaraca	0,167350058
Altres detritus	0,360303409	Altres detritus	-0,060379865
Plòcon	0,001733873	Plòcon	0,235399267
Briòfits	0,272803017	Briòfits	-0,013245214
Pècton	0,110886265	Pècton	0,019814728
Fanerògames+Char	0,100511815	Fanerògames+Charals	0,078761153
Herba	-0,043652967	Herba	0,215439281
Fondària màxima	0,417739899	Fondària màxima	0,08326422
Fondària mitjana	0,41837654	Fondària mitjana	0,10441584
Corrent	-0,241739304	Corrent	-0,029229146
Verticalitat	0,37453309	Verticalitat	-0,038528177
Balma	0,417799094	Balma	-0,041279728

Després de fer un anàlisi de correlacions, en la taula 2 s'ha marcat amb negreta les correlacions significatives (<0,05) i en vermell les molt significatives (<0,01). El que podem dir a continuació, és que existeix correlació entre bastantes variables ambientals (principalment fondària mitjana i màxima, balma, verticalitat i altres detritus) i la densitat de nàiades. Però no passa el mateix amb la longitud mitjana, on només s'observa una correlació negativa una mica significativa entre presència de roca mare i la longitud mitjana de les nàiades.

4.1.2- Anàlisi de microhàbitats en recs:

Taula 3: Matriu de correlacions entre els components principals i les variables originals (les 18 variables ambientals en les microseccions dels recs) extreta de fer un anàlisi de components principals (PCA) amb el programa SPSS.

Matriz de componentes(a)					
	Componente				
	1	2	3	4	5
Roca mare	-0,56888496	0,08338916	-0,15531734	0,28253003	0,32310234
Blocs i pedres	-0,33615501	0,69942449	-0,08732635	0,21409896	0,299191836
Còdols i graves	-0,73238548	0,21069136	-0,14764818	0,22581596	-0,006986347
Sorra	-0,83900478	-0,28641765	0,19043869	-0,08297272	0,159027635
Llims i argila	0,85664724	-0,02542959	0,01344225	0,02605884	-0,113319824
Sediment anòxic	0,93061917	0,12488135	-0,08288941	0,0079992	-0,10408429
Cobertura arbòria	-0,63132596	0,46613586	-0,07397506	-0,41460381	-0,162489361
Troncs i branques	-0,22037467	0,5863794	0,63014144	-0,18285733	0,227529412
Arrels velles	0,61914357	0,14974644	0,0615554	-0,62331766	0,228518654
Arrels noves	0,58596371	-0,21252754	0,18352983	-0,21825583	0,549144676
Fullaraca	0,61589486	0,2293716	0,17469346	-0,42966286	-0,350615507
Pècton	-0,10484331	0,68080982	-0,36467782	-0,20647849	-0,189831368
Fanerògames+Charals	0,64423891	-0,53986887	0,14988998	0,40213301	-0,045267621
Herba	0,25006135	0,17083613	0,81924893	0,07128365	0,309148234
Fondària màxima	0,58499707	0,31680588	-0,59488797	-0,12773663	0,308604001
Fondària mitjana	0,433584	-0,00812309	-0,74163626	0,11267268	0,365582798
Verticalitat	0,53841917	0,60896027	0,15703825	0,44887648	-0,104975683
Balma	0,48431592	0,58424376	0,17308522	0,53836506	-0,090236848

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a 5 componentes extraídos

La taula 3 explica que s'han obtingut 5 components, dels quals només s'ha fet servir els dos primers per fer els gràfics següents, degut a que entre els dos ja s'explica el 50% de la variància acumulada. El component 1 (PCA 1) té una major correlació positiva amb les variables sediment anòxic, lims i argila, arrels velles i noves, fullaraca, fanerògames, fondària màxima i verticalitat. I destaquen també les correlacions negatives amb les variables sorra, còdols i graves, roca mare i cobertura arbòria. Per un altre costat, el component 2 (PCA 2) té una major correlació positiva amb les variables blocs i pedres, pècton, verticalitat i balma. I es veu únicament una correlació negativa amb la variable Fanerògames.

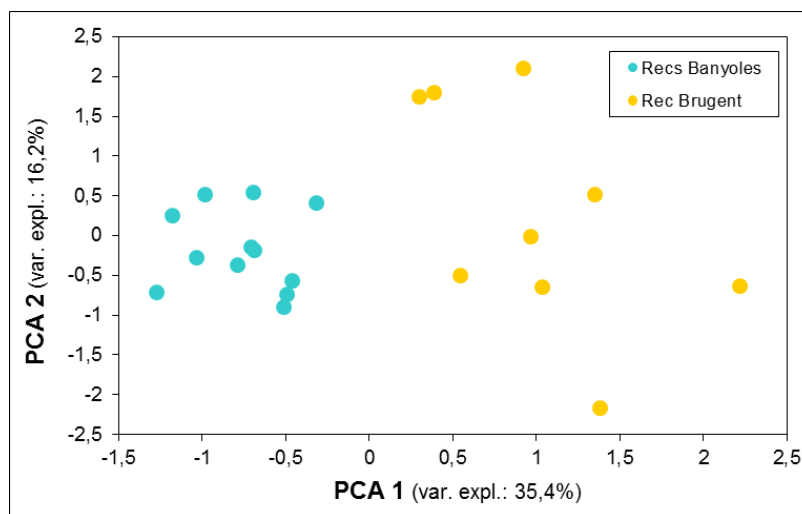


Fig. 6: Microseccions analitzades del rec Brugent (punts grocs) i recs de Banyoles (punts blaus) representats sobre l'eix x (PCA1) i l'eix y (PCA2).

A la figura 6 veiem la representació bidimensional de PCA 1 i PCA 2, i com les microseccions del rec Brugent i dels recs de Banyoles (punts) es distribueixen segons les variables ambientals que hi trobem més presents. L'eix x (PCA 1), és el més rellevant, ja que ens explica el 35,4% de la variància i ens marca més les diferències entre els ambients dels diferents punts. S'observa una separació clara entre les microseccions del Brugent (que es troben a la dreta de l'eix PCA 1) i les dels recs de Banyoles (a l'esquerra de l'eix PCA 1). Per tant es pot afirmar que els punts mostrejats als recs de Banyoles estan compostos de sediment tipus sorra, còdols i graves i roca mare, i hi ha més cobertura arbòria. En canvi els punts del Brugent tenen més sediment anòxic, llims i argila, presència d'arrels velles i noves, fullaraca, fanerògames, més fondària màxima i verticalitat.

