

Títol del treball:

Ecologia tròfica d'una població autòctona d'alburn (*Alburnus alburnus*)

Estudiant: Òscar Martínez Ardenuy

Grau en: Biologia

Correu electrònic: oscar.maar@gmail.com

Tutor: Anna Vila Gispert

Empresa / institució Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):



Nom del tutor: Anna Vila Gispert

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): anna.vila@udg.edu

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 21 de Juliol del 2017

Agraïments

L'elaboració d'aquest treball no hauria estat possible sense el suport de les persones descrites a continuació:

En primer lloc a la meva tutora, Anna Vila Gispert per la seva atenció, dedicació i sobretot paciència, per aconsellar-me i animar-me amb el treball, i per ajudar-me en qualsevol mena de dubte que m'hagi pogut sorgir.

Després també agrair a la Universitat de Girona, en especial al departament d'Ecologia per permetre'm fer ús dels laboratoris per a tota la part experimental del treball.

A en David Almeida, per als seus consells i la seva ajuda vital per identificar algunes mostres problemàtiques al laboratori.

A la Montse Rodríguez, per adaptar-se sempre als meus horaris i a la meva situació.

Per últim, però no menys important a la meva família, pel seu suport incondicional i als meus amics destacant, a la Noelia Gómez Aguilera, l'Alba Contreras López i en Xavier Gratacós Alberola.

Índex

Resum	5
Introducció i Objectius.....	8
Materials i mètodes.....	11
Àrea d'estudi.....	11
Captura i processament de mostres.....	12
Paràmetres tròfics e índex de condició.....	13
Anàlisis estadístiques i consideracions ètiques.....	14
Resultats.....	15
Descripció de la població estudiada.....	15
Composició de la dieta i paràmetres tròfics	17
Diferències entre mascles y femelles ANCOVA	19
Discussió.....	20
Conclusions.....	23
Bibliografia.....	24

Resum

L'alburn *Alburnus alburnus* (L.) és una espècie de ciprínid que pot habitar tant ambients lòtics com lenítics. La seva alimentació es generalista ja que pot alimentar-se de múltiples preses: des d'insectes terrestres, zooplàncton, algues o detritus. Aquesta espècie, nativa en la major part d'Europa, va ser introduïda a la Península Ibèrica durant la dècada dels 90, on s'ha anat expandint convertint-se en invasora.

L'objectiu principal d'aquest estudi és determinar l'ecologia tròfica d'una població autòctona d'alburn a partir de la caracterització de la dieta mitjançant diferents paràmetres tròfics (Riquesa de preses, índex de Shannon e índex d'amplitud de nínxol tròfic) i mitjançant l'índex de condició física de Fulton.

A més, també s'analitza si hi ha diferències entre els paràmetres tròfics en funció del sexe. Finalment, es comparen els diferents paràmetres tròfics entre aquesta població autòctona i diferents poblacions introduïdes.

Els exemplars es van capturar mitjançant pesca elèctrica, durant la primavera del 2014. Posteriorment, es van processar al laboratori obtenint els paràmetres següents: longitud furcal (FL), el pes eviscerat, el sexe a tots els exemplars i l'estructura de talles. Tots els procediments portats a terme durant el mostreig i al laboratori compleixen amb les regulacions d'ús i benestar animal.

Els resultats obtinguts suggereixen que l'estructura de talles de la població en mascles i femelles segueix un patró unimodal, indicant que trobem només una cohort.

Els percentatges de biomassa ingerida i d'ocurrència mostren una menor diversitat en la dieta comparada amb les poblacions invasores, i revela que un dels secrets del èxit de l'alburn sigui el seu oportunisme segons les condicions del seu hàbitat.

Estadísticament no s'observen diferències significatives en cap dels paràmetres associats a la dieta entre sexes però sí en l'índex de condició física, presentant els mascles una millor condició i per tant això suggereix que els exemplars van ésser capturats després de la posta.

Resumen

El alburno *Alburnus alburnus* (L.) es una especie de ciprínido que puede habitar tanto ambientes loticos como lenticos. Su alimentación es generalista ya que puede alimentarse de múltiples presas: desde insectos terrestres, zooplancton, algas o detritus. Esta especie, nativa en la mayor parte de Europa, fue introducida en la Península Ibérica durante la década de los 90, donde se ha ido expandiendo convirtiéndose en invasora.

El objetivo principal de este estudio es determinar la ecología trófica de una población autóctona de alburno a partir de la caracterización de la dieta mediante diferentes parámetros tróficos (Riqueza de presas, índice de Shannon y índice de amplitud de nicho trófico) y mediante el índice de condición física de Fulton.

Además, también se analiza si existen diferencias entre los parámetros tróficos en función del sexo. Finalmente, se comparan los diferentes parámetros tróficos entre esta población autóctona y diferentes poblaciones introducidas.

Los ejemplares se capturaron mediante pesca eléctrica, durante la primavera de 2014. Posteriormente, se procesaron en el laboratorio obteniendo los siguientes parámetros: longitud furcal (FL), el peso eviscerado, el sexo en todos los ejemplares y la estructura de tallas. Todos los procedimientos llevados a cabo durante el muestreo y en el laboratorio cumplen con las regulaciones de uso y bienestar animal.

Los resultados obtenidos sugieren que la estructura de tallas de la población en machos y hembras sigue un patrón unimodal, indicando que encontramos sólo una cohorte.

Los porcentajes de biomasa ingerida y de ocurrencia muestran una menor diversidad en la dieta comparada con las poblaciones invasoras, y revela que uno de los secretos del éxito del alburno sea su oportunismo según las condiciones de su hábitat.

Estadísticamente no se observan diferencias significativas en ninguno de los parámetros asociados a la dieta entre sexos pero sí en el índice de condición física, presentando los machos una mejor condición y por lo tanto esto sugiere que los ejemplares fueron capturados después de la puesta.

Abstract

The bleak (*Alburnus alburnus*) (L.) is a cyprinid specie that can inhabit both lotic and lentic environments. They follow a generalist diet, since they can feed on multiple dams preys: from terrestrial insects to zooplankton, algae or detritivores. This specie, native to most of Europe, was introduced to the Iberian Peninsula during the 90's, where it has expanded and become invasive.

The main objective of this study is to determine the trophic ecology of a native population of alburn based on the characterization of the diet through different trophic parameters (prey richness, Shannon's index and trophic niche width) and with Fulton's physical condition index.

It is also analyzed whether there are differences between the trophic parameters based on sex. Finally, Finally, different trophic parameters are compared between this native population and different introduced populations

The specimens were captured with electric fishing during the spring of 2014. They were later processed in the laboratory, obtaining the following parameters: furcal length (FL), eviscerated weight, sex and size structure. All the procedures carried out during the sampling and the laboratory work comply with the regulations for animal welfare and use.

The obtained results suggest that the size structure of the population in males and females follows a unimodal pattern, indicating that we find only one cohort.

Ingested and occurrence biomass percentages show a lesser diversity in the diet compared to invasive populations, and reveals that one of the secrets of the success of the bleak is its opportunism according to the conditions of its habitat.

