



Ana Elguea, Lorena Flores, Sara García y Laura Márquez

Dirigido por: Eduard Ariza, Anna Soler, David Molina y Quim Pou i Rovira



RESUMEN

Los ecosistemas de alta montaña son considerados espacios naturales en buen estado de conservación, dado su aislamiento de los núcleos urbanos. Sin embargo, la realidad es que se encuentran amenazados por diversos factores, entre ellos las especies invasoras.

Este trabajo se centra en el impacto que un ciprínido, el piscardo (*Phoxinus sp.*), produce en los lagos de alta montaña del Pirineo, afectando tanto al Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici como al Parque Natural del Alt Pirineu. Además, se analiza el conocimiento de la población, tanto residente como visitante, sobre la problemática que este pez ocasiona en el medio y las afectaciones que produce en la población y en las administraciones.

Mediante el estudio de la dieta del piscardo en tres lagos de alta montaña, se concluye que su presencia en estos ambientes los altera negativamente; se produce un efecto en cascada en la cadena trófica, disminuyendo la diversidad de especies, aumentando la población de algas y llegando a eutrofizarlos. Gracias a la realización de encuestas y entrevistas se sabe que existe una falta de conocimiento de los ecosistemas lacustres de alta montaña, dado que un 85,6% de encuestados ubican los peces como organismos clave para la diversidad del medio. Por lo tanto, esta problemática es poco conocida por la población en general, haciendo énfasis en los visitantes a los parques. Asimismo, de la población local que conoce la problemática, un 9,4% está en contra de la acción de extracción de individuos, una iniciativa de mejora del ecosistema impulsada por la administración.

Existe una contradicción entre la legislación que regula la pesca deportiva y la conservación y protección del medio natural, por lo que es vital un diálogo entre los gestores encargados de estos espacios para compatibilizar ambas actividades.

Palabras clave:

- Piscardo (*Phoxinus sp.*)
- Alta montaña
- Eutrofización
- Dieta
- Desconocimiento
- Pesca
- Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici
- Parque Nacional del Alt Pirineu

ABSTRACT

Alpine ecosystems are considered natural areas in good conditions, given their isolation from urban areas. However, the reality is that they are threatened by several factors, including alien species.

This paper focuses on the impact of a cyprinid, the minnow (*Phoxinus sp.*), present in the Pyrenees alpine lakes, which is affecting both Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National Park and Alt Pirineu Natural Park. In addition, knowledge of the population (both residents and visitors) of the problems caused by this fish and how the authorities manage this issue, are analysed in.

Through the study of the minnow's diet in three alpine lakes, it is concluded that their presence in these environments alters them negatively; a cascade effect is produced in the lake's food chain, which decreases the biodiversity of them, this effect increases algae population, coming to the eutrophication. Thanks to the carrying out of surveys and interviews, it is said that 85,6% of respondents place the fish as a key point for the diversity of alpine lakes. Therefore, this problem is little known by the population, with emphasis on visitors to the parks. However, 9,4% of locals who know the problem are against to the removing actions of these fishes, an initiative for the improvement of these ecosystems done by the public administration.

There is a contradiction between fishing law and preservation of this type of ecosystem. Consequently, it is vital to reach an agreement to combine both activities.

Keywords:

- Minnow (*Phoxinus sp.*)
- Alpine
- Eutrophication
- Diet
- Lack of knowledge, unawareness
- Fishing
- Aigüestortes i Estany de Sant Maurici National Park
- Alt Pirineu Natural Park

INTRODUCCIÓN

La problemática de peces invasores en lagos de alta montaña, como pueden ser las truchas o los piscardos, es algo bastante extendido a nivel europeo (Hanel, L., 2011). Sin embargo, este trabajo se centra en el estudio de tres lagos de alta montaña del Pirineo Catalán ubicados en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (PNAESM) y en el Parque Natural del Alt Pirineu (PNAP) a modo de ejemplo sobre la problemática de las especies invasoras, centrándose en el *Phoxinus sp.*

Los ecosistemas lacustres de alta montaña que se estudian presentan una diversidad de especies determinada, concretamente, algas, plantas acuáticas, crustáceos, tritones, anfibios y aves, entre otros (Boletín LIFE+LIMNOPIRINEUS / Núm. 01 · Abril 2015). Pero estos ecosistemas se han visto alterados recientemente por las especies invasoras: salmónidos como la trucha común (*Salmo trutta*), la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), y ciprinídeos como el piscardo (*Phoxinus phoxinus*) (Miró & Ventura, 2015). Siendo este último el objeto de nuestro estudio.