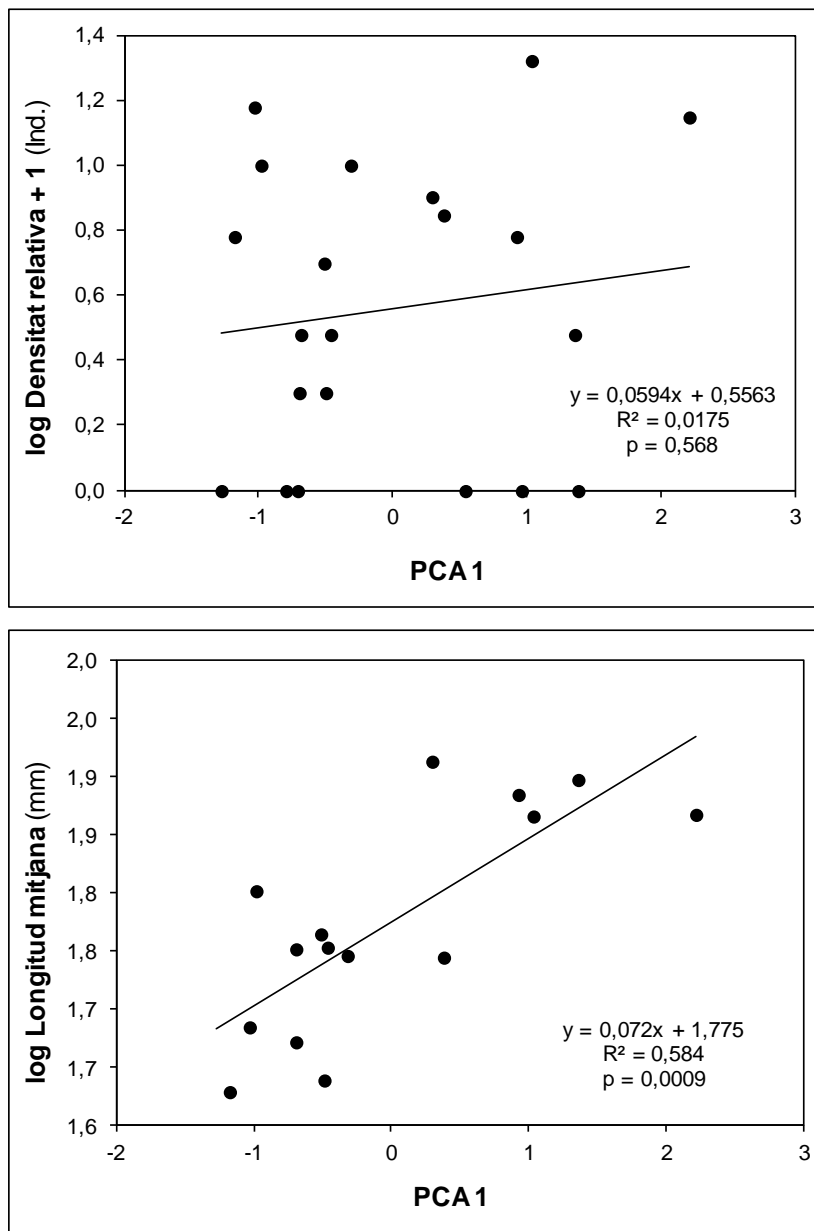


Fig. 7: Relació entre els components de PCA 1 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàïades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàïades (eix y al gràfic de baix) de les microseccions dels recs.

En la figura 7, gràfic de dalt, la línia de tendència marca una major densitat a mesura que ens desplaçem cap a la dreta de l'eix PCA 1, però podem afirmar que no és una correlació significativa degut a que el p valor és 0,568. En canvi en el gràfic de sota podem veure que sí que hi ha correlació molt significativa entre la longitud mitjana de les nàiades i el PCA 1, perquè s'ha obtingut un p valor de 0,0007. Es veu com a mesura que ens desplaçem cap a la dreta de l'eix PCA 1 augmenta la longitud mitjana de les nàiades trobades.

