

# Diagnosi de les poblacions de peixos i dels seus hàbitats a l'espai natural de l'Alta Garrotxa

QUIM POU-ROVIRA <sup>1</sup>, DOLORS FERRER <sup>1</sup>, ELOI CRUSET <sup>1</sup>, SARA SÀNCHEZ <sup>2</sup> & ROGER ARQUIMBAU <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sorelló, estudis al medi aquàtic. Plaça de St. Pere 15 baixos, 17007 Girona

<sup>2</sup> Consorci de l'Alta Garrotxa. Rectoria de Sadernes, Sadernes 17855 Girona

quim.pou@sorello.net

Rebut: 26.02.2013  
Acceptat: 23.10.2013

## RESUM

La potencialitat natural dels rius de l'Alta Garrotxa per a sostenir poblacions íctiques estables és molt variable espacialment, i a més s'observa una alta fragmentació natural d'aquestes poblacions. El conjunt de l'àrea manté poblacions de 5 espècies autòctones de peixos, que es troben en regressió tant a escala de conca com nacional: barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), bagra (*Squalius laietanus*), truita (*Salmo trutta*), baró (*Phoxinus septimaniae*) i anguila (*Anguilla anguilla*). La presència d'espècies introduïdes és encara mínima, tot i que actualment els grans rius de l'entorn d'aquesta zona acullen poblacions d'almenys 15 peixos exòtics. La densitat relativa i longitud mitjana de l'espècie més abundant, el barb de muntanya, es correlaciona positivament amb l'estructuració de l'hàbitat. S'ha elaborat una cartografia de trams d'interès per als peixos en base a l'estat actual de la comunitat íctica i de les poblacions de barb de muntanya.

**Paraules clau:** peixos continentals, hàbitats fluvials, Alta Garrotxa, poblacions fragmentades, *Barbus meridionalis*.

## Abstract

The natural potential of the rivers of L'Alta Garrotxa to sustain stable fish populations varies spatially and a high fragmentation of these populations has been observed. The area still has populations of five native species of fish that are in decline at both national and regional scales: Mediterranean barbel (*Barbus meridionalis*), Catalan chub (*Squalius laietanus*), Brown trout (*Salmo trutta*), Languedoc minnow (*Phoxinus septimaniae*) and Eel (*Anguilla anguilla*). The presence of introduced species is still very low,

although currently the main rivers in this area host at least 15 alien species of fish. The relative density and average length of the most abundant species, the Mediterranean barbel, is positively correlated with the structure of the habitat. A map of river sections with interest for fish has been drawn up on the basis of current knowledge of the state of fish communities and Mediterranean barbel populations.

**Keywords:** continental fish, fluvial habitats, Alta Garrotxa, fragmented populations, *Barbus meridionalis*.

## INTRODUCCIÓ

La xarxa fluvial de l'Alta Garrotxa manté en conjunt una bona qualitat ecològica. Això explica que s'hi conservin poblacions de totes les espècies de peixos que integren el poblament íctic potencial (MORENO-AMICH *et al.*, 1996; ÀLVAREZ *et al.*, 2008; CLAVERO *et al.*, 2008). Aquest fet resulta de notable transcendència donat el procés de regressió general al qual es troben sotmesos els poblaments de peixos autòctons d'aigua dolça a Catalunya, i més en concret a les conques del nord-est (DOADRIO, 2001; SOSTOA *et al.*, 2003; POU *et al.*, 2007).

Tanmateix, fins fa poc tan sols es tenia un coneixement molt somer de l'estat d'aquestes poblacions. Aquest estudi aporta informació detallada sobre l'estat de conservació dels peixos autòctons a l'EIN de l'Alta Garrotxa i entorns immediats, obtinguda mitjançant una campanya intensiva de mostrejos als seus principals cursos fluvials. Alhora, també s'ha recollit informació sobre l'estat i l'estructura dels seus hàbitats, a fi d'aclarir els factors que expliquen la seva situació actual, i dur a terme una diagnòsi global de la situació de les poblacions de peixos de la zona.

Font de variació		Densitat relativa (CPUE)			Longitud mitjana		
		F	gl	p	F	gl	p
	Model	10,475	6	<0,001	9,352	6	<0,001
	Intersecció	2,986	1	0,085	5,125	1	0,024
Factor	Corrent	4,333	2	0,014	11,165	2	<0,001
Variables independents	Profunditat de la trampa	9,409	1	0,002	10,314	1	0,001
	Profunditat màxima del tram	6,323	1	0,012	0,837	1	0,361
	Índex d'hàbitat fluvial (IHF)	2,857	1	0,092	3,659	1	0,057
	Altitud	18,725	1	<0,001	29,334	1	<0,001

TAULA 1: Anàlisi de la Covariància (ANCOVA) de la densitat relativa i la longitud mitjana per trampa pel barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), on s'ha introduït el factor corrent (tres nivells: alt, baix i nul) i 4 variables de l'hàbitat fluvial. Totes les variables han estat transformades logarítmicament. S'han extret els casos en què la CPUE era nul·la.

## MATERIAL I MÈTODES

Les tasques de camp, desenvolupades durant l'estiu del 2009, han tingut dues vessants: per una banda l'avaluació i prospecció de les poblacions de peixos, i per l'altra l'avaluació dels hàbitats aquàtics fluvials. Pel que fa als hàbitats fluvials, s'han dut a terme fins a 82 punts d'avaluació distribuïts per la xarxa fluvial de l'Alta Garrotxa (TAULA 1). En cada punt d'avaluació dels hàbitats s'han mesurat 24 variables quantitatives i qualitatives descriptives dels hàbitats aquàtics, a fi de realitzar una caracterització hidromorfològica general. Aquesta caracterització ha permès calcular posteriorment el valor de l'IHF (Índex d'Hàbitat Fluvial) (ACA, 2005). Aquest índex valora el grau de complexitat dels hàbitats aquàtics fluvials en una escala del 0 al 100. A més a més, en totes les estacions s'han mesurat diverses variables físico-químiques de l'aigua (conductivitat, temperatura, pH i concentració d'oxigen dissolt). Arreu on s'ha accedit a un curs, s'han identificat i registrat també els principals impactes antropogènics visibles sobre aquests hàbitats. Només s'ha dut a terme l'avaluació dels hàbitats aquàtics a les estacions que en el moment de la visita tenien cabal superficial, o, si més no, gorgues inundades aïllades. Tanmateix, i de cara la caracterització hidromorfològica de la xarxa fluvial, s'han registrat també tots els punts o trams visitats en què la llera estava completament seca (al voltant de 50 localitats addicionals). Aquesta caracterització, finalment, s'ha fet per trams aproximadament homogenis pel que fa a llur hidromorfològia.