Statistically no significant differences are observed in any of the diet-related parameters between the sexes, but they are noticed in their condition. Males have a better physical condition than females because the sampling was performed after the egg-laying period.

Introducció

L'alburn (*Alburnus alburnus*) és una espècie de peix de la família dels ciprínids i de l'ordre dels cipriniformes. Té una mida relativament petita (d'uns 15 cm de longitud, tot i que hi ha alguns casos en que poden arribar a fer 23 cm). Té un pes en mitjana de 100 g El seu cos es de tipus fusiforme és a dir allargat i comprimit lateralment.

És un peix que està adaptat a viure a la columna d'aigua, és present a diferents hàbitats com llacs, llacunes, embassaments, basses i als trams mitjos i baixos dels rius, tot i que prefereixen ambients lenítics , amb estacionalitat de temperatura i sense fluctuació d'aigua, amb vegetació aquàtica abundant i fons tous (García de Jalón et al. 1989) (Doadrio, 2001).

Té la boca en posició súpera, la qual li es molt útil per a la seva alimentació ja que en gran mesura s'alimenten principalment de zooplàncton (Vasek i Kubecka, 2004), encara que d'altres estudis apunten en que també s'alimenten d'invertebrats bentònics (Biro i Musko, 1995), hexàpodes i també algues (Vollestad, 1985).

Es tracta d'una espècie eurífaga (no són especialistes) és a dir una espècie amb un ampli rang de preses i que té la capacitat de adaptar la seva dieta en funció de les característiques de l'hàbitat on es troba.

Per exemple (Chappaz *et al*, 1987) varen descriure aquestes variacions de la dieta dels alburns en embassaments Europeus. L'alburn variava de posició en l'embassament en funció de l'estació de l'any, i durant el dia també podia variar la profunditat on s'alimentava, atrapant el zooplàncton de capes més profundes durant el dia i pujant cap a la superfície de llacs i embassaments cap a la nit (on s'alimentaven més d' invertebrats bentònics o artròpodes terrestres que havien pogut caure a l'aigua.

L'alburn arriba a la maduresa sexual entre els dos i els tres anys d'edat (Bake-Hansen, 1982) (Chappaz et al. 1987) i el període reproductiu varia segons la zona, sent a la Península Ibèrica entre els mesos de Novembre i Gener mentre que en altres zones d'Europa té lloc durant la primavera. (Politou et al. 1993). És una espècie ovípara i la femella fa la posta de nit en aigües poc profundes i de substrat tou. Són postes múltiples (de 2 a 4 grups d'ous al llarg del període de reproducció) i la seva fecunditat, tot i ser molt variable sembla dependre de la riquesa tròfica de l'ambient (Chappaz et al. 1987). Dipositen entre 3300 i 15000 ous (Lapina, 1988), (Barus i Prokes , 1998), (Vinyoles et al. 2008) La seva longevitat sol ser de més de 6 anys (Oliva, 1979).

Etològicament es tracta d'una espècie que s'organitza formant agregacions compactes d'individus en àrees de rius amples o bé en ambients lenítics, és a dir en llacs o embassaments. (Schiemer et al. 1982), (Brabrand, 1983)

Es un peix explotat comercialment en algunes regions de l'est europeu, però no es tracta d'una espècie apreciada pels pescadors, excepte com a esquer viu o com a "peix pastura" per als depredadors (Perez-Bote et al, 2004).

La seva àrea de distribució natural o autòctona comprèn els rius o embassaments del nord occidental d'Europa, amb introduccions a la Península Ibèrica (**Figura 1**) A l'Europa oriental també s'han donat diverses introduccions, concretament a Rússia i Kazakhstan.

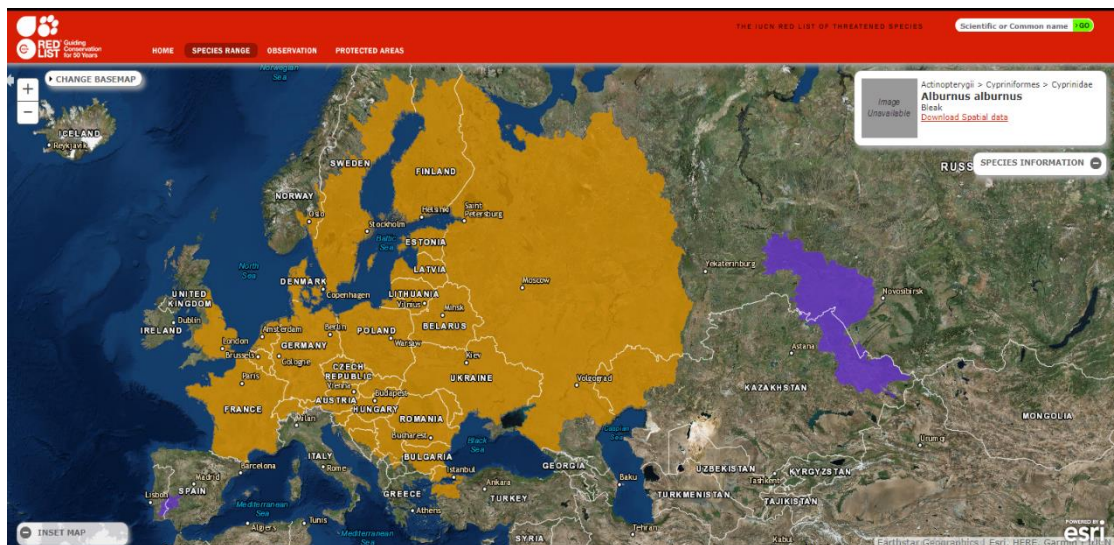


Figura 1: Mapa de l'àrea de distribució de l'alburn. De color groc hi trobem l'àrea natural o autòctona de distribució. Les franges blaves del sud-oest de la Península Ibèrica o de Rússia corresponen a llocs on ha estat introduït.

La presència d'alburn a la Península Ibèrica es relaciona amb la introducció de depredadors, com seria el cas del silur (*Silurus glanis*) (Carol et al. 2003).

Durant els últims anys l'espècie ha patit una gran expansió degut a les diverses introduccions que s'han realitzat en curs mitjans i alts dels rius o a embassaments i també degut a les seves característiques potencials com a espècie invasora a (Masó et al. 2012); (Latorre et al. 2016) ;(Almeida et al. 2017).

La primera citació d'alburn a la Península ibèrica fou en un afluent del riu Ebre l'any 1992. Al cap de quatre anys ja s'havia expandit en cinc afluents de la mateixa conca (Vinyoles et al., 2007).

Actualment es troba en conques de tota la Península Ibèrica: al riu Tormes, al nord de la conca del Duero detectat l'any 1999 (Velasco et al., 2005) i també al sud de la conca del Guadalquivir (Perez-Bote et al., 2004).

Els últims estudis confirmen que també es localitza a dos embassaments de la conca del Gadiana (Perez-Bote et al., 2004) i en tres de la conca del Duero (Velasco et al., 2005).

A Catalunya també hi és present. L'any 1997 es va detectar als Pirineus orientals, concretament al riu Muga (Cardona *et al.*, 2002). L'any 2002, va ser introduït al riu Fluvià (Vinyoles *et al.*, 2007) i també a diversos embassaments catalans com ara el de embassament de Darnius.