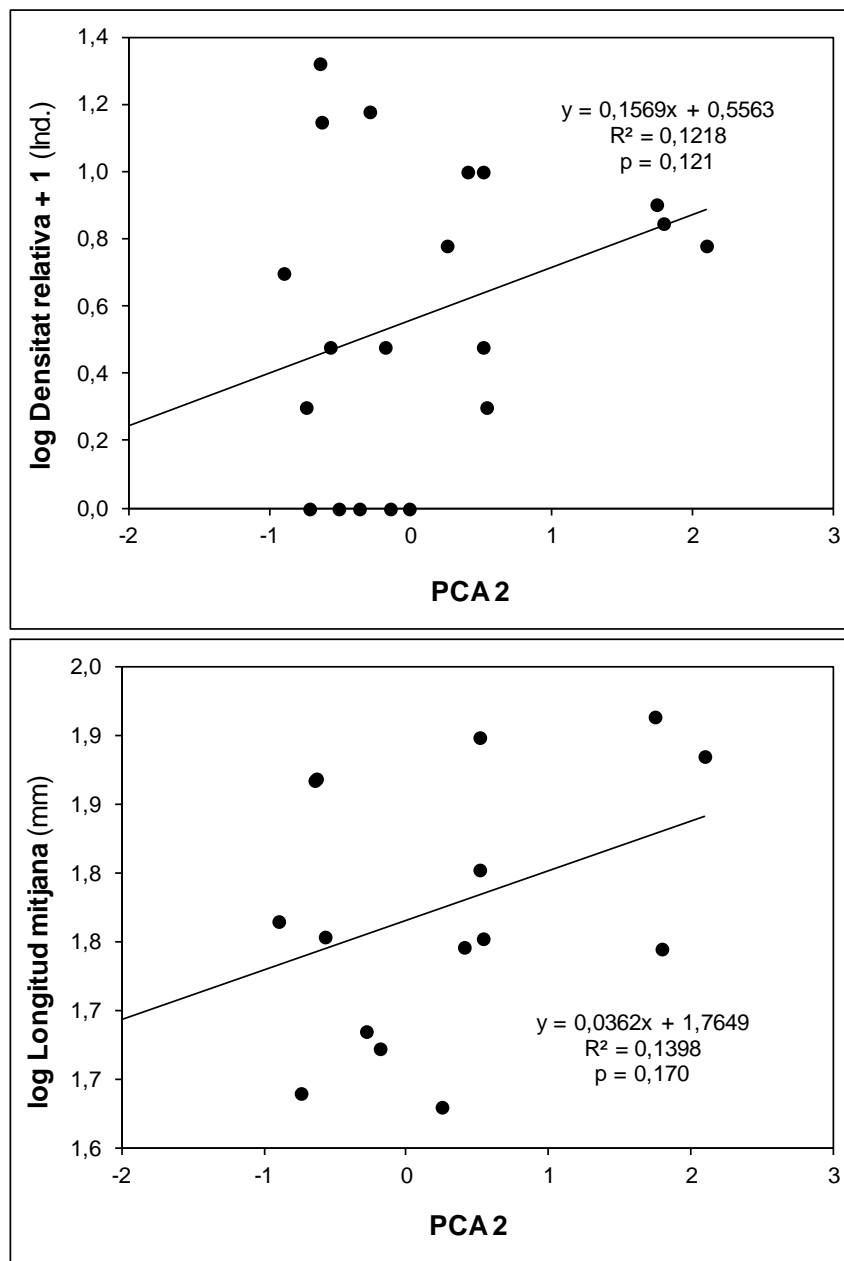


Fig. 8: Relació entre els components de PCA 2 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàiades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàiades (eix y al gràfic de baix) de les microseccions dels recs.

En la figura 8, tot i que s'observen unes línies de tendència molt marcades en tots dos gràfics, no hi trobem correlació significativa entre PCA 2 i densitat relativa, ni entre PCA 2 i longitud mitjana de nàïades. Això es pot afirmar degut a que el valor de p en tots dos casos és major a 0,05.

4.2-Resultats de seccions:

Taula 4: Matriu de correlacions entre els components principals i les variables originals (les 23 variables ambientals en les seccions dels rius) extreta de fer un anàlisi de components principals (PCA) amb el programa SPSS.

Matriz de componentes(a)							
	Componente						
	1	2	3	4	5	6	7
Gorgues	-0,425522577	0,281454786	0,562149987	-0,23661142	-0,119152648	0,104969442	0,172353546
Taules	-0,041103703	-0,045864734	-0,798875923	-0,188111972	0,290520415	0,010291815	-0,017697191
Ràpids	0,546189724	-0,466149015	0,207912706	0,155880157	-0,221665264	0,040983982	0,090800813
Inclusió (en ràpid	0,774517597	0,051143597	-0,296253153	-0,195230203	0,00737599	-0,191855148	0,028601433
Dics naturals	0,435625693	-0,005192522	0,684390833	0,349188603	-0,142432458	-0,148068441	-0,169569219
Sedimentació	0,730659359	0,081635002	-0,07241679	-0,030516725	0,325664428	0,242192674	-0,029532065
Roca mare	0,31546849	0,129737623	0,771384326	-0,209801631	0,347303327	-0,135410969	-0,074922965
Blocs i pedres	-0,192320663	-0,406185482	-0,484069979	0,12274532	-0,326400699	0,074826039	0,48816631
Còdols i graves	-0,067414906	0,205422092	-0,466021184	0,547288846	-0,012951563	0,097126428	-0,487308179
Sorra	-0,388341862	0,533707135	-0,301706609	0,171095031	0,07822494	0,308619341	-0,030155491
Llims i argiles	-0,089076634	0,579552662	-0,055985916	-0,614584232	-0,025406675	0,091975489	0,057260758
Cobertura arbòri	-0,07046347	0,241842441	0,332107819	0,658293188	-0,002007975	0,183223541	0,322209395
Fullaraca	0,617339784	0,2483676	-0,192050292	-0,056965998	-0,121951456	0,224891972	0,347238014
Troncs i branque:	0,043856695	0,325296669	-0,044367666	0,450920179	0,489670964	-0,308299012	0,054396326
Arrels	-0,113532592	0,588912641	-0,105832239	0,339578929	-0,347101775	-0,343158166	0,182307799
Plòcon	-0,619972371	-0,304871141	0,035304277	-0,195460853	0,215891959	-0,293385636	-0,107600327
Briòfits	-0,537372919	-0,383206067	0,323601781	-0,027307059	0,169075847	0,084814357	0,334122016
Pècton	-0,782842129	-0,184754689	0,142262681	0,026223119	0,055820698	0,131393797	-0,044207761
Fanerògames	0,232100396	0,241978108	-0,05166262	0,104521703	0,73393192	-0,015186698	0,381159492
Helòfits	0,352249724	-0,226305494	0,221645881	0,045268228	0,036640973	0,705580916	-0,159391207
Fondària màxima	-0,002784224	0,868551384	0,11886471	-0,210088972	-0,13822314	0,132181197	-0,028669585
Fondària mitjana	-0,033124731	0,861217795	0,083317038	-0,052042248	-0,195181371	-0,059895077	-0,007287488
IHF	-0,654391784	0,213306803	0,05642536	0,139500915	0,232030391	0,27645071	-0,071229096

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
a 8 componentes extraídos

La taula 4 explica que s'han obtingut 7 components, dels quals només s'ha fet servir els dos primers per fer els gràfics que venen a continuació, degut a que entre els dos ja s'explica més del 30% de la variància acumulada, que és prou significatiu. El component 1 (PCA 1) té una major correlació positiva amb les variables inclusió en ràpids, sedimentació i fullaraca. Destaquen també les correlacions negatives amb les variables plòcon, pècton i IHF.