El mostreig per a l'avaluació i prospecció de les poblacions de peixos, s'ha dut a terme mitjançant un mètode captura de peixos passiu. Concretament s'han utilitzat barbols de dues morts o embuts, amb llum de malla petita (4 mm), i amb una única vela frontal de 1 m de longitud i 0,45 m d'altura. S'han calat entre 4 i 8 trampes per estació, en funció de les seves característiques morfològiques, deixant-les al riu 24 hores, aproximadament.

El poblament íctic s'ha avaluat mitjançant l'ús d'un índex relatiu de densitat (captures per unitat d'esforç, CPUEs). Aquest índex permet la comparació de densitats entre localitats, sense necessitat de conèixer el valor absolut d'aquest paràmetre. Als resultats del mostreig amb trampes s'han expressat les CPUEs amb unitats de ind./trampa dia. En total s'han fet mostres amb captura de peixos en un total de 63 estacions distribuïdes pels principals cursos fluvials de la zona amb una certa probabilitat d'acollir peixos.

Tots els peixos capturats han estat identificats, mesurats i finalment retornats vius al medi. A cada localitat de mostreig també se ha pesat una submostra de les captures (100 exemplars per espècie, com a mínim). A més, s'ha procurat determinar el sexe, sempre que ha estat possible, mitjançant inspecció externa de la morfologia. L'avaluació de les poblacions de peixos s'ha completat amb una aproximació indirecta a l'estructura demogràfica a partir de l'anàlisi de les estructures biomètriques de les mostres (BRUSLÉ & QUIGNARD, 2001).

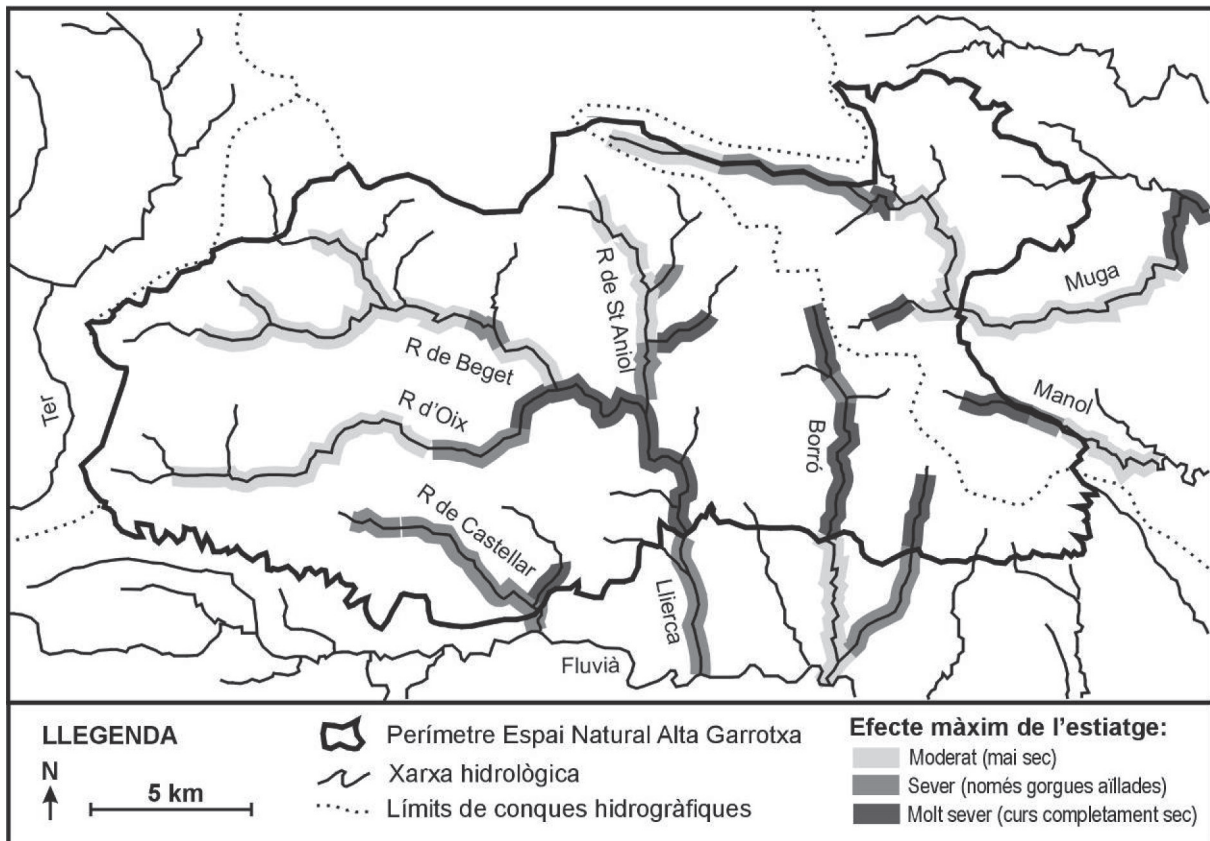


FIGURA 1: Efecte màxim de l'estiatge, per trams, a la xarxa hidrològica principal de l'Alta Garrotxa.

## RESULTATS

### Els hàbitats fluvials

Els cursos fluvials de l'Alta Garrotxa presenten una forta tendència natural a esdevenir intermitents, amb amplis trams gairebé sempre secs, alternats per trams amb un cabal molt regular degut a la surgència constant d'aigua subterrània. S'ha dut a terme una aproximació al funcionament hidrològic per tram (FIGURA 1), basada en l'efecte de l'estiatge sobre els cursos fluvials, mitjançant un índex qualitatiu d'estiatge que incorpora tres únics nivells suficients per a dur a terme una caracterització general inicial de la potencialitat de l'hàbitat pels peixos:

- I) **Estiatges moderats**, tot o la major part del tram no s'eixuga mai.
- II) **Estiatges severos**, durant una època de l'any de durada variable el tram s'eixuga parcialment restant sovint només gorgues aïllades.
- III) **Estiatges molt severos**, durant una època de l'any de durada variable tot el tram s'eixuga completament.