El piscardo prefiere las aguas someras y de fondos pedregosos de ambientes fríos (Frost, 1943), y se caracteriza por un tamaño pequeño, una elevada capacidad de reproducción y se alimenta de crustáceos, algas filamentosas y otros macroinvertebrados acuáticos. Este fue introducido como alimento para las truchas y utilizado como cebo vivo (Puigcerver, 1989), hace unos 40 años y presumiblemente por pescadores franceses para la pesca deportiva (Miró, 2010).

El efecto que produce por lo general es la eliminación de gran parte de las especies de anfibios, la alteración de la composición de macroinvertebrados del litoral y del zooplancton, así como el aumento de la concentración de nutrientes, en parte debido a la resuspensión del sedimento. Esto último, junto a la disminución de crustáceos, favorece el crecimiento anormal de las algas, eutrofizando el lago y haciendo que el agua adopte una coloración verdosa (Buchaca *et al.*, 2016; Ventura *et al.*, 2016).

De hecho, actualmente un 62% de los lagos de alta montaña han sufrido la introducción de peces invasores, produciendo un fuerte efecto en cascada sobre las comunidades del epilíton del litoral de estos (Ventura *et al.*, 2016). Por esto, la administración ha estado realizando actuaciones de extracción de individuos de estos lagos, para mejorar el ecosistema que había sido modificado por la presencia del *Phoxinus sp.* (Boletín LIFE+LIMNOPIRINEUS / Núm. 01, abril 2015).

Justificación

Dados los conocidos efectos que producen estas especies invasoras en los lagos de alta montaña, es necesario un análisis cuantitativo de la afectación que

el piscardo genera en este ecosistema y con ello confirmar de qué manera el medio se ve alterado por esta especie. Así como concretar la relación entre la degradación de estos medios y la dieta del propio piscardo.

Asimismo, realizar un análisis social complementario sobre el conocimiento de la problemática puede aportar una visión completa. Y de esta forma, entender cuáles fueron los motivos para llegar a este punto e identificar el papel tanto de residentes como de visitantes respecto a esta.

Objetivos

Los objetivos son, por un lado, la descripción del impacto del *Phoxinus sp.* en los lagos de alta montaña, con el fin de intentar averiguar si hay una variación en el contenido de las muestras en función de la longitud, peso y género de los individuos. Además de estudiar el carácter selectivo de su dieta.

Y por otro lado, evaluar el nivel de conocimiento de la población sobre la problemática y los impactos del *Phoxinus sp.*

METODOLOGÍA

Ecología de los lagos

Para el estudio biológico se analiza el contenido digestivo del piscardo en los 3 lagos estudiados (figura 1). En este caso, 145 individuos del Xic de Travessani, 100 de la Bassa Nord de Delluï y 112 de Soliguera. Destacar que en estos lagos hay en el primero una población considerable de *O.mykiss* y *Phoxinus sp.*, alguna *O.mykiss* y *Phoxinus sp.* en el segundo, y en el último únicamente *Phoxinus sp.* (Buchaca *et al.*, 2016).

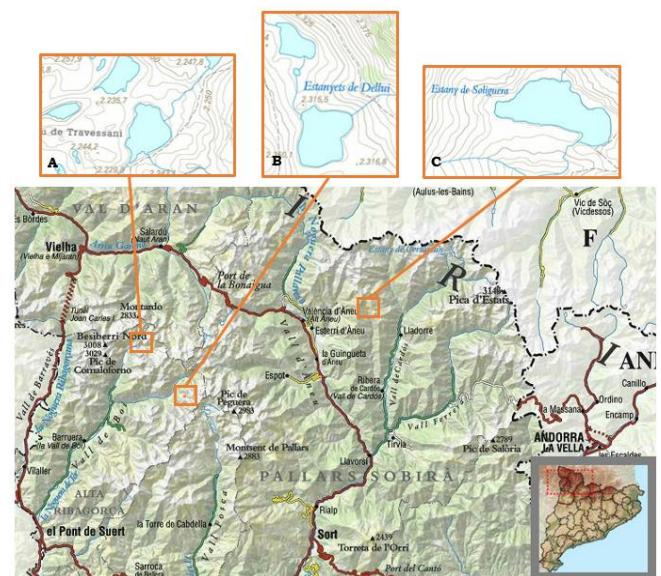


Figura 1. Mapa topográfico con la localización de los tres lagos estudiados [1:500.000]. A: mapa topográfico del Estany Xic de Travessani (centro); B: mapa topográfico del Estanyet Nord de Delluï (arriba); y C: mapa topográfico del Estany de Soliguera [1:10.000]. Fuente: composición propia a partir del Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Disección de los estómagos