En canvi el component 2 (PCA 2) té una major correlació positiva amb les variables fondària màxima i mitjana, sobretot, i presència d'arrels, lims i argiles i sorra. Mostra una correlació negativa poc significativa amb les variables ràpids i blocs i pedres.

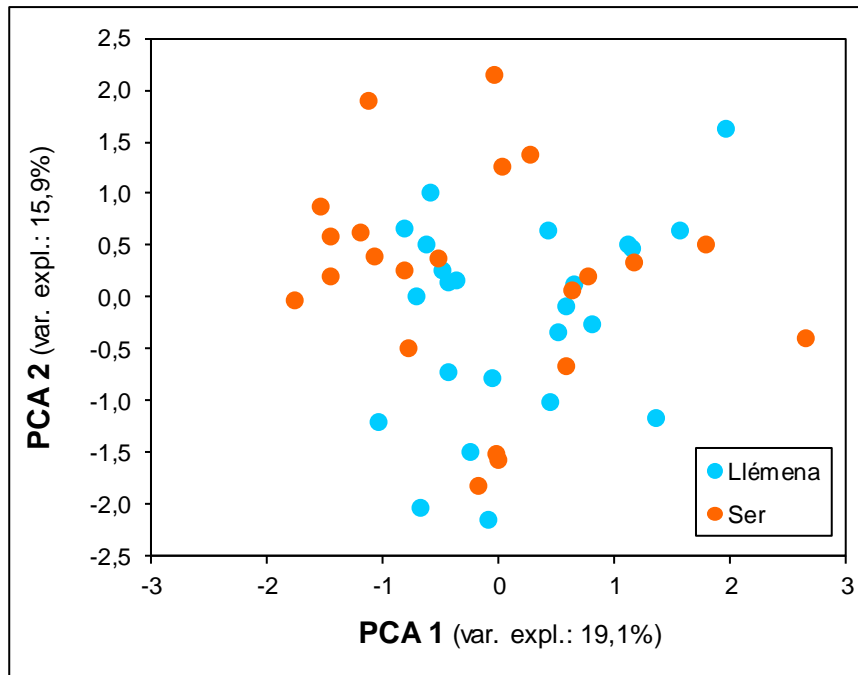


Fig. 9: Seccions analitzades dels rius Ser (punts taronges) i Llémena (punts blaus) representats sobre l'eix x (PCA1) i l'eix y (PCA2).

A la figura 9 veiem la representació bidimensional de PCA 1 i PCA 2, i com les seccions del Llémena o del Ser (punts) es distribueixen segons les variables ambientals que hi trobem més presents. L'eix x (PCA 1), és el més rellevant, ja que ens explica el 19,1% de la variància i ens marca més les diferències entre els ambients dels diferents punts. Es pot veure que tots els punts del Ser i Llémena estan repartits de forma més o menys homogènia per tot el gràfic, i que per tant trobem seccions molt diferents entre si en tots dos rius.

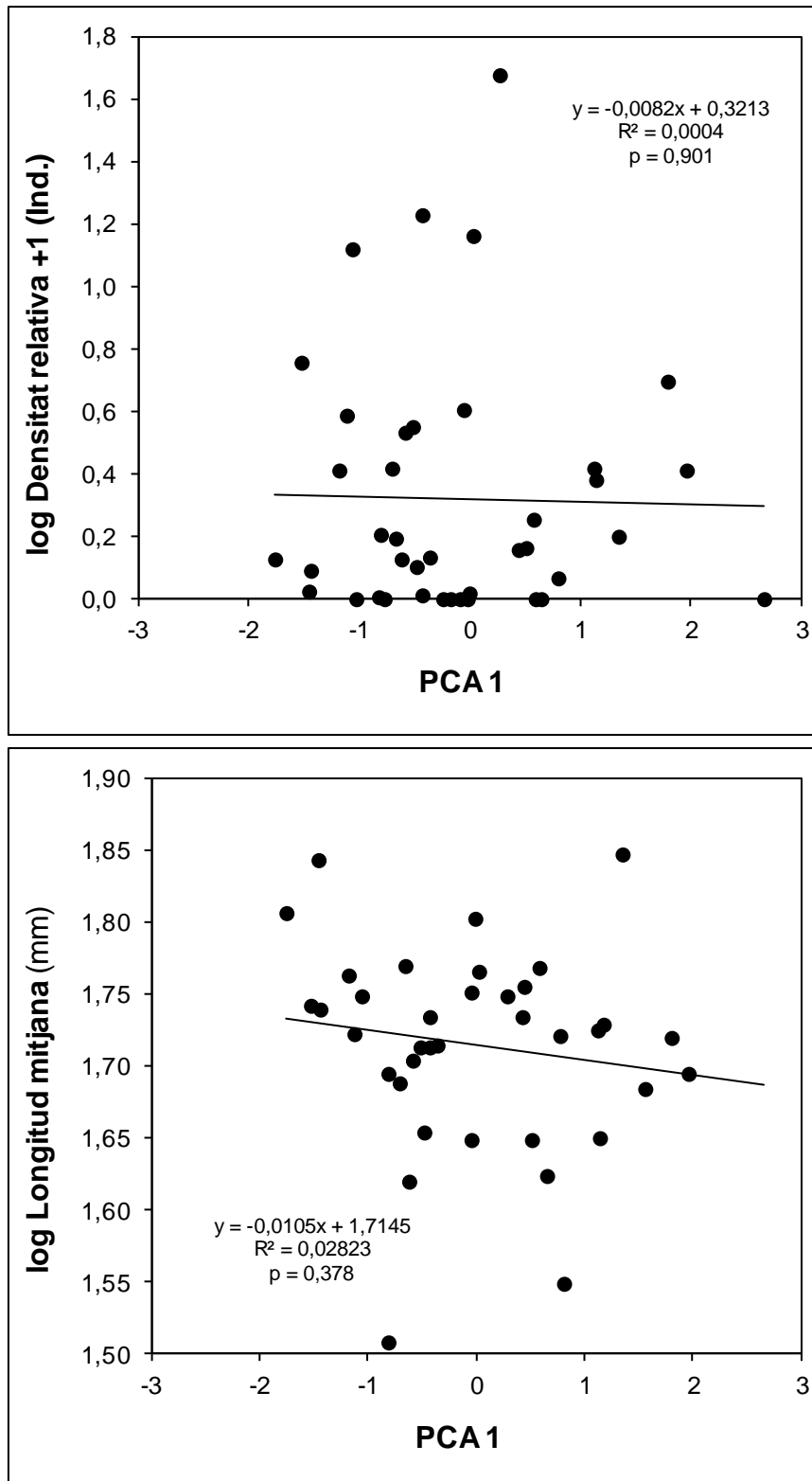


Fig. 10: Relació entre els components de PCA 1 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàiades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàiades (eix y al gràfic de baix) de les seccions dels rius Ser i Llèmena.