Els valors assolits mitjançant l'aplicació de l'IHF es poden considerar entre mitjans i molt alts, sense que

cap hagi resultat inferior a 50, i amb la majoria situats per sobre de 60. Val a dir que el valor resultant d'aquest índex pot ser baix degut a les característiques naturals d'un riu, sense que això comporti necessàriament que estigui afectat per impactes antròpics.

La medició d'algunes variables físico-químiques de l'aigua, a totes les estacions de mostreig de peixos, ha permès constatar – per bé que només puntualment – que la qualitat de l'aigua era bona o molt bona a totes les estacions. Els valors de conductivitat de l'aigua són els propis de rius amb una influència de la litologia calcària, tot i que amb notables variacions d'una zona a l'altra. En general s'observa una menor conductivitat cap al sector occidental, i un fort augment al sector sud-oriental. En concret, els valors màxims observats es situen al riu Borró, fet atribuïble a una major concentració de carbonats i sulfats. Pel que fa a la concentració d'oxigen dissolt, els valors obtinguts han estat sempre propers al punt de saturació.

Els principals impactes antròpics observats tenen, en general, una incidència molt localitzada en punts concrets o en petits trams o sectors. Per ordre d'importància, són aquests: captacions d'aigua per a ús urbà, modificacions morfològiques de la llera, barreres artificials (rescloses o guals) i, usos recreatius (bany i barranquisme).

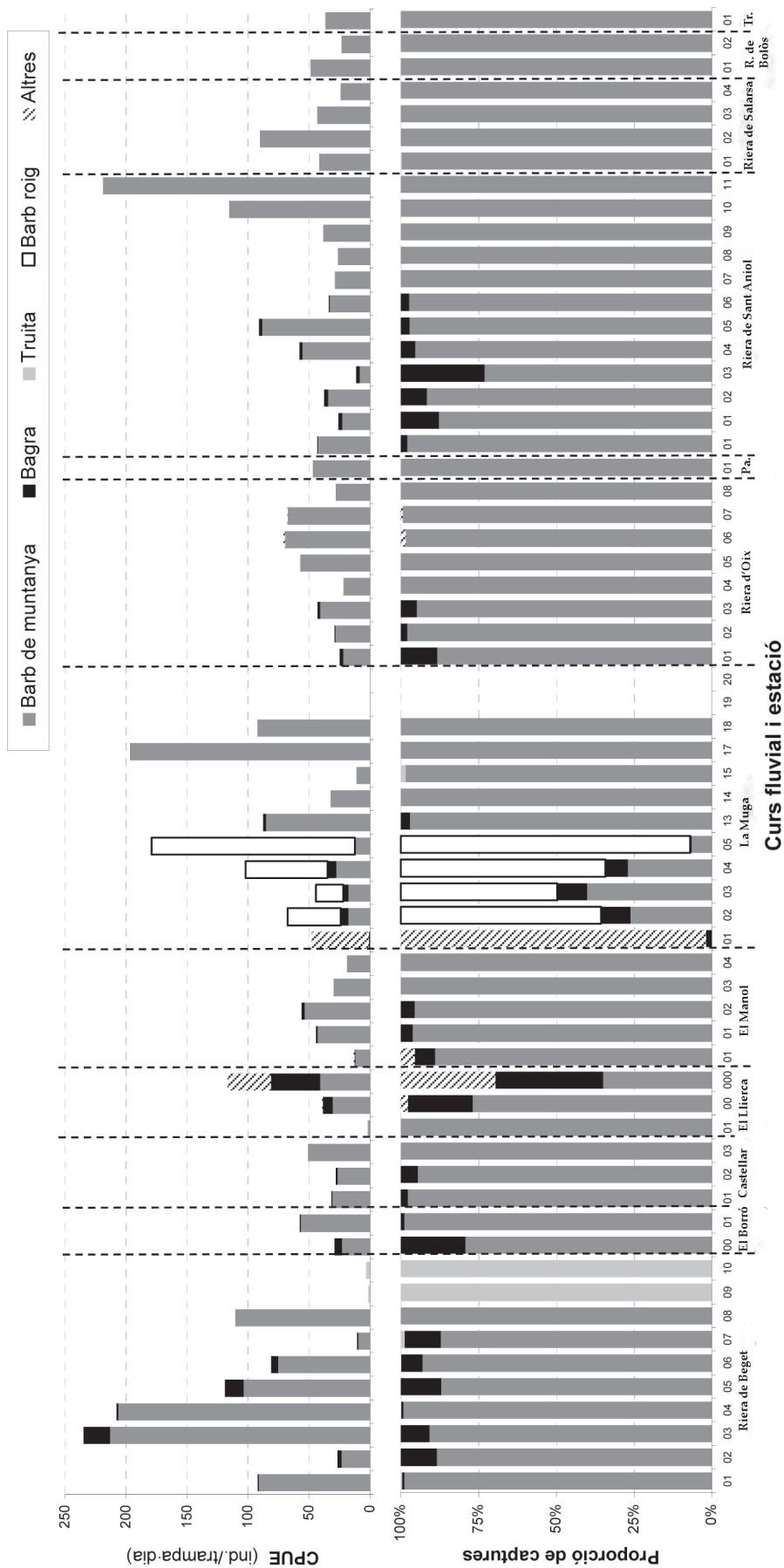


FIGURA 2: Densitat relativa i proporció de captures per estació de mostreig i espècie. Els codis de les estacions de cada massa d'aigua estan ordenats del punt més baix al més alt.

## El poblament de peixos

Les espècies autòctones de peixos detectades a l'Alta Garrotxa són l'anguila (*Anguilla anguilla*), el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), labagra (*Squalius laietanus*), i la truita (*Salmo trutta*). Pel que fa a aquesta darrera, sol considerar-se autòctona a la conca de la Muga, però en canvi no és clar si ho és a la del Fluvià o bé més aviat la seva presència actual s'explica només per repoblaments recents duts a terme en temps moderns. Una cinquena espècie, el barb roig (*Phoxinus phoxinus*), s'ha apuntat que és autòctona a la conca de la Muga, de manera que aquesta seria l'única conca catalana ocupada de forma natural per aquesta espècie de descripció recent.