De material de laboratorio se necesitan: la muestra del digestivo, etanol al 80%, placas de Petri, pinzas, aguja emmanejada, tijeras, cuenta gotas y lupa óptica.

La técnica de disección usada empieza por coger el frasco con el contenido y colocarlo en la placa de Petri con etanol. Seguidamente, y con ayuda de unas tijeras y pinzas se abre el digestivo debajo de la lupa, se realiza la identificación y el recuento de los diferentes organismos encontrados. Por último, se desechan los restos del digestivo y se guarda de nuevo en el frasco el contenido estomacal.

Para caracterizar el contenido se utiliza la guía ilustrada “Els macroinvertebrats dels rius catalans” (Puig, 1999) y los resultados se añaden a una tabla Excel.

Análisis estadísticos

A la hora de analizar los datos obtenidos se usan diferentes estadísticos. El primero de ellos es la Riqueza de especies (S) con el cálculo según el muestreo y la identificación de los individuos presentes en los lagos (Piñol & Martínez-Vilalta, 2006), este parámetro nos sirve para comparar la biodiversidad.

Se calcula también el Índice de Shannon (1) y el Índice de Simpson (2) para determinar la cantidad de especies presentes en las zonas de estudio (riqueza y abundancia) y el número de especies presentes en el hábitat respecto a la abundancia relativa.

Finalmente, se utiliza un Análisis de Componentes Principales (PCA) para determinar si hay una correlación entre el peso, la longitud y el género del piscardo con su dieta en los diferentes lagos. Así pues, la interpretación de los componentes principales de la PCA nos da la relación de estos con las variables iniciales (Terrádez, 2000).

Conocimiento de la problemática

Encuestas

Para analizar el grado de conocimiento de la población, tanto residente como visitante de ambos parques, se realizan encuestas en los pueblos de Boí y Espot en el PNAESM y en Llavorsí en el PNAP.

La encuesta se divide de dos partes, una primera más general donde se pregunta sobre el conocimiento de los ecosistemas que hay en estos. Y una segunda parte más específica, sobre el conocimiento de la problemática del piscardo y las acciones que está llevando a cabo la administración en los lagos de alta montaña.

Para analizar las encuestas se utiliza estadística básica de porcentajes para comparar el conocimiento de la temática entre residentes y visitantes.

Entrevistas

Como soporte al estudio se realizan entrevistas a diferentes profesionales con competencias relacionadas con nuestra temática: un agente rural del Pallars Jussà, un guía de pesca titulado y un investigador del Proyecto LIFE+ LimnoPirineus, entidad encargada de la mejora de estos ecosistemas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ecología de los lagos

Del estudio de digestivos, se clasifican los resultados en vacíos, con detritos y llenos. De los lagos Xic de Travessani, Bassa Nord de Dellui y Soliguera se encuentran vacíos un 75%, 71% y 66%; llenos un 21%, 24% y 22% y con detritos un 4%, 5% y 12%, respectivamente.

En la tabla 1 se muestra la cantidad de individuos encontrados en cada lago analizado. Para cada lago, el valor de riqueza (S) resulta en 7, 3 y 6, respectivamente.

Tabla 1. Presencia de presas en los digestivos de *Phoxinus sp.* analizados (individuos).

Lagos	Artrópodos						Moluscos	TOTAL
	Crustáceos	Insectos						
		Dípteros	Himenópteros	Efemerópteros	Tricópteros	Coleópteros		
Xic de Travessani	311	109	2	5	3	1	5	436
Bassa Nord de Dellui	503	82	-	5	-	-	-	593
Soliguera	205	18	2	2	2	1	-	230

Para dar valor a estos resultados, se calcula el Índice de Shannon representado en la figura 2.