No s'observa cap correlació significativa entre la PCA 1 i la densitat o longitud mitjana de nàiades, degut a que en tots dos casos el p valor és major a 0,05.

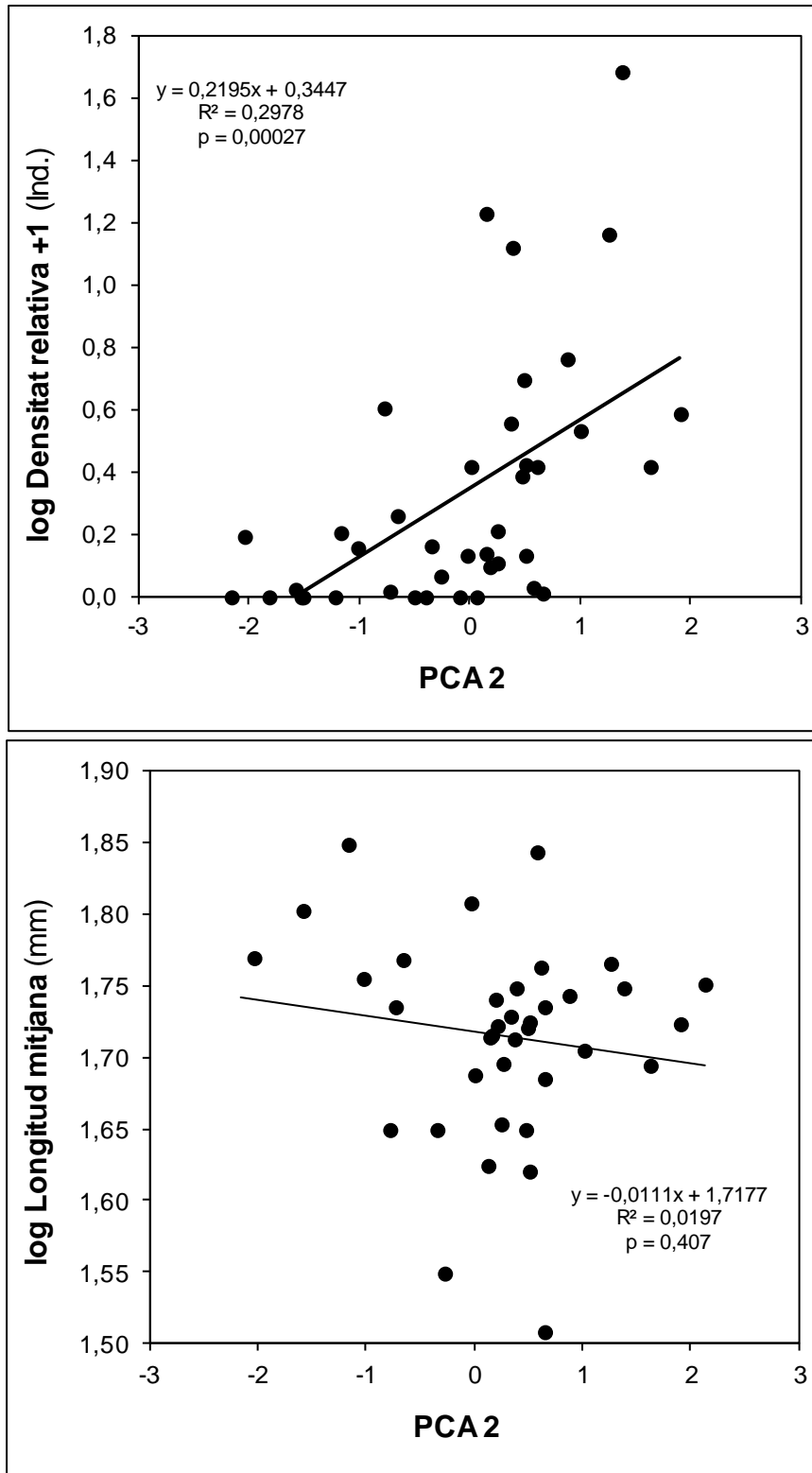


Fig. 11: Relació entre els components de PCA 2 (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàïades +1 (eix y al gràfic de dalt) i el logaritme de la longitud mitjana de les nàïades (eix y al gràfic de baix) de les seccions dels rius Ser i Llémena.

En aquesta figura, al gràfic de dalt hi observem una correlació molt significativa entre el PCA 2 i la densitat relativa, ja que a mesura que ens desplacem cap a la dreta de l'eix x augmenta la

densitat relativa de nàiades. És una correlació molt significativa perquè el p valor, és igual a 0,00027 (més petit que 0,01). En canvi en el gràfic de baix, tot i que sembla que la longitud disminueix a mesura que ens desplaçem cap a la dreta de l'eix x, no podem dir que existeix correlació significativa entre el PCA 2 i longitud mitjana, perquè el p valor és més gran de 0,05.

Taula 5: Correlacions entre les variables ambientals i la longitud mitjana (esquerra) i la densitat de nàiades (dreta) en les seccions dels rius.