Pel que fa a la composició per espècies destaca d'entrada la presència gairebé arreu del barb de muntanya, que apareix pràcticament en tots els trams fluvials de l'Alta Garrotxa amb ictiofauna (FIGURA 2). Només desapareix al curs alt de la riera de Beget, domini exclusiu de la truita. Generalment, el barb de muntanya és l'espècie dominant quantitativament, excepte al sector de la Muga ocupat pel barb roig, on aquest altre ciprínid tendeix a esdevenir dominant o, si més no, codominant.

Malgrat que es tracta d'una espècie molt conspícua en aquest tipus de cursos fluvials, la bagra és poc abundant en relació al barb de muntanya, superant poques vegades el 15% de les captures. Tot i això, la seva presència sembla estable a pràcticament tots els trams fluvials que ocupa. En algunes estacions situades al curs baix d'algunes de les principals rieres prospectades, la bagra augmenta la seva presència relativa fins a esdevenir localment tant abundant com el barb de muntanya. Aquest és el cas, per exemple, del curs baix del Llierca.

Pel que fa a l'anguila, la seva presència és sempre minsa, fet que explica que sovint ni tan sols s'hagi detectat en algunes estacions prospectades, com ara al curs baix del Llierca, on potser és present. Al seu torn, la truita només manté una presència estable en algunes trams situats per sobre els 500 m d'altitud, com és el cas de la capçalera de la riera de Beget. A la resta de localitats on ha aparegut, sempre s'ha tractat d'exemplars aïllats que probablement provenen d'aquests nuclis estables situats riu amunt.

Les espècies exòtiques apareixen sobretot en zones de contacte amb els focus d'introducció, des d'on es van estenent. Això explica que puguin arribar a tenir una densitat relativa alta en algunes de les estacions prospectades. Al curs baix del Llierca, el barb de l'Ebre (*Luciobarbus graellsii*) ja hi és tant abundant com els dos ciprínids autòctons, el barb de muntanya i la bagra. Encara pitjor és la situació a la Muga per sota St. Llorenç, on dominen diverses espècies exòtiques, com ara la perca (*Perca fluviatilis*) o la madrilleta vera (*Rutilus rutilus*), mentre que les espècies autòctones tenen una presència

relativa molt baixa. El llop de riu (*Barbatula sp.*), una altra espècie al·lòctona, amb un nucli establert en un sector molt concret de la vall del Bac, manté per ara una densitat baixa o molt baixa. És possible que es doni una situació semblant amb altres espècies exòtiques no detectades durant el 2009, però amb cites recents en alguns cursos de la zona, com és el cas del gobi (*Gobio gobio*) a la Muga.

La densitat relativa (CPUEs) global dels peixos a l'Alta Garrotxa es pot qualificar com a mitjana a la major part d'estacions, com és propi de sistemes fluvials mediterranis amb fortes fluctuacions hidrològiques i amb productivitats poc elevades, però alhora ben conservats. Tan sols en alguns trams molt concrets s'assoleixen densitats relatives elevades, com és per exemple el cas del curs baix de la riera de Beget.