Objectives

The main objective of this study is to determine the trophic ecology of a native bleak population based on the characterization of the diet through different trophic parameters. In addition, it is also analyzed whether there are differences between the trophic parameters based on sex.

Finally, different trophic parameters are compared between this native population and different introduced populations.

Material i mètodes

Àrea d'estudi

La zona on es va realitzar el mostreig i la captura dels alburns va ser el riu Saona, situat prop de la població de Pontailler-sur-Saône (França). **(Figura 2)** El Saona és un riu de l'est de França, afluent del Roine, amb el qual s'uneix a la ciutat de Lió. Neix a la localitat de Vioménil, situada a la serralada dels Faucilles, al departament dels Vosges. La capçalera està situada a 392 metres d'altitud sobre el nivell del mar, mentre que la desembocadura al Roine, al centre de la ciutat de Lió, a 158 metres d'altitud. La longitud total del riu és de 480 kilòmetres. El seu principal afluent és el Doubs.

El Saona és conegut popularment com el Petit Saona, el que dóna idea de la importància que té el Doubs en el cabal del riu.



Figura 2: Foto aèria de la població francesa de Pontailler-sur-Saône amb el punt de mostreig assenyalat al riu Saona. A la dreta, detall de la zona de mostreig. A baix mapa cartogràfic amb el punt de mostreig assenyalat amb una estrella vermella.

La hidrologia del petit Saona es caracteritza per tenir un règim pluvial amb una forta influència oceànica tot i que també pot estar influït per la neu i pel desglaç. El sòl per on circula es poc propici a la infiltració, saturant-lo i fent que el Petit Saona augmenti de cabal, quan aquest passa pels termes municipals de Port-sur-Saône i Gray, on conflueix i s'uneix amb el riu Lanterne, augmentant molt el cabal i transformant-se en el riu Saona.

Captura i processament de les mostres

La tècnica emprada per a la captura dels exemplars d'alburn va ser la pesca elèctrica (amb un generador de 2000 W DC a 200-250 V, 2-3 A). El procediment de mostreig va consistir en col·locar-se en un punt del riu i anar passant l'aparell elèctric fent ziga-zaga i contracorrent, capturant tots els alburns paralizzats a causa de les descarregues elèctriques. El tram mostrejat tenia aproximadament 100 metres de longitud i amb presència de diferents tipus de mesohàbitats (ràpids, taules i gorgues).

El mostreig es va realitzar entre els mesos de maig i juny del 2014, durant el període previ a la posta de l'alburn. Es varen capturar concretament 148 exemplars que es varen sacrificar amb una sobredosi d'anestèsic (oli de clau) i varen ser transportats en una nevera amb gel i, posteriorment, congelats. Un cop al laboratori, es varen mesurar per a tots els individus la longitud furcal (FL), amb una precisió de mm i el pes eviscerat, amb una precisió de 0.01 g.

Posteriorment es va realitzar una dissecció dels exemplars i es van conservar els estómacs per a les anàlisis posteriors. Tanmateix es va determinar el sexe de tots els individus.

Els estómacs es varen disseccionar en plaques de petri i es varen agafar les parts del principi de l'estomac per tal de que la presa estigués digerida en un menor grau i per tant, fos més fàcil el procés d'identificació.

Sota una lupa binocular es va separar tot el contingut dels estómacs i es van identificar les preses amb l'ajuda d'una guia de classificació (Tachet et al. 2003).

Un cop identificades les preses es van pesar en una balança electrònica amb una precisió de 0,001 g, i es va calcular l'ocurrència i la biomassa d'aquestes.

Paràmetres tròfics e índex de condició

A partir de les dades obtingudes al laboratori es van calcular els següents paràmetres que permetran caracteritzar la dieta de l'alburn i que seran posteriorment analitzats estadísticament per a comprovar si hi ha diferències entre sexes pel que fa la dieta:

1) Riquesa d'espècies de preses o (S): Nombre d'espècies identificades per a cada exemplar. Trobem variabilitat entre els exemplars analitzats assolint riqueses que van des de 0 (estomacs buits) fins a 2 espècies diferents.

2) Índex de diversitat de Shannon (H'): S'utilitza en ecologia o altres ciències similars per mesurar la diversitat específica. Aquest índex s'expressa amb un nombre positiu, que en la majoria dels ecosistemes naturals varia entre 0,5 i 5, encara que el seu valor normal està entre 2 i 3; valors inferiors a 2 es consideren baixos en diversitat i superiors a 3 són alts en diversitat d'espècies. No té límit superior o en tot cas el dóna la base del logaritme que s'utilitzi. L'avantatge d'un índex d'aquest tipus és que no cal identificar les espècies presents; n'hi ha prou amb poder distingir unes de les altres per fer el recompte d'individus de cadascuna d'elles i el recompte total. La fórmula de l'índex de Shannon es la següent:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

On p_i = proporció d'individus de l'espècie

3) Amplada de nínxol tròfic (B) o índex estandarditzat de Levine:

$$\text{Niche breadth (B)} = 1 / \sum_{i=1}^n p_i^2$$

Aquest índex variarà i el càlcul serà més complex segons la riquesa de preses de cada exemplar d'alburn. Es basa en la diversitat de recursos utilitzats per un organisme o per una població. Els valors d'aquest índex oscil·len entre 1 i n.

Per últim, i no relacionat amb la diversitat de la dieta, calculem l'índex de condició de Fulton.

El factor de condició (K) expressa, en peixos, la relació volumètrica en funció del pes, segons l'expressió matemàtica:

$$K = P * 100 / L^3$$

On P és el pes en grams i L la longitud en cm. Aquest factor pot indicar l'estat fisiològic dels organismes, i és útil per comparar i quantificar numèricament la condició o estat en què el peix es troba podent associar-se a una valoració de lo gras que està. Hi ha variacions intraespecífiques de K, i per a una espècie determinada pot variar àmpliament, ja que sobre ell influeixen entre d'altres factors la temperatura, quantitat i qualitat d'aliment i estat reproductiu.

Anàlisis estadístiques

Es van fer anàlisis d' ANCOVA mitjançant el programa estadístic SPSS per comprovar si estadísticament i havien diferències significatives entre els mascles i les femelles.

pel que fa als paràmetres tròfics i la condició. Per tal de que es complissin els supòsits de normalitat i homogeneïtat de variàncies les dades es varen transformar logarítmicament.

Consideracions ètiques

El procés de mostreig al camp i tots els procediments portats a terme al laboratori compleixen amb les regulacions d'ús i benestar animal. Els individus s'han sacrificat amb una sobredosi d'oli de clau, de manera que s'impedeix el sofriment dels exemplars. A més, els mètodes de mostreig no han causat efectes adversos al punt de mostreig, i tots els peixos que no eren objecte d'estudi capturats han sigut retornats directament al punt on havien estat pescats.

Resultats

Descripció de la població estudiada

En total es van analitzar 148 alburns, dels quals 89 eren mascles i 59 eren femelles. La mitjana de la longitud furcal de la població caracteritzada fou de 116,69 mm i variava entre 95 mm i 150 mm.