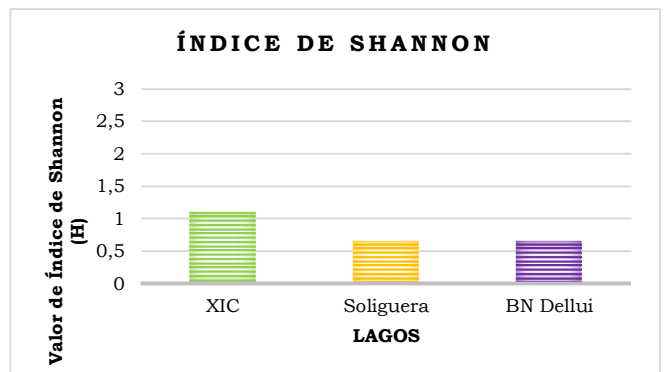


Figura 2. Representación del Índice de Shannon para los digestivos.

Se puede observar que el lago Xic de Travessani presenta mayor diversidad en comparación con los otros dos lagos. Esto se puede deber a la presencia de un curso fluvial que renueva tanto las aguas como los individuos del lago, además que en este hay una comunidad de truchas que mantiene un control sobre la población de piscardos al formar parte de su dieta

En contraposición, el lago Soliguera, que solo contiene piscardo, tiene el menor valor de diversidad. Además, presenta un valor de clorofila más elevado (Buchaca *et al.* 2016) cosa que concuerda con el efecto que produce el *Phoxinus sp.* en el ecosistema, el cual favorece a las algas que, en ausencia de los crustáceos que las regulen, proliferan ocupando la superficie del lago.

Este mismo lago presenta para el Índice de Simpson un valor de 0,80, indicando que hay un grupo dominante en los digestivos estudiados, siendo estos los crustáceos.

Por último, el lago Bassa Nord de Dellui presenta valores similares de diversidad a Soliguera. Esto es debido a que la comunidad de truchas que contiene no es significativa para ver los efectos sobre el comportamiento del piscardo.

En el cálculo de la FO se observa una gran diferencia entre los tres lagos respecto a las muestras analizadas de los digestivos y los datos de bentos proporcionados por LimnoPirineus. Mientras que en los digestivos destacan los crustáceos y los quironómidos (pupas), en el bentos predominan los oligoquetos y los quironómidos (larvas).

Este fenómeno se observa también en otras localizaciones del piscardo como especie invasora, dado que su comportamiento favorece el aporte de nutrientes por la resuspensión de las orillas y del fondo del lago (Næsted & Brittain, 2010).

Gracias a estos resultados, se comprueba como el piscardo causa un efecto en cascada trófica en los lagos de alta montaña en cuanto a su depredación sobre los

herbívoros, los crustáceos entre ellos (Sarnelle & Knapp, 2005).

Debido a los cambios que provoca el piscardo en el medio, y a los resultados de los digestivos, se realiza un estudio de la influencia de la longitud (edad), peso y género en relación a la dieta.

Los crustáceos son los grandes predominantes como presas, a pesar de que tanto en el bentos (LimnoPirineus) como en los datos de crustáceos plantónicos (Buchaca *et al.* 2016) estos valores son muy bajos. Por este hecho se estudia si hay una selectividad de presas según las características físicas de los individuos.

En las Figuras 3 se representa la PCA, donde se observa la distribución de los individuos de *Phoxinus sp.* en función de su dieta. A partir de estos resultados, no se muestra distinción entre ellos, de lo que se extrae que el piscardo se alimenta de los mismos organismos en los tres lagos, con pocas variaciones.

Por otro lado, y dando más valor a los resultados anteriores, la distribución del *Phoxinus sp.* en los ejes apenas es significativa teniendo en cuenta la distribución de *O.mykiss*, el cual presenta una dispersión mayor, indicando una variabilidad en la dieta considerable. Además, se aprecia un solapamiento de la dieta del *Phoxinus sp.* con otra especie de trucha, la *Salmo trutta*, hecho que muestra que existe una competencia por las presas entre ellas.