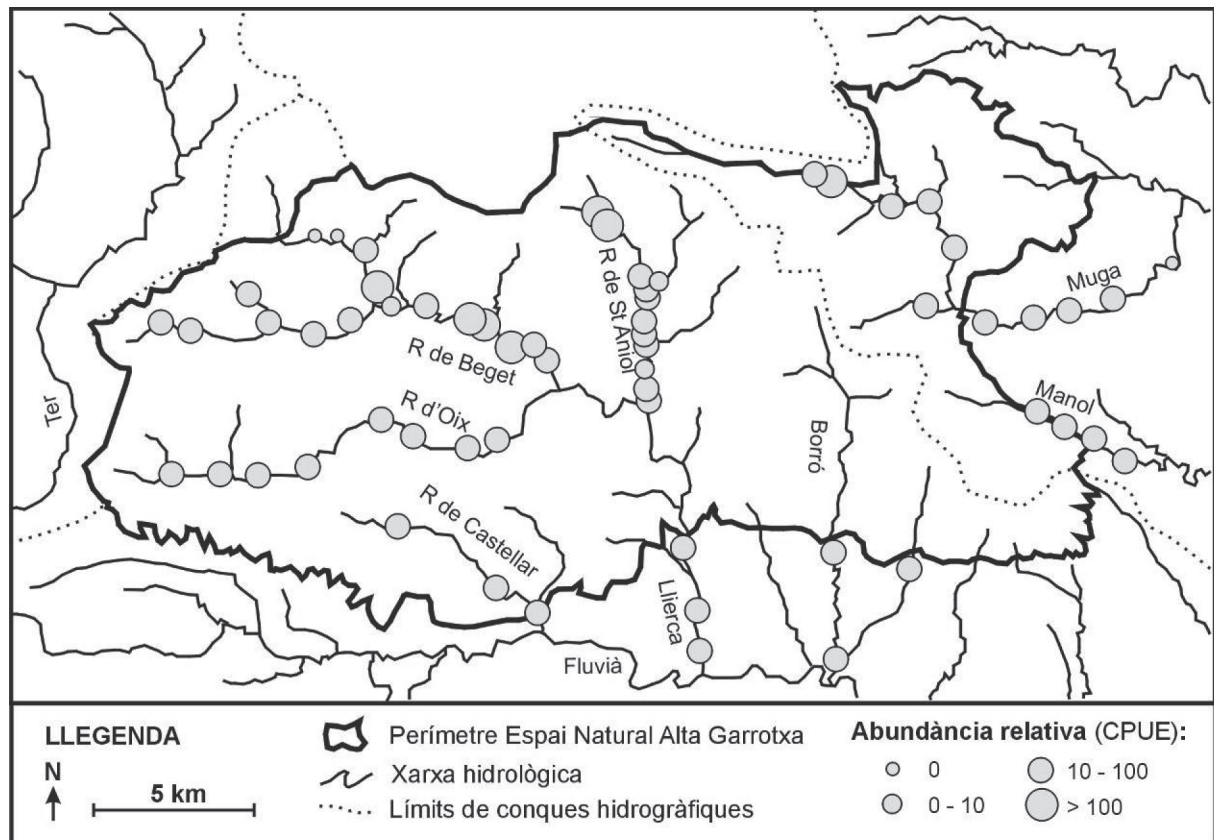
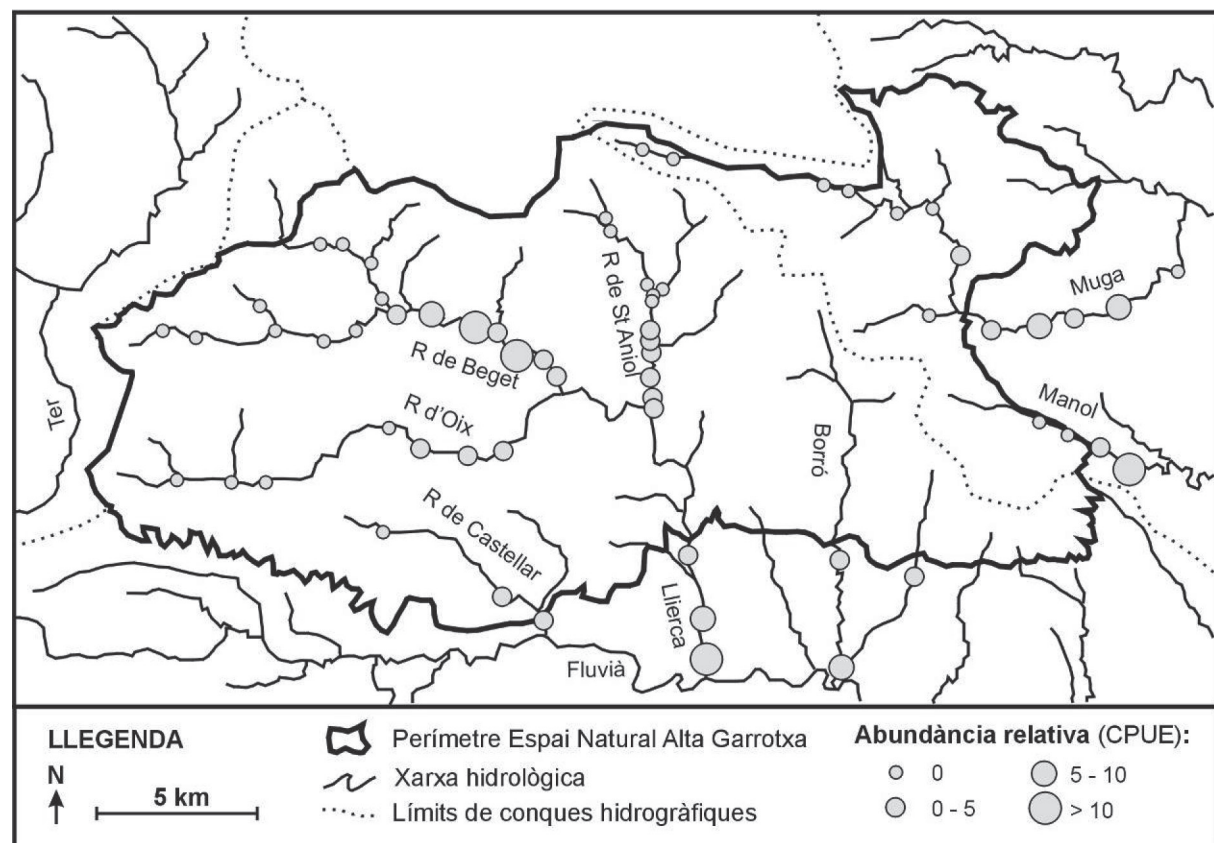
Analitzant la variació de la densitat relativa, s'observa com la densitat observada del barb de muntanya pot considerar-se com a mitjana arreu (10-100 ind./trampa x dia), i tan sols es pot qualificar com a baixa molt puntualment (<10 ind./trampa x dia) (FIGURA 3). En canvi, assolix valors de densitat alts (>100 ind./trampa x dia) en alguns trams de les rieres de Beget i Sant Aniol, i també en alguns trams de la Muga i el Manol, sovint en trams on l'altre ciprínid autòcton, la bagra, si hi és present, també presenta densitats prou altes.

En relació a la bagra, però, la seva densitat a l'Alta Garrotxa és globalment baixa (<5 ind./trampa x dia), tot i que sembla donar-se un cert gradient altitudinal de disminució d'aquesta variable (FIGURA 4). De fet, les estacions amb major densitat per aquesta espècie s'han observat a la part baixa dels principals cursos analitzats, com ara el Borró, el Llierca, el Manol i la Muga.

Pel que fa al barb roig, com ja s'ha apuntat més amunt, només és abundant en un sector concret de la Muga, on pot arribar a presentar-hi densitats relatives altes (>100 ind./trampa x dia). La truita, al seu torn, presenta sempre una densitat molt baixa, fins i tot allà on és l'única espècie present, a la capçalera de la riera de Beget.

Pel que fa a l'estructura poblacional, el barb de muntanya, malgrat que enlloc no assolix ni s'acosta a la mida màxima descrita per a l'espècie (30cm, aprox.), és destacable la presència a tots els trams d'un mínim de tres grups d'edat per als mascles i de quatre per a les femelles (FIGURA 5). Pel que fa a la bagra, s'observa una irregularitat molt major en les estructures poblacionals, atribuïble en part a la seva baixa densitat. En alguns trams, tan sols s'identifica clarament un sol grup d'edat, mentre en d'altres se n'arriben a identificar fins a quatre. La població de barb roig de la Muga presenten una mida màxima propera a la descrita per a aquesta espècie. Alhora s'observa la possible presència de 2-3 grups d'edat.



FIGURA 3: Abundància relativa per estació de mostreig del barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) a l'Alta Garrotxa.FIGURA 4: Abundància relativa per estació de mostreig de la bagra (*Squalius laietanus*) a l'Alta Garrotxa.