Pel que fa a l'estructura de talles de les femelles de la població estudiada (**Figura 3**) es va observar un patró unimodal, indicant clarament la presència d'una sola cohort (des dels 95 mm fins als 150 mm). La màxima freqüència d'individus es troba dins el rang de 110 mm. A partir de la màxima freqüència es va observar una disminució progressiva en la freqüència d'individus de talles més grans.

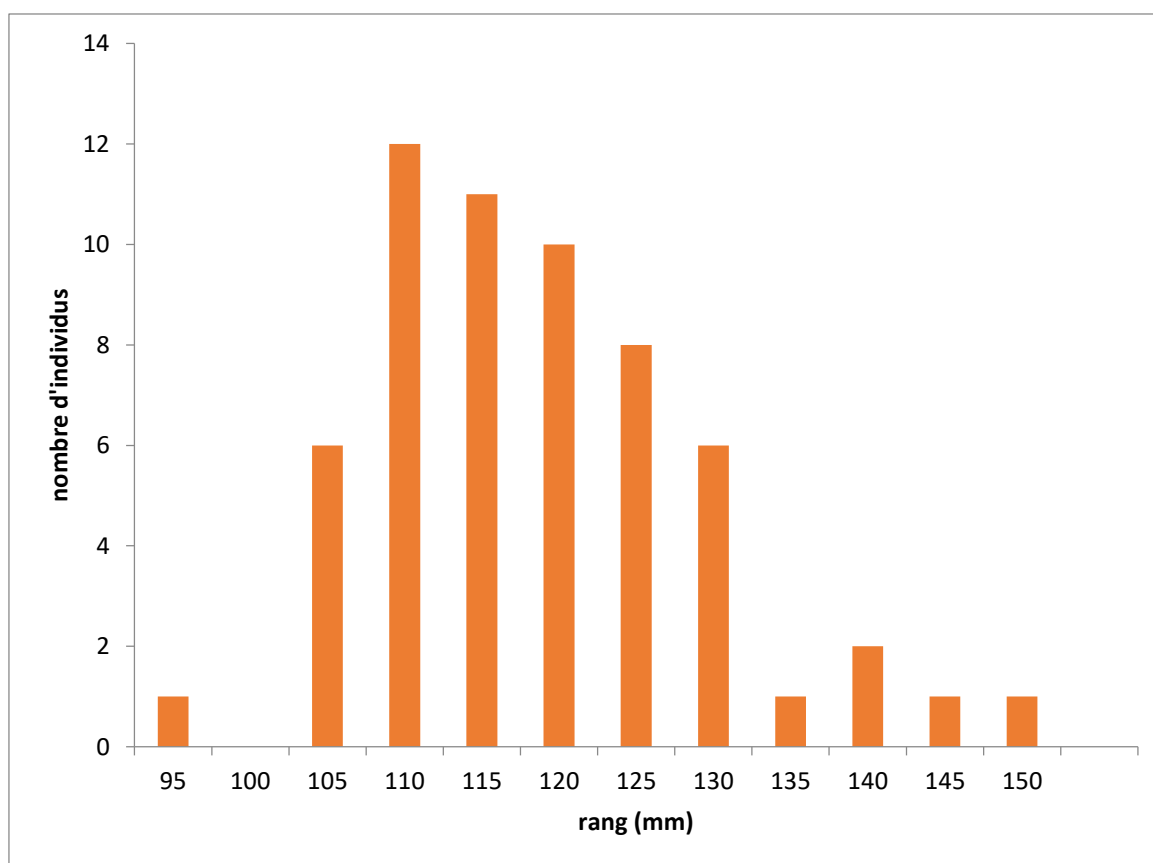


Figura: 3 Estructura de talles de les femelles de la població d'alburn del riu Saona. L'eix y representa el nombre d'individus i l'eix x el rang de longitud dels individus (en mm). Cada rang correspon a 5 mm de longitud.

Tanmateix l'estructura de talles dels mascles (**Figura 4**) també seguia un patró unimodal, indicant clarament la presència d'una sola cohort (des dels 105 mm fins als 140 mm). La màxima freqüència d'individus es troba dins el rang de 115 mm. A partir de la màxima freqüència , hi ha una disminució progressiva en la freqüència d'individus de talles més grans.

Cal destacar que en el cas dels mascles el rang de talles es menor que en les femelles.

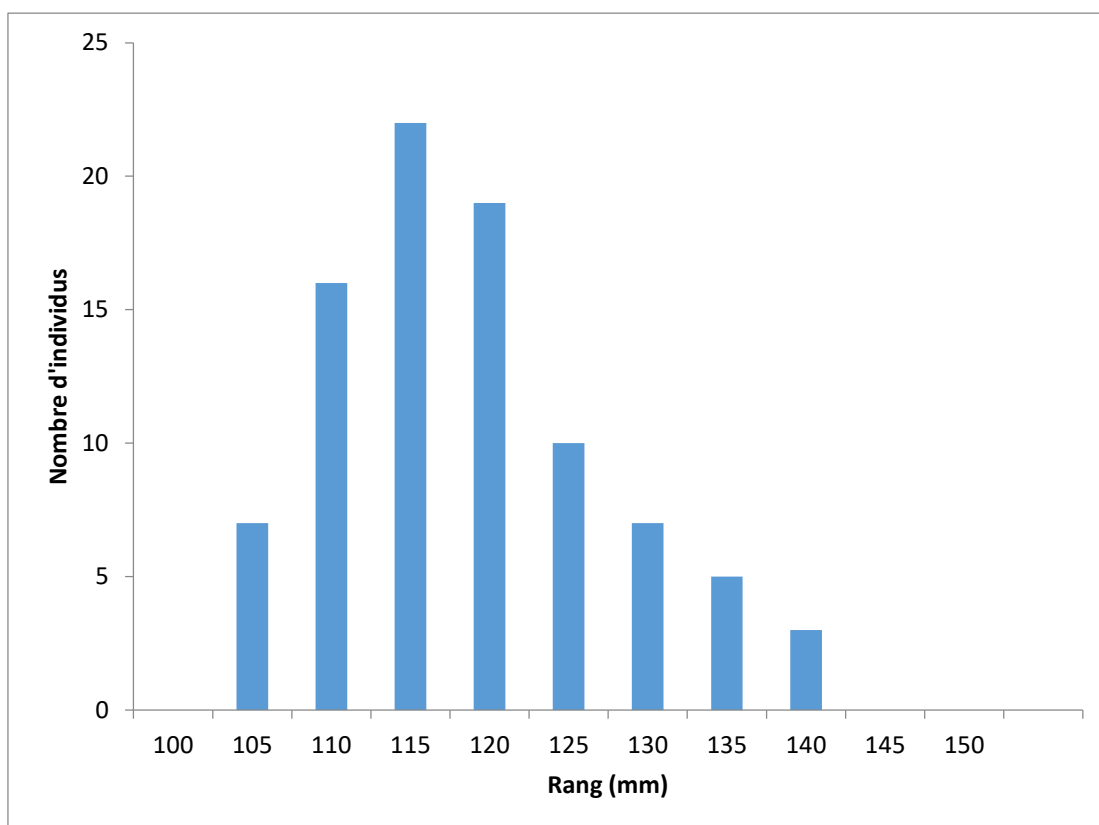


Figura: 4 Estructura de talles dels mascles de la població d'alburn del riu Saona. L'eix y representa el nombre d'individus i l'eix x el rang de longitud dels individus (en mm). Cada rang correspon a 5 mm de longitud.