Asimismo, se lleva a cabo un Modelo Lineal General con el fin de relacionar el valor de cada factor respecto a la longitud, el peso y el género, para ver si hay una relación entre ellos. Este ha resultado demostrar que ninguno de los factores anteriores son determinantes en la dieta del *Phoxinus sp.*

Cabe añadir el hecho que en el lago en que no había depredadores (Soliguera) se encuentra un porcentaje más elevado de detritos en los digestivos, y que entre los piscardos no hay un control poblacional más allá de la

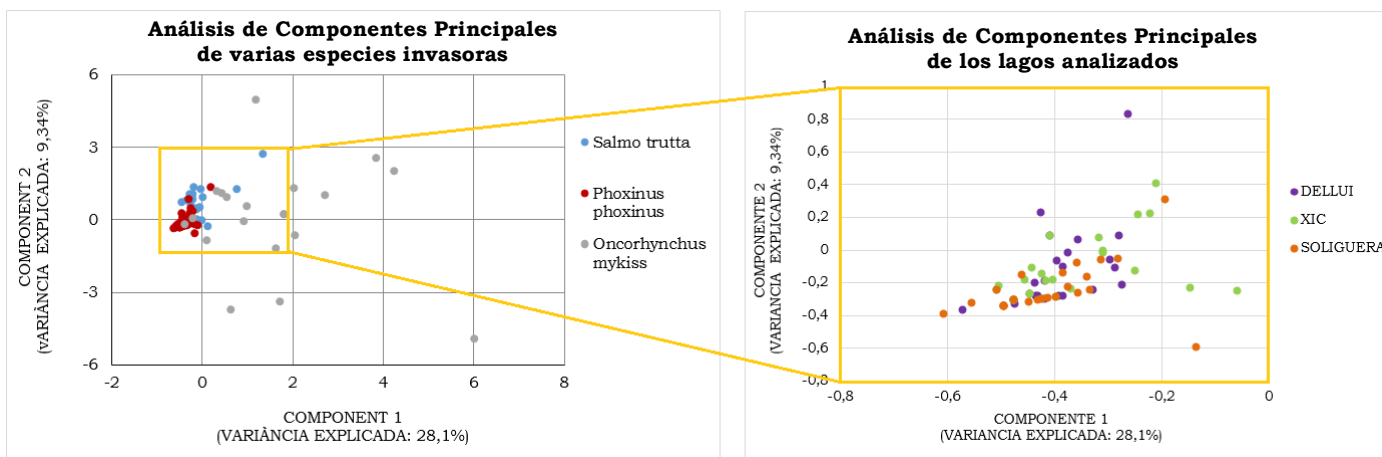


Figura 3. La izquierda se muestra la PCA de la distribución de individuos de diferentes especies de peces invasores en los lagos de alta montaña. A la derecha se observa la distribución de individuos del *Phoxinus sp.* dependiendo de la longitud y del peso. Fuente: Proyecto LIFE+ LimnoPirineus.

competencia interespecífica por los recursos. Esto implica que el efecto de este pez en el ecosistema es tan notorio que, con el tiempo, el lago llega a su estado de saturación, produciendo una disminución de diversidad de individuos en el ecosistema. Por este hecho se encuentra un mayor porcentaje de detritos, dado que se ven obligados a comer lo poco que queda en el fondo. (Marc Ventura, comunicación oral).

Como consecuencia, la dieta del piscardo se basa en aquello que se encuentre en mayor cantidad y que sea accesible, es decir, comen lo que pueden en mayor o menor medida.

Este impacto se corrobora en el lago Øvre Heimdalsvatn en Noruega, donde se ve la capacidad de esta especie para poblar con gran rapidez, alcanzando altas densidades. El efecto que produce a otras especies en estos lagos es la reducción del 35% de su abundancia, ratificando así el efecto del piscardo (Museth *et al.* 2010). Con esto se resalta las grandes implicaciones de esta especie en el medio natural lacustre de alta montaña.

Conocimiento de la problemática

En la Figura 4 se observa que, en las encuestas realizadas, los humedales son los ecosistemas más desconocidos en comparación con lagos, ríos y fuentes o surgencias. Estos últimos, pueden ser más importantes para la población por su fácil identificación a primera vista.

La falta de conocimiento de los humedales se corrobora con otros estudios pendientes de publicación sobre la percepción social de los ecosistemas acuáticos de alta montaña (Romagosa, 2017).

De la experiencia de las encuestas realizadas se extrae que estos datos pueden estar sesgados porque los ecosistemas acuáticos de alta montaña son poco diferenciados por la sociedad, dado que muchas veces son confundidos por ecosistemas acuáticos de altitudes inferiores.