Correlacions		Correlacions	
Variable ambiental vs. Log longitud mitjana		Variable ambiental vs. Log Densitat nàiades	
Gorgues	0,313114966	Gorgues	0,013019955
Taules	0,001175467	Taules	0,058700493
Ràpids	-0,16209033	Ràpids	-0,05394497
Inclusió (en ràpids)	-0,100163537	Inclusió (en ràpids)	0,05127196
Dics naturals	-0,362186435	Dics naturals	-0,110693451
Sedimentació	-0,033264005	Sedimentació	0,026959984
Roca mare	-0,037975046	Roca mare	-0,082275909
Blocs i pedres	0,298621103	Blocs i pedres	-0,059930928
Còdols i graves	-0,328422276	Còdols i graves	0,056171974
Sorra	-0,042785357	Sorra	0,291451635
Llims i argiles	0,181333583	Llims i argiles	0,534100934
Cobertura arbòria	-0,197442492	Cobertura arbòria	0,258390616
Fullaraca	-0,005239705	Fullaraca	0,236086905
Troncs i branques	-0,170823179	Troncs i branques	0,092983402
Arrels	-0,2164993	Arrels	0,515307876
Plòcon	0,179687343	Plòcon	-0,189584715
Briòfits	0,241976192	Briòfits	-0,133936041
Pècton	0,021122359	Pècton	-0,09421108
Fanerògames	-0,097051975	Fanerògames	0,021590566
Helòfits	0,173195637	Helòfits	-0,208923051
Fondària màxima	0,013284525	Fondària màxima	0,469629602
Fondària mitjana	-0,070641151	Fondària mitjana	0,510511503
IHF	-0,129938527	IHF	0,170042233

En aquesta taula 5, veiem que, igual que passava en les microseccions del Ser i Llémena, torna a haver correlació entre algunes de les variables ambientals i la densitat de nàiades. En aquest cas, però les variables que tenen una major correlació són: presència de llims i argiles, d'arrels, major fondària mitjana i fondària màxima (ordenades de més a menys).

Per altra banda només trobem correlació negativa significativa entre les variables ambientals presència de dics naturals i còdols i graves, i la longitud de les nàiades.

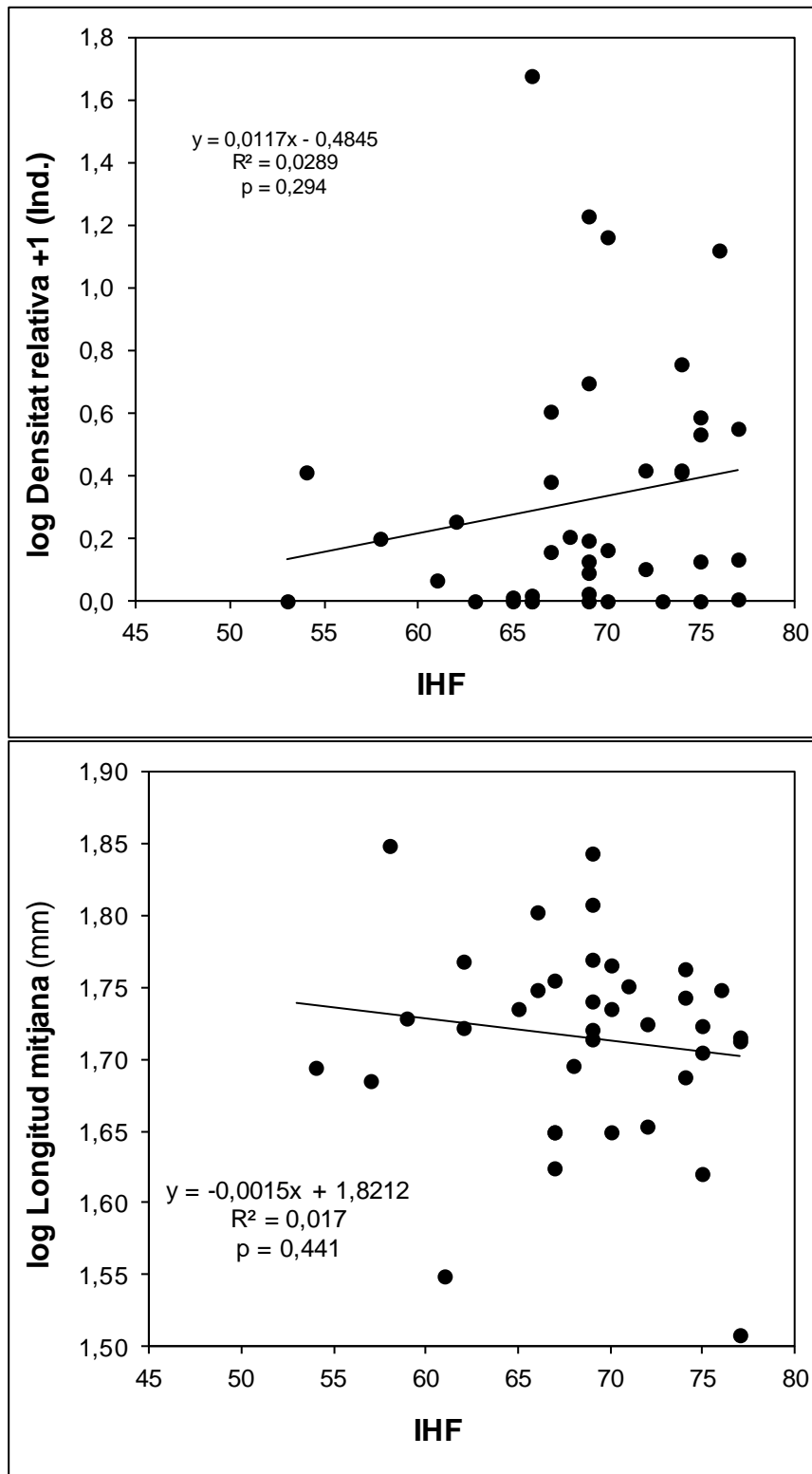


Fig. 12: Correlació entre l'índex IHF (eix x) i el logaritme de la densitat relativa de nàïades +1 (a dalt) i el logaritme de la longitud mitjana (a baix) en les seccions fetes als rius Ser i Llémena.