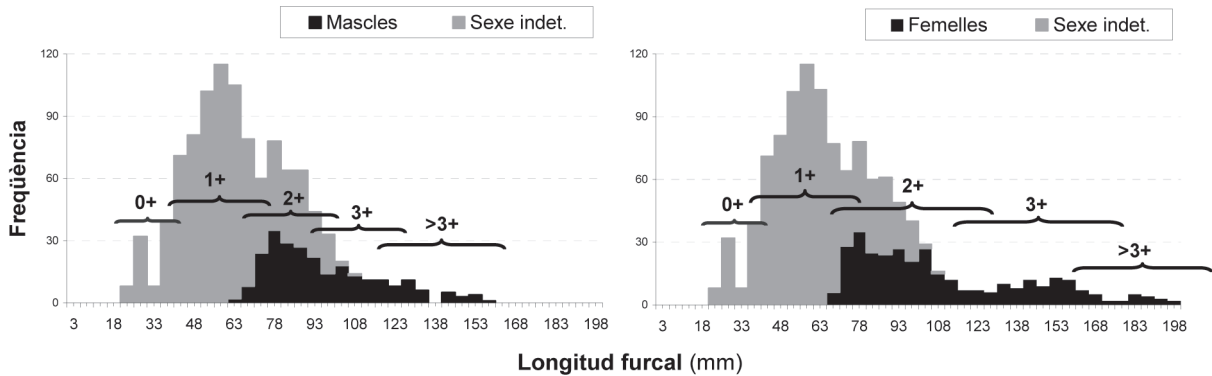


FIGURA 5: Estructura de mides del barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) a la riera de Beget. S'indica també l'estructura d'edats inferida.

## DISCUSSIÓ

### Els hàbitats fluvials

La morfologia del canal fluvial i de la llera dels rius de la zona és altament variable, fet que resulta ser el principal condicionant, juntament amb la hidrologia, de l'hàbitat dels peixos a l'Alta Garrotxa. S'hi han identificat quatre tipus morfològics bàsics de trams fluvials: trams molt encaixats en congostos estrets (barrancs tancats), trams mitjanament encaixats (barrancs oberts), trams en valls típiques en V, i trams en valls molt obertes.

La hidromorfologia característica de cada tram, es reflecteix directament en l'estructura i complexitat dels hàbitats aquàtics. Pel que fa al substrat, als trams de llera més estreta hi domina la roca mare, sobretot als trams més encaixats dels congostos. En canvi, a la resta dels trams hi dominen els al·luvions gruixuts (blocs, pedres i còdols), en diferents proporcions en funció del pendent mitjà.

Quant als mesohàbitats, als trams més oberts i menor pendent es presenten amb una proporció més equilibrada entre els tres principals tipus (gorgs, taules i ràpids), que es van alternant al llarg del riu. Als trams més baixos dels principals eixos fluvials, hi guanyen pes les taules respecte els gorgs i els ràpids, degut al menor pendent mitjà. Als congostos la situació és inversa, desapareixent gairebé del tot les zones de taules, i amb una configuració de grans gorgues alternades amb ràpids sovint força turbulents, i que a més poden incloure salts naturals d'altura considerable, sovint totalment infranquejables pels peixos.

Pel que fa als microhàbitats, a mesura que l'índex d'estacionalitat i variabilitat del cabal és menor, la presència d'hidròfits augmenta, tot i que als substrats dominats per la roca mare es poden tornar a enrarir independentment del grau de variabilitat del cabal. Per tant, els trams amb màxims observats de recobriment d'hidròfits presenten una distribució força irregular: el

curs baix del Borró, el curs mitjà-alt de la riera de Sant Aniol, el curs baix de la riera de Castellar, etc. Alhora, la presència d'altres elements estructuradors del microhàbitat, com ara arrels o brancatge, està relacionada amb l'existència d'un bosc de ribera mínimament ben desenvolupat. En general, l'escassa potència de les riberes deguda al perfil orogràfic de les valls, no permet l'establiment de grans boscos de ribera continus i amples; els boscos de ribera més ben configurats apareixen en els trams situats en valls obertes i en algunes capçaleres, sempre que la hidrologia ho permeti. Tanmateix, excepte als trams amb una llera dominada per roca mare o bé molt encaixats, la presència de vegetació arbustiva i arbòria fins a la mateixa riba és sempre destacable, de forma que pràcticament arreu es dona una certa aportació de materials vegetals externs als hàbitats fluvials que contribueix a dotar-los de major complexitat estructural. En alguns trams amb poc pendent, situats sobretot al peu de muntanya, també són destacables els poblaments d'helòfits a les ribes de les rieres.

A l'Alta Garrotxa, s'observa un clar decrement de la complexitat dels hàbitats aquàtics, mesurada mitjançant l'IHF quan augmenta l'índex d'estiatge, ja que això comporta la disminució o fins i tot l'absència d'hidròfits. El mateix succeeix respecte el substrat, de manera que en les lleres dominades per la roca mare, el valor de l'IHF també disminueix de forma natural. En general, doncs, els valors més alts de l'IHF es donen als trams amb estiatges moderats, pendents suaus, elevada heterogeneïtat morfològica del curs i de la composició de la llera, presència d'un bosc de ribera mínimament estructurat, equilibri de mesohàbitats i diversitat de microhàbitats. Com a exemple d'aquestes situacions amb alts valors de l'IHF, valguin algunes de les estacions situades a la riera de Sant Aniol, a l'altura de Sant Aniol d'Aguja, o les del curs baix del riu Borró.

### El poblament de peixos

Totes les espècies autòctones presents a l'Alta Garrotxa es troben sotmeses actualment a processos regressius

més o menys acusats a Catalunya (SOSTOA *et al.*, 2003). En aquest context, el poblament de peixos de l'Alta Garrotxa, en conjunt, té un alt interès de conservació per la seva elevada integritat biòtica, és a dir per la baixa presència d'espècies exòtiques i per la probable presència actual de totes les espècies autòctones potencialment presents. Aquesta situació és cada cop menys habitual a la xarxa hidrogràfica de Catalunya. És en aquest context general, doncs, que la conservació de poblacions viables, encara que siguin petites, d'espècies autòctones en alguns sectors de cada conca adquireix una notable importància estratègica.

S'observa una notable irregularitat en el poblament de peixos de la zona, associada a la també notable heterogeneïtat hidromorfològica de la xarxa fluvial de l'Alta Garrotxa. Cal destacar la forta fragmentació natural de les poblacions de peixos, deguda principalment a l'existència de trams fluvials caracteritzats per estiatges rigorosos. El cas més clar és el de la subconca del Llierca, on la hidrologia del seu curs mitjà fa inviable l'establiment de nuclis estables de peixos, de manera que les poblacions íctiques existents a les rieres de Sant Aniol, d'Oix i de Beget, estan habitualment aïllades entre si i també respecte les del curs baix del Llierca. Per altra banda, l'existència de salts naturals d'altura considerable en molts sectors de la xarxa hidrogràfica de l'Alta Garrotxa accentua aquesta fragmentació natural de les poblacions de peixos.