En ambdós casos s'observava una sola cohort probablement com a conseqüència de l'alta mortalitat de l'hivern.

A la primavera, similar al que succeeix en els embassaments , la cohort més petita va créixer i eventualment, va resultar ser la única cohort durant la temporada de reproducció.

Pel que fa el pes dels individus en el cas del pes eviscerat, la mitjana va ser de 14,72 g i el rang de pes es trobava entre 7,15 i 34,4 g.

Composició de la dieta i paràmetres tròfics

El percentatge d'ocurrència dels diferents tipus de preses ha estat calculat mitjançant la fórmula següent:

$$\text{Occ} = (n/N) * 100$$

On n es refereix al nombre d'estòmacs que tenen la presa x, per exemple artròpodes terrestres i N fa referència al nombre total d'estòmacs analitzats. Tenint en compte que un 33,78% dels individus analitzats tenien l'estómac buit, N assoleix el valor de 98.

Els resultats en percentatge d'ocurrència s'indiquen a la (Figura 5)

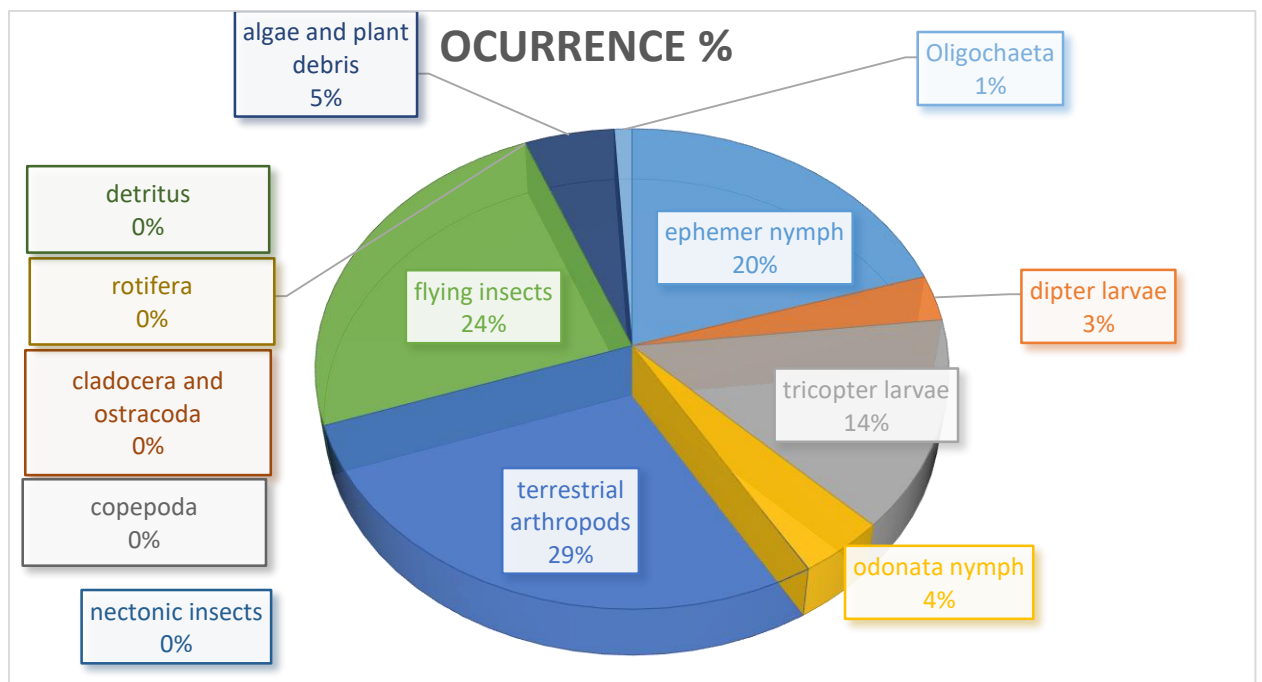


Figura 5: Diagrama circular en 3D del percentatge d'ocurrència de les preses de tota la població mostrejada d'alburn.

En la figura 5 es pot apreciar que el percentatge d'ocurrència dels artròpodes terrestres (29%) és el més important, seguit dels insectes voladors (24%), les nimfes d'efemeròpters (20%) i les larves de tricòpters (14%).

En menor proporció també s'ha observat que s'alimenten d'algues o restes vegetals (5%), de nimfes d'odonats (4%), de larves de dípters (3%) i també encara que en proporció ínfima, d'oligoquets (1%).

En el cas de rotífers, copepodes, cladòcers, insectes nectònics i detritus el percentatge d'ocurrència és d'un 0%.

El percentatge de biomassa ingerida va ser calculat mitjançant la suma total en g de cada presa / pes total ingerit de totes les preses *100.

Els resultats del percentatge de biomassa ingerida de la població estudiada es troben representats a la (Figura 6).

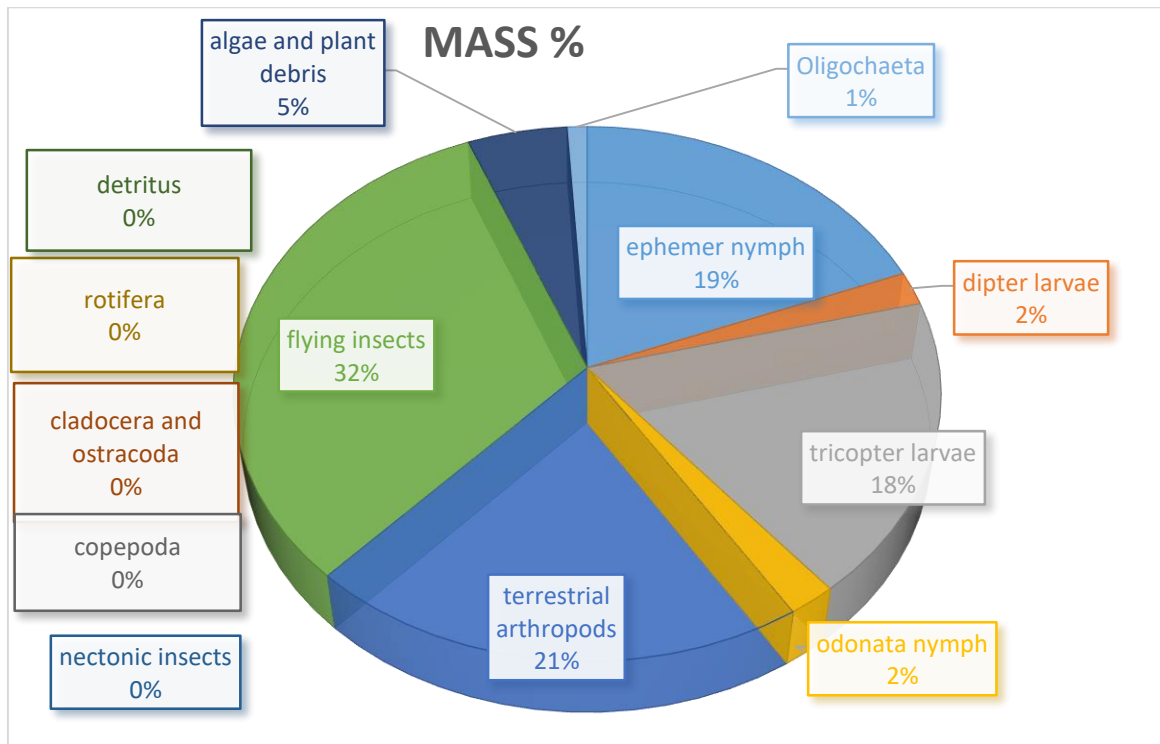


Figura 6: Diagrama circular en 3D del percentatge de biomassa ingerida de preses, de tota la població analitzada d'alburn.