Otro de los temas ligados al desconocimiento de los lagos de alta montaña, es la cuestión de la gran diversidad que albergan y, en concreto, de la presencia de crustáceos. Tan sólo un 10,2% de los encuestados

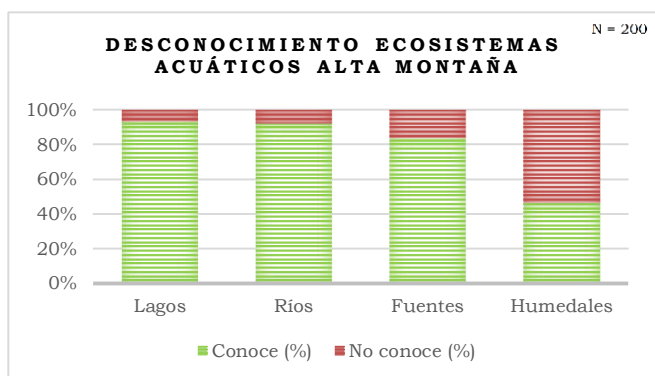


Figura 4. Desconocimiento de la población sobre los ecosistemas acuáticos de alta montaña.

ubica este grupo en los lagos de alta montaña y como ya se ha visto en el ámbito biológico del trabajo, son uno de los puntos clave en esta problemática. Además, un 88,9% de la población encuestada cree que los peces son especies autóctonas de los lagos de alta montaña.

En la Figura 5 se puede observar que el lago Closell está eutrofizado en A, mientras que en B está en su estado óptimo después de las acciones de mejora. La mayoría de la población considera que la imagen B era la que está en mejores condiciones, la que presenta más diversidad y la que tiene peces. No obstante, aquel que contiene peces corresponde a la imagen A. Así pues, un 85% de la población asocia la transparencia de las aguas de los lagos a un mejor estado de conservación, y a una mayor diversidad, incluyendo a los peces.

La asociación de los peces con los lagos de alta montaña viene dada por su presencia de forma natural tanto en lagos como ríos de la zona, pero en altitudes inferiores. Un ejemplo es el caso de la trucha común (*Salmo trutta*) autóctona del territorio, pero introducida por el hombre en los lagos de alta montaña. Por otro lado, otros salmónidos como la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), la trucha arcoíris, (*Oncorhynchus mykiss*) y ciprínidos como el piscardo son especies que directamente no son propias de los Pirineos. Esto nos indica que existe un enorme grado de desconocimiento en cuanto a la distinción entre las especies de peces invasores de los autóctonos según su distribución en los ecosistemas acuáticos.

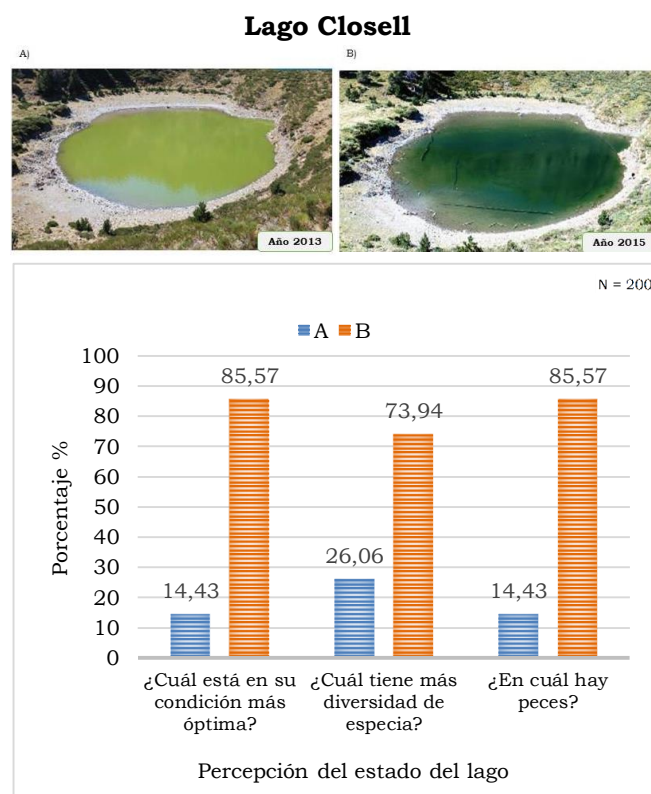


Figura 5. Comparación de las respuestas según la percepción sobre las imágenes del lago Closell. Fuente: fotografías del material didáctico de la Oficina Técnica del proyecto LimnoPirineus.