Més enllà de l'àmbit de l'Alta Garrotxa, la fragmentació de les seves poblacions de peixos també s'ha de considerar a escala de conca. De fet, actualment bona part d'aquestes poblacions estan gairebé aïllades de la resta de poblacions de les mateixes espècies romanents a cada conca, situació que cal tenir present a efectes de la seva conservació global.

En el cas del barb de muntanya, no existeixen evidències que desapareguin temporalment de cap tram, de manera que es pot concloure que aquestes poblacions són majoritàriament estables. Amb tot, la irregularitat d'aquestes estructures de talles entre sectors és un indicador de què possiblement es donen fluctuacions demogràfiques importants, amb probables variacions en el reclutament i la taxa de supervivència. Amb tota seguretat, aquestes fluctuacions es correlacionen amb l'alta variabilitat hidrològica natural d'aquests petits cursos mediterranis, caracteritzada també per la seva irregularitat. Sigui com sigui, també es pot deduir que, tot i aquesta irregularitat, arreu es dona anualment un reclutament regular, i que en general es dona també una alta taxa de supervivència mitjana.

Per a la bagra, en canvi, sembla donar-se una baixa taxa de supervivència i un reclutament molt irregular d'un any per l'altre, que fins potser esdevé nul en alguns anys i

estacions. De fet, alguns dels nuclis poblacionals detectats per aquesta espècie és probable que passin regularment per colls d'ampolla demogràfics molt notables. Tot plegat es reflecteix en una baixa longitud mitjana de les captures, ja que els exemplars de mida gran són molt escassos. Possiblement, les poblacions de la bagra a l'Alta Garrotxa estarien ocupant sobretot hàbitats que els resulten subòptims, malgrat que hi mantingui una presència estable molt destacable donat el precari estat de conservació d'aquesta espècie a escala comarcal i de conca.

Per altra banda, a les conques del Fluvià i la Muga, es coneix la presència d'almenys 13 espècies exòtiques de peixos, que hi mantenen poblacions reproductores esteses en diferent grau. La major part es concentren als cursos baixos d'aquests rius i als embassaments. Tanmateix, actualment s'està observant un procés de difusió progressiu de moltes de les espècies exòtiques introduïdes als cursos mitjans i baixos, de manera que no es pot descartar una major penetració d'algunes d'aquestes espècies cap a l'Alta Garrotxa.

Tornant al barb de muntanya, s'ha comprovat l'existència d'una relació positiva entre la densitat relativa i l'estructura de l'hàbitat, mesurada a través de l'IHF, així com també amb altres variables més concretes sobre l'hàbitat (TAULA 1). L'efecte de la profunditat de la trampa i de la profunditat màxima del tram s'explica per la tendència dels peixos a situar-se preferentment als punts de major profunditat dins el tram o el curs fluvial. Això es pot interpretar com una forma de protecció respecte la pressió de depredació, però també com una estratègia de supervivència davant les variacions hidrològiques tan acusades que caracteritzen aquests cursos. Per altra banda, la densitat augmenta a mesura que augmenta el grau d'estructuració i complexitat de l'hàbitat fluvial. De fet, en rius mediterranis l'IHF tendeix a augmentar a mesura que disminueix l'efecte de l'estiatge, i per tant es fa més alt en trams de major estabilitat hidrològica, fet que facilita l'establiment de poblacions més denses de peixos. Alhora, una major complexitat general de l'hàbitat també es relaciona amb una major presència de refugis i de recurs tròfic, entre altres factors clau que contribueixen a fer augmentar la taxa de supervivència dels peixos. L'altitud també té un efecte positiu i altament significatiu sobre l'abundància del barb de muntanya. En aquest cas, no es pot descartar una certa concomitància respecte les variables anteriors, ja que en el context de la zona d'estudi a mesura que augmenta l'altitud els cursos fluvials són menys inestables hidrològicament i alhora tenen hàbitats més estructurats. Pel que fa a l'efecte del corrent o velocitat de l'aigua, s'observa una disminució significativa de la densitat relativa del barb de muntanya a mesura que el corrent de l'emplaçament de la trampa és més alt. Els mesohàbitats amb corrent fort — els ràpids — són zones d'alimentació, fresa i circulació, però amb



menys ús en conjunt que altres mesohàbitats, ja que són poc adequats com a zona de descans i refugi. Això explica que les captures també disminueixin respecte altres mesohàbitats amb menys velocitat de l'aigua, com ara taules i gorgs, fet que esdevé coherent amb els resultats obtinguts respecte la profunditat.

La longitud mitjana del barb de muntanya mostra també patrons de variació clars respecte l'hàbitat (TAULA 1). Es constata que a major profunditat més grans són els peixos capturats. El mateix passa amb l'altitud, el valor de l'IHF i el corrent. Per tant, els peixos més grans i vells tendeixen a seleccionar hàbitats més profunds, i alhora ser més abundants a mesura que augmenta la complexitat de l'hàbitat i la seva estabilitat hidrològica, fet que denota l'existència d'una probable relació positiva entre les taxes de supervivència i de creixement i aquests paràmetres ecològics. Aquests resultats són, doncs, consistents amb els obtinguts respecte la relació entre la densitat relativa i les mateixes variables sobre l'hàbitat. Per altra banda, el fet que en aquestes anàlisis s'observi un increment de la longitud mitjana de les captures respecte el factor corrent, s'explica pel major ús que fan els barbs més grans dels ràpids, donada la seva major potència natatòria que els permet accedir, mantenir-se i explotar amb més facilitat aquest tipus de mesohàbitat.

Tot plegat, porta a posar en relleu la importància de mantenir l'estructura i complexitat natural dels hàbitats aquàtics fluvials de l'Alta Garrotxa, tan a escala de microhàbitat com de mesohàbitat, a fi de garantir la conservació a llarg termini de poblacions viables de peixos autòctons, que es situïn en densitats properes a la capacitat de càrrega d'aquests rius mediterranis, que en qualsevol cas no és ni alta ni estable.