Pel que fa a la biomassa total ingerida, s'observen diferències amb les dades analitzades d'ocurrència.

El grup que té més representació pel que fa a la biomassa ingerida són els insectes voladors (32%), seguit dels artròpodes terrestres (21%), les nimfes d'efemeròpter (19%), les larves de tricòpter (18%), algues (5%) i en menor proporció trobem els grups de larves de dípter i les nimfes d'odonats (2% respectivament) i per últim els oligoquets (1%).

Novament trobem que els rotífers, copèpodes, cladòcers, insectes nectònics i detritus presenten un percentatge del 0% , en aquest cas de biomassa ingerida.

Es varen realitzar una sèrie d' ANCOVA per determinar si hi havia diferències significatives ($p > 0,05$) en els paràmetres tròfics i l'índex de condició de Fulton entre els mascles i femelles de la població. Els càlculs dels índexs es troben descrits a la **(Taula 1)**

Taula 1: Mitjanes dels índex tròfics i de condició per a femelles i mascles . Entre parèntesi els valors de l'error estàndard o típic en

Sexe	Log_H mitjana	Log_S mitjana	Log_K mitjana	Log_B mitjana
Femelles	0,0001 (0,006)	0,007 (0,011)	0,941 (0,006)	0,0001 (0,042)
Mascles	0,023 (0,005)	0,026 (0,010)	0,970 (0,005)	0,104 (0,036)

Pel que fa als paràmetres tròfics, es a dir, la riquesa de preses, l'índex de Shannon i l'índex d'amplitud de nínxol tròfic no es van trobar diferències significatives entre mascles i femelles.

Contràriament va aparèixer en l'índex de condició física de Fulton (K) presentava diferències significatives entre mascles i femelles ($F=$; $p < 0,001$). A la **(Figura 7)** es poden observar les mitjanes ajustades transformades logarítmicament de l'índex de condició de Fulton per mascles i femelles.

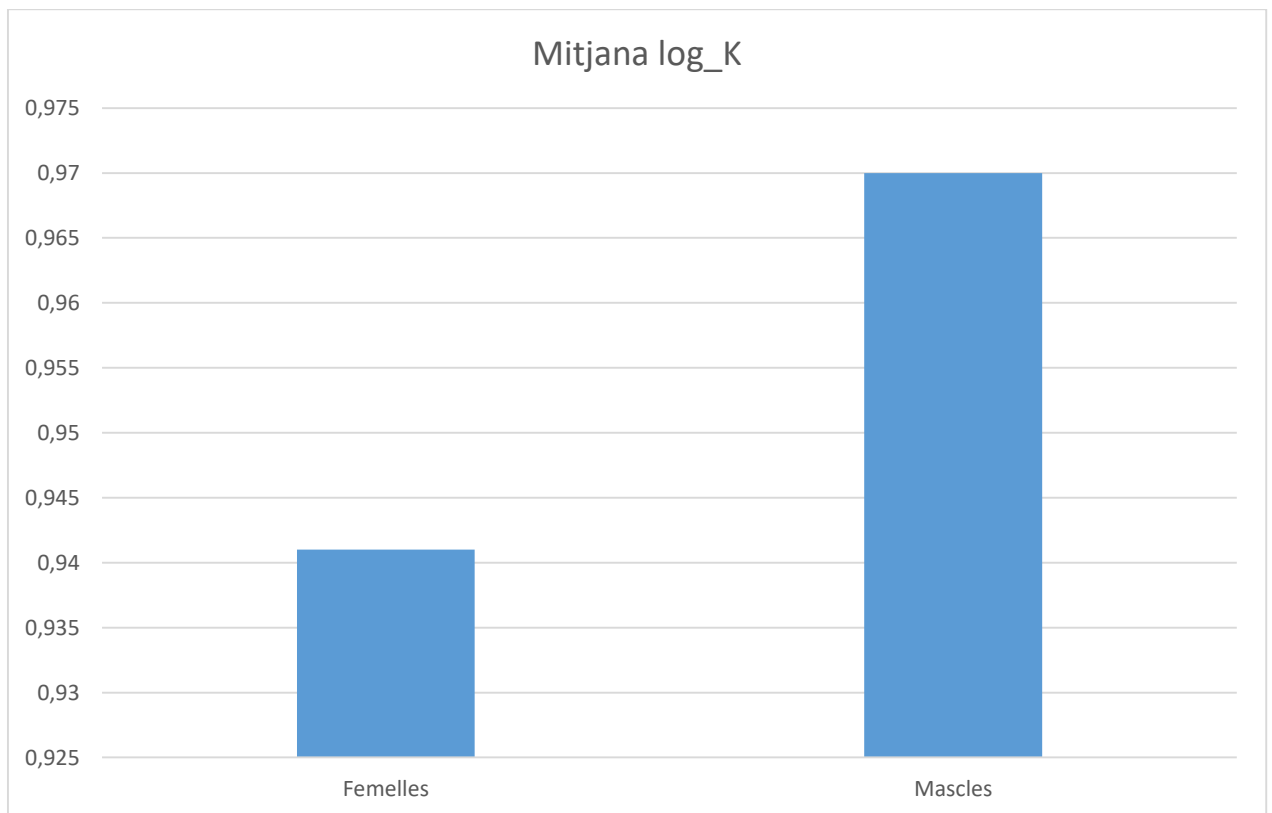


Figura 7: Gràfic de barres de les mitjanes ajustades transformades logarítmicament de l'índex de condició de Fulton (K) pels mascles i femelles de la població d'alburn estudiada.

Discussió

A partir de les dades obtingudes de percentatge d'ocurrència i de biomassa ingerida de preses podem observar que l'alburn es una espècie eurífaga, és a dir, que s'alimenta d'un ampli rang de preses, el que li pot conferir avantatge a l'hora de colonitzar nous hàbitats.

Si es comparen les dades de la població autòctona d'alburn del Petit Saona, amb d'altres estudis realitzats a diferents conques de la Península Ibèrica podem observar que en general a les conques on hi ha alburn com a espècie invasora encara hi ha una major diversitat de preses tant en ocurrència com en biomassa ingerida. (Almeida et al. 2017).