En la figura 12, tot i no haver correlació significativa en cap dels dos gràfics perquè el p valor és més gran que 0,05, s'observa una tendència en el gràfic de dalt, on totes les seccions (punts) que tenen una densitat més elevada es troben en un valor de IHF també més gran. I en canvi

en els valors de IHF més petits de 65, només hi trobem seccions amb una baixa densitat de nàiades. La figura 12 (inferior) mostra que la majoria de seccions presenten longituds mitjanes compreses entre 1.60 i 1.80. Per a valors de IHF inferiors a 60, només apareixen individus amb longituds mitjanes elevades, superiors a 1.65.

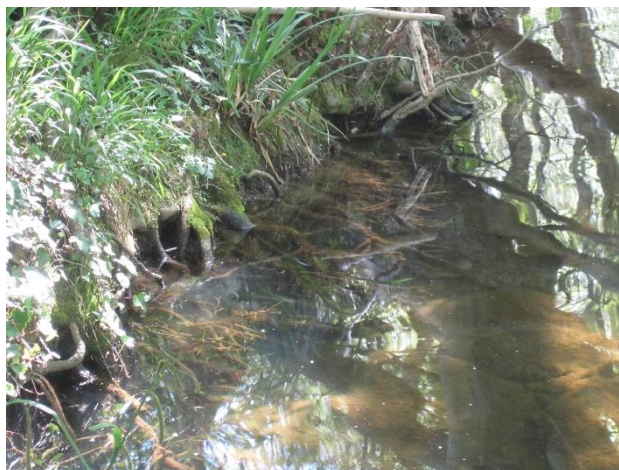
5- DISCUSSIÓ

Amb els resultats obtinguts en l'estudi dels microhàbitats s'ha observat que en els canals/recs la longitud mitjana de les nàiades que s'hi troben és més alta que en els rius (fig.1). Més longitud significa una major edat dels individus, per tant tindriem poblacions de més edat en els canals que en els rius. Això pot ser degut a que en els canals o recs normalment sempre hi trobem aigua i no hi ha l'efecte negatiu d'algunes causes naturals com: les grans avingudes que es donen en els rius en les èpoques de fortes pluges, que poden arrossegar les nàiades riu avall, o la sequera que pot haver en els mesos d'estiu.

Podem afirmar que les nàiades es troben gairebé sempre als marges fluvials, evitant les zones del centre, que queden desprotegides. I només en algun cas, com al canal del Brugent, en trobem al centre (fig.2).

L'estudi dels rius Ser i Llémena s'ha fet de forma conjunta tot hi trobar-hi espècies diferents, perquè tant *U.mancus* com *U.ravoisieri* són pràcticament idèntiques tant externament com en l'hàbitat en les quals es troben. Es pot confirmar veient les figures 3 i 9, on es veu que tots dos rius tenen un hàbitat molt semblant i amb seccions molt heterogènies. A part, amb la figura 4 i 10, se sap que existeix correlació significativa entre el logaritme de la densitat relativa +1 i la PCA1. És per això que es pot afirmar que en tots dos rius, les estacions (secció o microsecció) on existeix una major densitat de nàiades, són aquelles compostes bàsicament per: un sediment fi compost principalment per llims i argiles o sorra, amb punts on hi ha una fondària màxima elevada (poden ser útils en les èpoques de sequera), una fondària mitjana també més gran, i amb marges fluvials que presenten major verticalitat i balma (ofereix refugi a les nàiades) i hi ha presència d'arrels velles que queden descobertes, i que per tant també ofereixen protecció a les nàiades. Amb la taula 2, a part es pot afirmar que hi ha menys densitats de nàiades en zones amb un sediment més gros, compost per còdols i graves, segurament perquè els hi suposa una major dificultat alhora d'enterrar-se.

Pel que fa a la longitud, no s'ha observat cap correlació significativa a l'hora d'estudiar aquests dos rius.



Imatge 3: Exemple de microhàbitat amb presència de balma i arrels. Font: Consorci de l'Estany

En l'estudi dels microhàbitats dels canals del Brugent i recs de Banyoles, ha passat el contrari que als rius. S'ha obtingut una correlació positiva entre la longitud mitjana de les nàiades i un determinat hàbitat (compost per llims i argila i sediments anòxics, amb presència d'arrels velles i noves, fullaraca i fanerògames, i amb major fondària màxima i verticalitat), però no s'ha obtingut correlació amb la densitat de nàiades (veure fig. 7). Aquests resultats però, no són del tot fiables, ja que com es veu en la figura 6 els recs de Banyoles (a la part esquerra de l'eix PCA 1) i el del Brugent (a la dreta de l'eix PCA 1), queden clarament separats, i es pot afirmar que són 2 hàbitats molt diferents entre ells. El de Banyoles és un hàbitat amb molta presència de roca mare, còdols i graves, sorra i cobertura arbòria. I en canvi el del Brugent està compost principalment per llims i argila, sediments anòxics, arrels velles i noves, fullaraca, fanerògames, fondària màxima i verticalitat. Per tant, l'únic que es pot afirmar és que les poblacions del Brugent són més velles (més longitud mitjana) que les dels recs de Banyoles.

Per acabar (en la fig. 12), s'ha vist que en les seccions en les quals l'índex IHF és baix (menys de 65), només s'hi troben petites densitats de nàiades. I en canvi les poblacions amb gran densitat de nàiades només existeixen quan aquest índex és més elevat, tot i que no es pot afirmar que hi hagi correlació, ja que no és prou significativa. Amb la longitud s'ha vist el contrari: disminueix una mica a mesura que augmenta l'IHF, però tampoc hi ha correlació. Això pot significar que en rius menys complexos o més deteriorats difícilment hi trobem una població reproductora (és a dir que no trobem juvenils).

6- CONCLUSIONS

Studies on the river Ser and Llémena show that there is a clear relationship between the density of naiads and environmental variables: average depth, maximum depth, presence of roots, presence of silt and clay (sediments), verticality and cave. However there is no significant relationship with the average length of naiads and environmental parameters.

The analysis shows that most sections with lots of naiads are in environments with more maximum depth, average depth, presence of roots and sediment composed of silt and clay and sand basically. But the variables that are really outweigh are the presence of silt and clay, roots, higher average and maximum depth.