En base als resultats assolits, es proposa una classificació del grau d'interès pels peixos per trams basat en l'estat de les poblacions als punts de mostreig (FIGURA 6). Concretament, s'ha tingut en compte la relació entre el nombre d'espècies autòctones i introduïdes, així com la densitat relativa i biometria del barb de muntanya, l'espècie autòctona més estesa i abundant. Els criteris precisos que s'han aplicat són aquests:

- TRAM D'INTERÈS MOLT ALT. Qualsevol d'aquestes tres situacions:

1. Trams amb presència de tres espècies autòctones (considerant només el barb de muntanya, la bagra i l'anguila), i amb presència de com a molt una espècie introduïda.

2. Trams amb presència de barb de muntanya i bagra o anguila, amb una elevada densitat relativa de barb de muntanya (CPUE mitjana > 100 ind./trampa x dia), i/o grans mides mitjanes (LF > 80 mm) o màximes (LF > 180

mm) del barb de muntanya, i amb presència de com a molt d'una espècie introduïda.

3. Trams amb presència només de barb de muntanya, però amb elevada densitat relativa (CPUE mitjana > 100 ind./trampa x dia), i grans mides mitjanes (LF > 80 mm) o màximes (LF > 180 mm), i amb presència de com a molt una espècie introduïda.

En resum, es tracta de trams amb riquesa elevada d'espècies autòctones, o bé riquesa mitjana o baixa però sempre amb una població de barb de muntanya en molt bon estat.

- TRAM D'INTERÈS ALT. Excloses les situacions descrites més amunt, es defineixen d'acord amb qualsevol d'aquestes dues situacions:

1. Trams amb presència de dues espècies autòctones (considerant només el barb de muntanya, la bagra i l'anguila), i amb presència de com a molt una espècie introduïda.

2. Trams amb presència només de barb de muntanya, però amb elevada densitat relativa (CPUE mitjana > 100 ind./trampa x dia) o bé grans mides mitjanes (LF > 80 mm) o màximes (LF > 180 mm), i amb presència de com a molt una espècie introduïda.

En resum, es tracta de trams amb riquesa mitjana d'espècies autòctones, o bé riquesa baixa però amb una població de barb de muntanya en bon estat.

- TRAM D'INTERÈS MITJÀ. Excloses les situacions descrites més amunt, es defineixen d'acord amb la següent situació:

1. Trams amb presència d'una única espècie autòctona (considerant només el barb de muntanya, la bagra i l'anguila), i amb presència de com a molt una espècie introduïda.

En resum, es tracta de trams amb riquesa baixa d'espècies autòctones.

- TRAM D'INTERÈS BAIX. Excloses les situacions descrites més amunt, es defineixen d'acord amb qualsevol d'aquestes tres situacions:

1. Trams on no s'ha constatat la presència de peixos.

2. Trams on no s'ha constatat la presència de barb de muntanya, bagra o anguila.

3. Trams on s'ha detectat la presència de més de 3 espècies introduïdes.

En resum, es tracta de trams sense peixos, o sense espècies autòctones, o bé amb moltes espècies introduïdes.

## CONCLUSIONS

A l'Alta Garrotxa s'hi conserven poblacions estables d'un mínim de tres espècies autòctones de peixos d'aigua dolça — el barb de muntanya, la bagra i la truita —, que constitueixen estocs de reserva davant una eventual acceleració en la regressió soferta fins ara a la resta de les conca, tant al Fluvià com a la Muga. Amb tot, es tracta de poblacions petites, excepte en el cas del barb de muntanya, i fortament fragmentades.

Fins ara s'ha donat una escassa penetració d'espècies íctiques exòtiques, però existeix un risc de penetració gradual, per difusió des dels principals nuclis d'introducció situats a l'entorn, o bé per noves introduccions directes.

En general, s'observa un baix nivell d'impactes i pressions antropogèniques sobre els cursos fluvials de l'Alta Garrotxa, fet que explica el bon estat ecològic general d'aquests cursos, tant pel que fa a la qualitat de l'aigua, com dels hàbitats aquàtics i de ribera. Tanmateix, un dels principals riscos pels hàbitats fluvials de la zona rau en eventuales noves captacions d'aigua que intensifiquin l'efecte de l'estiatge. Finalment, existeix també un risc d'agreujament dels estiatges derivat del canvi climàtic i l'increment de la massa forestal de la zona.

## AGRAÏMENTS

Els mostrejos de camp han estat possible en part gràcies a l'ajuda desinteressada de l'Estel Canyigueral, la Laura Martínez, la Marta Ubach i en Víctor Ajuria, tots ells estudiants en pràctiques.

## BIBLIOGRAFIA

**AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. 2005.** HIDRI: Protocols per a la valoració de la qualitat hidromorfològica dels rius. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Barcelona

**ÁLVAREZ C.; BÉJAR X.; NASPLEDA J.; PUIG X. & TRABALON F. 2008.** Catàleg de fauna vertebrada de la Garrotxa. *Catàlegs del Patrimoni Natural*, 2. Delegació de la Garrotxa del la institució Catalana de Història Natural. Olot.

**BRUSLÉ, J. & QUIGNARD, J.-P. 2001.** Biologie des poissons d'eau douce européens. Editions Tec&Doc. Paris. 625 pp.

**CLAVERO, M.; POU-ROVIRA, Q.; ZAMORA, LL. & NASPLEDA, J. 2008.** Els peixos i la llúdriga a la Garrotxa. Poden esdevenir una eina per avaluar la qualitat ambiental? Beca Ciutat d'Olot. (Convocatòria 2006). 83 pp.

**Doadrio, I. (ed). 2001.** Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. CSIC-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

**MORENO-AMICH, R.; ZAMORA, L. & POU, Q. 1996.** Prospecció del poblament de peixos al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Universitat de Girona, Girona

**POU, Q.; CLAVERO, M. & ZAMORA, LL. 2007.** Els peixos de les Gavarres i entorns. Biblioteca Lluís Esteva. Consorci de les Gavarres. Monells. 135 pp.

**SOSTOA, A. (dir.) 2003.** Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius de Catalunya. Aplicació de la Directiva Marc en Política d'Aigües de la Unió Europea 2000/60/CE. Informe final del Dept. de Vertebrats de la UB per a l'Agència Catalana de l'Aigua.