Tanmateix (Almeida et al. 2017) varen estudiar poblacions invasores d'alburn d'ambients lenítics com és l'embassament de Sierra Brava, on la regulació del flux deguda a l'estancament de l'aigua amorteixen les oscil·lacions en la hidrologia natural que ocorren en els rius, i això afavoreix l'alburn segons els seus requisits ecològics. A més, els embassaments són més càlids a l'hivern i més frescos a l'estiu que els típics rius mediterranis a causa del seu elevat volum d'aigua (Wetzel, 2001). Això determina que en embassaments trobem una menor abundància d'estomacs buits comparats amb els rius, tant en poblacions autòctones com al·lòctones.

Aquestes variacions estacionals afecten a la dieta dels peixos.

Segons (Almeida et al. 2013b), la ingesta de presa bentònica hauria de ser major en el riu, especialment durant la primavera, quan l'activitat del bentos és elevada degut al nivell alt en cursos d'aigua mediterrània, abans de la sequera estival. En canvi, en embassaments degut a una major disponibilitat hídrica, juntament amb una major estabilitat hidrodinàmica s'observava que els alburns s'alimentaven en major grau a la columna d'aigua (principalment zooplàncton). Aquesta estratègia d'alimentació vindria donada per adaptacions morfològiques pròpies de l'espècie com per exemple la boca súpera (Vinni et al. 2000); (Vasek i Kubecka, 2004).

En el present estudi això va quedar reflectit ja que la majoria de preses tant en ocurrència com en biomassa, pertanyen al grups d'insectes voladors, artròpodes terrestres així com nimfes d'efemeròpter o larves de tricòpter, és a dir espècies relacionades amb els substrat (bentos), ja que aquestes preses eren àmpliament disponibles i actives durant el període de mostreig (primavera) (Latorrre et al. 2016)

L'absència de preses zooplànctòniques (p.e. cladòcers o rotífers) en el nostre estudi més pròpies d'ambients lenítics com els embassaments (Vinni et al.2000), (Vasek i Kubecka, 2004); (Almeida et al. 2017) concorda amb el fet de que la població estudiada correspon a un ambient lòtic.

Per tant, l'alburn és capaç de canviar profundament els patrons naturals d'ingesta d'aliments adaptant-se a les condicions variables de flux en les aigües de l'habitat on es trobin. Això representa una gran avantatge per a espècies de peixos invasores.

Pel que fa a algues, material vegetal i detritus, representen un percentatge elevat en la dieta de poblacions al·lòctones tant en rius com en llacs (Almeida et al. 2016). Aquests aliments tenen menys contingut energètic i l'alburn els ingereix quan hi ha una forta restricció al ambient o escassetat d'altres preses (Chappaz et al. 1987) (Vinni et al. 2000). Aquest és un altre exemple de com pot ampliar l'espècie el seu nínxol tròfic en cas de necessitar-ho.

En el present estudi i d'acord amb (Garcia-Berthou i Moreno-Amich, 2000a), la quantitat d'ingesta de preses vegetals o detritus és més baixa, demostrant un cop més que una població autòctona ja establerta no necessita canviar tant la seva dieta, si ho comparem amb poblacions que han hagut de envair nous hàbitats on abans no era present.

Els ecosistemes fluvials són estructuralment més complexos que els embassaments, per tant, els recursos tròfics que els rius poden subministrar solen ser més diversos (Morley et al. 2008) (Terra i Araujo, 2011). En conseqüència, s'esperava trobar en aquest estudi un major nivell de diversitat tròfica.

Pel que fa als peixos més grans tenen una major eficiència per processar diferents recursos alimentaris a causa d'un sistema digestiu més desenvolupat (Mittelbach, 1981)(Kolkovski, 2001). Aquesta característica també va ser observada a la població autòctona del Petit Saona, on els exemplars més grans són els que tenien una riquesa de preses més elevada i per tant, una dieta més variada.

Les espècies endèmiques en general presenten reducció de nínxols tròfics (Sánchez-Hernández et al. 2011). De manera que, les espècies invasores i altament competitives com l'alburn (Latorre et al. 2016) solen desplaçar a les espècies autòctones obligant-les a canviar el seu comportament alimentari com seria el cas de l'espècie autòctona per exemple *Parachondrostoma miegii* en presència d'alburn (Almeida i Grossman, 2012).

Pel que fa a la proporció de sexes de la població analitzada, va resultar en un 39,9 % d'individus femella i un 60,1 % de mascles, dominant aquests la població estudiada.

Aquesta diferent proporció era esperable ja que les femelles d'alburn poden ser una presa preferent per als depredadors piscívors durant la primavera, perquè els ous són una valuosa font energètica. (Lee et al. 2009) Tanmateix, les femelles poden ser objectius fàcils pels depredadors mentre busquen llocs per a la posta, i els mascles, no (Britton i Moser 1982) (Cunningham et al. 2002).

Pel que fa a les diferències de condició (índex de condició de Fulton, K) entre mascles i femelles, s'esperava que els exemplars femella tinguessin un major índex de condició que els mascles degut a que teòricament el mostreig es va donar en ple període reproductiu, i per tant, les femelles haurien de tenir una condició més elevada degut a l'elevada inversió en reproducció.

Els resultats obtinguts no obstant, van mostrar que els mascles tenien un índex de condició més elevat que les femelles. Això s'explicaria pel fet de que els exemplars varen ésser capturats després del període de posta, el que explicaria que les femelles tinguessin una condició menor que els mascles.

Conclusions

The size structure of the analyzed population for both sexes follows a unimodal pattern, indicating that we find only one cohort. The size range for males is smaller than for females.

Regarding the diet, the studied population presents a generalist strategy where the variety of preys is high, which allows adaptation to the environmental changes that occur seasonally in lotic systems such as the Saona river.

In percentage of occurrence, terrestrial arthropods prevail in the diet (29%), followed by flying insects (24%), ephemeroptera nymphs (20%) and tricoptera larvae (14%), all of them benthic groups.

In percentage of ingested biomass, flying insects are dominant (32%), followed by terrestrial arthropods (21%), ephemeral nymphs (19%) and tricoptera larvae (18%), all of them intimately related to the substrate.

In both cases we observe that they do not feed on zooplankton preys as they do in lentic environments such as lakes and reservoirs.

Statistically no significant differences are observed in any of the diet-related parameters between the sexes, but they are noticed in their condition. Males have a better physical condition than females because the sampling was performed after the egg-laying period.

Bibliografia

Almeida, D., & Grossman, G. D. (2012). Utility of direct observational methods for assessing competitive interactions between non-native and native freshwater fishes. *Fisheries Management and Ecology*, 19, 157–166.

Almeida, D., Fletcher, D., Rangel, C., Garcia-Berthou, E., da Silva, E. (2017) Dietary traits of invasive bleak *Alburnus alburnus* (Actinopterygii, Cyprinidae) between contrasting habitats in Iberian fresh waters. *Hydrobiologia*, 795:23–33.

Almeida, D., R. Merino-Aguirre & D. G. Angeler, 2013b. Benthic invertebrate communities in regulated Mediterranean streams and least-impacted tributaries. *Limnologica* 43: 34–42.