But in the study of more specific micro-sections, most density is on those who have more maximum depth and average depth, old roots, silt and clay, verticality and cave. But with the analysis of correlations is that the variables that are really outweigh are the maximum depth and average depth, the presence of verticality, cave and other detritus. And less weight in the presence of bryophytes, old roots and tree cover. And a negative correlation with the presence of pebbles and gravel.

In the study of micro-sections made to Brugent and in ditches of Banyoles, it has been detected a greater average length of naiads in environments with silts and clays, anoxic sediment, old and new roots, leaves, flowering plants, maximum depth and verticality. Although we cannot say that all ditches works the same for several reasons:

- The Two canals are quite different, as the Brugent is more naturalized and the ones in Banyoles are in the middle of the city, have been channeled with concrete walls, which are carried out actions dredging, clearing, or even could be that there was dumping of waste.
- The presence of naiads in ditches may vary depending on the management adopted.
- The number of samples taken is too small. Should be a larger study with more canals or ditches.

Finally, despite not having obtained a significant correlation with the IHF index and naiads density or medium length, it has been observed a relationship, which is seen as low IHF, density always meeting is low, and points with higher densities are habitats with high IHF.

This work opens the possibility of research and deepening about the relationship of the naiads and the environment. One of the proposed activities is to supplement it with the study of the QBR index, which would determine the relationship between the state of riparian forest and naiads. It is suggested from the presence of roots (mostly alder) are a key point in the density of naiads, so knowing that the alder grove is usually a riparian forest quality, this suggests that there could be a relationship between density of naiads and QBR index.

7- BIBLIOGRAFIA

- ACA. 2005. HIDRI: Protocols per a la valoració de la qualitat hidromorfològica dels rius. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Barcelona.
- ALTABA, C. R. 1991. Les nàiades (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) dels Països Catalans. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural, 60(Secció de Zoologia, 9): 23-44.
- ARAUJO, R., GÓMEZ, I. & MACHORDOM, A. 2005. The identity and biology of *Unio mancus* Lamarck, 1819 (= *U. elongatulus*) (Bivalvia: Unionidae) in the Iberian Peninsula. *Journal of Molluscan Studies*, 71(1): 25-31.
- ARAUJO, R., REIS, J., MACHORDOM, A., TOLEDO, C., MADEIRA, M.J., GÓMEZ, I., VELASCO, J.C., MORALES, J., BAREA, J.M., ONDINA, P. & AYALA, I. 2009. Las náyades de la península Ibérica. *Iberus*, 27(2): 7-72
- ALBA, D., TARRUELLA, A., PRATS, L., GUILLÉN, G., & CORBELLA, J. 2011. Nova llista actualitzada dels mol·luscos continentals de Catalunya. *Spira* 4(1-2), 39-69.
- BOGAN, E. 2008. Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 139-147.
- BRIM BOX, J. Et al. 2006. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) of the Umatilla and Middle Fork John Day rivers in eastern Oregon. *Northwest Science* 80:95-107.
- FASSATOUI, C., B. REJEB, A., & SALAH, M. 2014. Geographic pattern of shell morphology in the endemic freshwater mussel *Unio ravoisieri* (Bivalvia: Unionidae) from northern Tunisia. *J. Mollus. Stud.* 81 (1): 152-160
- FALKNER, G., T.E.J. RIPKIN & Falkner, M. 2002. Mollusques Continentaux de France: Liste de Référence Annotée et Bibliographie. *Patrimoines Naturels* 52: 350.
- GRAF, D. & CUMMINGS, K. 2006. Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). *Journal of Molluscan Studies*, 73: 291-314.
- KHALLOUFI, N., TOLEDO, C., MACHORDOM, A., BOUMAÏZA, M., & ARAUJO, R. 2011. The Unionids of Tunisia: Taxonomy and phylogenetic relationships, with redescription of *Unio ravoisieri* DESHAYES, 1847 and *U. durieui* DESHAYES, 1847. *Journal of Molluscan Studies* 77: 103-115
- NEGUS, C.L. 1966. A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the River Thames at Reading. *Journal of Animal Ecology*, 35: 513-532.
- POU, Q. 2004. Ecologia demogràfica de la perca americana (*Micropterus salmonoides*) a l'estany de Banyoles. Tesi doctoral. Universitat de Girona.
- POU, Q., FEO, C., ARAUJO, R., CAMPOS, M., BOIX, D. 2011. Estat de conservació de les nàiades al Baix Ter. VII Beques de Recerca Joan Torró i Cabratosa.

SIMPSON, C. T. 1900. Synopsis of the naiades or pearly fresh-water mussels. Proceedings of the United States National Museum, 22 (1205): 501-1044

STRAYER, D.L., CARACO, N.F., COLE, J.J., FINDLAY, S. & PACE, M.L. 1999. Transformation of freshwater ecosystem by bivalves. BioScience, 49: 19-27

VAUGHN, C.C., NICHOLS, S.J. & SPOONER, D.E. 2008. Community and foodweb of freshwater mussels. Journal of the North American Benthological Society, 27: 409-423.

WATTERS, G.T. 2001. The evolution of the Unionacea in North America, and its implications for the worldwide fauna. A: BAUER, G. & WACHTLER, K. (coords.). Ecology and Evolution of the freshwater mussels Unionoida. Ecological Studies, 145: 281-307. Springer-Verlag, Berlin.

ZIERITZ, A., GUM, B., KUEHN, R. & GEIST, J. Identifying freshwater mussels (Unionoida) and parasitic glochidia larvae from host fish gills: a molecular key to the North and Central European species. Ecol Evol. 2012 Apr;2(4):740-50

Pàgines web:

Consortri de l'Estany. El Consorci. Recuperat 01 de juny de 2015 des de:

<http://www.consorcidelestany.org/index.php?consorci>

Life Potamo fauna. Objectius. Recuperat 15 de juny de 2015 des de:

<http://www.lifepotamofauna.org/ca/>

Life Potamo fauna. Actualitat. Recuperat 21 de juny de 2015 des de:

<http://www.lifepotamofauna.org/ca/actualitat/noticies/2014/12/01/conservacio-de-les-naiades-a-les-conques-dels-rius-ter-i-fluvia>