Backe-Hansen, P. (1982). Age determination growth and maturity of the bleak *Alburnus alburnus* Cyprinidae in Lake Oyeren Southeast Norway. *Fauna Norvegica, Series A*, 3, 31- 36

BARUŠ, V., PROKEŠ, M., & ZUKAL, J. (1998). A biometric study of four populations of the bleak (*Alburnus alburnus*) from the Czech Republic. *Folia Zool*, 47(2), 135-144.

Biró, P. & I. B. Musko, 1995. Population dynamics and food of bleak (*Alburnus alburnus* L.) in the littoral zone of Lake Balaton. Hungary. *Hydrobiologia* 310: 139–149.

Brabrand A (1983). Distribution of fish and food of roach *Rutilus rutilus*, bleak *Alburnus alburnus*, bream *Abramis brama* and ruffe *Acerina cernua* in Lake Vansjø Southeast Norway. *Fauna (Oslo)* 36:57-64.

Britton, R.H., Moser, M.E., 1982. Size specific predation by herons and its effect on the sex-ratio of natural populations of the mosquito fish *Gambusia affinis* Baird and Girard. *Oecologia* 53, 146–151.

Cardona, L., Hereu, B., Torras, X. i Royo, P. 2002. Primera cita de l'alburnet (*Alburnus alburnus* L.) i noves dades sobre la presència de la madrilleta vera (*Rutilus rutilus* L.) a la Muga. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 70: 111- 112.

Carol, J., Benjam, L., Pou-Rovira, Q., Zamora, L. I Garcia-Berthou, E. 2003. Primera citació de brema blanca (*Abramis bjoerkna*) a Catalunya i noves introduccions de peixos exòtics (*Alburnus alburnus*, *Sander lucioperca* i *Silurus glanis*) a diverses conques catalanes. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 71: 135-136.

Chappaz, R., G. Brun & G. Olivari, 1987. Evidence for differences in feeding within a population of bleak *Alburnus alburnus* (L.) in the lake of St-Croix. The consequences for growth and fecundity. *Annales de Limnologie* 23: 245–252.

Cunningham, P.D., Brown, L.J., Harwood, A.J., 2002. Predation and Scavenging of Salmon Carcasses along Spawning Streams in the Scottish Highlands. Final Report, Scottish Natural Heritage.

Doadrio I. 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp 364.

García-Berthou, E. i R. Moreno-Amich, 2000a. Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) introduced to the Iberian Peninsula: feeding ecology in Lake Banyoles. *Hydrobiologia* 436: 159–164.

García de Jalón, D., Prieto, G. i Hervella, F. 1989. Peces Ibéricos de agua dulce. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Kolkovski, S., 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200: 181–201.

Lapina N N (1988). The reproductive biology of *Alburnus alburnus* from Koporskaya Guba on the Gulf of Finland Russian SFSR USSR. *Biologicheskije Nauki (Moscow)* 5: 47-51.

Latorre, D., G. Masó, A. Hinckley, F. Rubio-Gracia, A. VilaGispert & D. Almeida, 2016. Inter-population plasticity in dietary traits of invasive bleak *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) in Iberian fresh waters. *Journal of Applied Ichthyology* 32: 1252–1255

Lee, O.A., Olivier, P., Wolt, R., Davis, R.W., Weltz, F., 2009. Aggregations of sea otters (*Enhydra lutris kenyoni*) feeding on fish eggs and kelp in Prince William Sound, Alaska. *Am. Midl. Nat.* 161, 401–405.

Masó, F.G. (2012) Atributs biològics d'una espècie invasora, l'alburnet (*Alburnus alburnus*), a la Península Ibèrica. Projecte final de Màster en Ecologia Fonamental i Aplicada, Universitat de Barcelona i Universitat de Girona.

Mittelbach, G. G., 1981. Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegills. *Ecology* 62: 1370–1386.

Morley, S. A., J. J. Duda, H. J. Coe, K. K. Kloehn & M. L. McHenry, 2008. Benthic invertebrates and periphyton in the Elwha river basin: current conditions and predicted response to dam removal. *Northwest Science* 82: 179–196.

Oliva O (1979). Notes on age and growth of the bleak *Alburnus alburnus* Pisces: Cyprinidae. *Vestnik Ceskoslovenske Spolecnosti Zoologicke* 43 (3): 194-199.

Perez-Bote, J.L., Roso, R., Pula, H.J., Diaz, F. i Lopez, M.T. (2004) Primeras citas de la lucioperca, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) y del alburno, (*Linnaeus, 1758*) en las cuencas extremenas de los rios Tajo y Guadiana, SO de la Península Ibérica. *Anales de Biología*, 26: 93-100.

Politou, C.Y. (1993) Biology and dynamics of the fish *Alburnus alburnus* (L. 1758) in lake Koronia. Doctorate thesis, University of Thessaloniki, Thessaloniki, Hellas, 134 p.

Sánchez-Hernández, J., Vieira-Lanero, R., Servia, M. J., & Cobo, F. (2011). Feeding habits of four sympatric fish species in the Iberian Peninsula: keys to understanding coexistence using prey traits. *Hydrobiologia*, 667, 119–132.

Schiemer F, Bobek M, Gludovatz P, Loeschekohl A, Weimueller I & Martinetz M (1982). Trophic interactions in the pelagic zone of Lake Hafner Carinthia Austria. *Oesterreichische Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse Sitzungsberichte Abteilung* 191 (5-10): 209-230

Tachet, H., P. Richoux, M. Bournaud & P. Usseglio-Polatera, 2003. Invertébrés d'eau Douce. *Systématique, Biologie, Écologie*. CNRS Éditions, Paris.

Terra, B. F. & F. G. Araujo, 2011. A preliminary fish assemblage index for a transitional river-reservoir system in southeastern Brazil. *Ecological Indicators* 11: 874–881.

Vasek, M. & J. Kubecka, 2004. In situ diel patterns of zooplankton consumption by subadult/adult roach *Rutilus rutilus*, bream *Abramis brama*, and bleak *Alburnus alburnus*. *Folia Zoologica* 53: 203–214

Velasco, J. C. 2005. Peces. En: J.C. Velasco, M. Lizana, J. Roman, M. Delibes i J. Fernandez (eds.). *Guía de los Peces, Anfibios, Reptiles y Mamíferos de Castilla y León*. *Nayade*. Medina del Campo: 64.

Vinni, M., J. Horppila, M. Olin, J. Ruuhijarvi & K. Nyberg, 2000. The food, growth and abundance of five co-existing cyprinids in lake basins of different morphometry and water quality. *Aquatic Ecology* 34: 421–431

Vinyoles, D., García, E., Guadalupe, J., Capelli, I. 2008 La regressió de la madrilla (*Chondostroma miegii*) a Catalunya: Possibles interaccions comportamentals amb l'alburn (*Alburnus alburnus*). Informe final.

Vøllestad, 1985. Resource partitioning of roach *Rutilus rutilus* and bleak *Alburnus alburnus* in two eutrophic lakes in SE Norway. *Ecography* Volume 8, Issue 2: 88–92

Wetzel, R. G., 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Elsevier Academic Press, London.