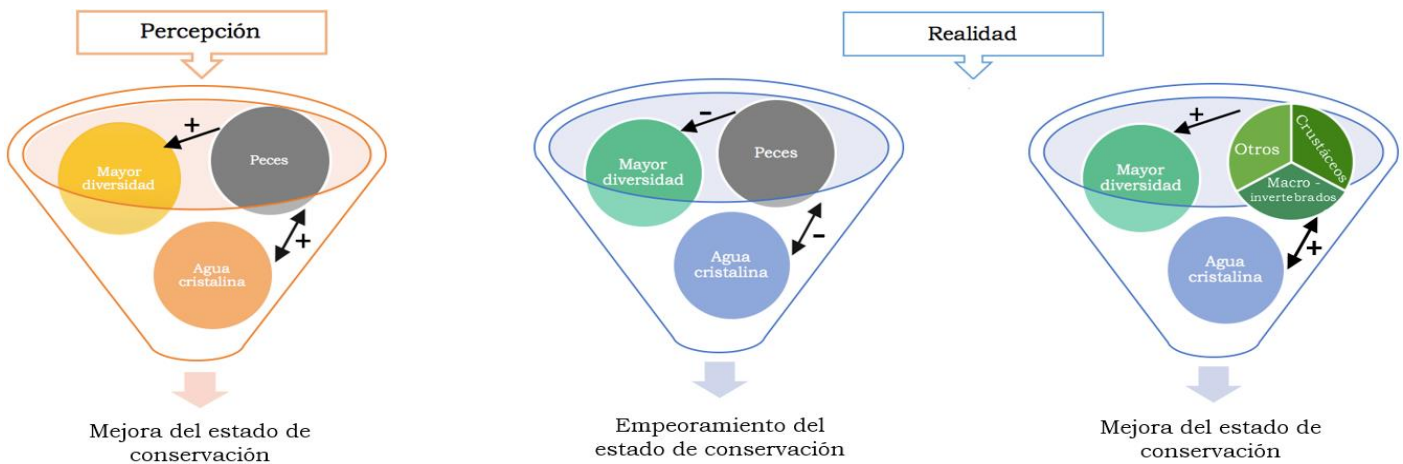


Figura 6. Comparativa entre la percepción de la población respecto a los lagos y de la realidad en presencia de piscardo y en condiciones óptimas

Es más, según el agente rural de Pallars Jussà entrevistado, la gente asocia los peces, en este caso en concreto las truchas, como un indicador de vida de estos lagos, sinónimo de mayor diversidad, hecho notoriamente distorsionado de la realidad (figura 6).

Como el ejemplo del lago Closell, que se comenta en la parte final de las encuestas, los ecosistemas después de la extracción de peces tienen una gran capacidad de retorno a su estado original. Esto da aún más sentido a las acciones de eliminación de estas especies invasoras. Así pues, las personas encuestadas, por lo general, no tienen objeciones a las acciones que se están llevando a cabo, lo que implica una cierta preocupación y conciencia social.

Comparando ahora el porcentaje del conocimiento de la problemática de los residentes frente a los visitantes se ven claras diferencias. Entre la población residente existe un mayor conocimiento, del 33,7% frente a un 9,5% de visitantes, esto nos indica que las acciones de difusión de la problemática entre los residentes, son adecuadas. Pero estas pueden seguir aumentando su eficacia dado que aún hay un porcentaje que no tiene constancia de ello.

Por otro lado, el número de personas que tienen objeciones es pequeño: 9,4% de los 53 residentes encuestados. Destacar que estas objeciones resultaron darse únicamente en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici. Este tiene una legislación más estricta que en el Parque Natural en cuanto a las actividades que pueden llevarse a cabo.

Esto coincide con los resultados obtenidos en .. estudio sobre percepción social mencionado anteriormente, en donde el número de personas que están de acuerdo con las acciones de extracción de peces llevadas a cabo por el Proyecto LIFE+ LimnoPirineus es elevado. Además, se puede decir que los visitantes tienden a tener valoraciones positivas (Romagosa, 2017) debido a que no se ven relacionados directamente con la problemática en los lagos.

En los Parques Nacionales la pesca está prohibida según la Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales que incompatibiliza la protección del medio con esta actividad, y en esto recaen las objeciones. El argumento principal en contra de las acciones de extracción es el hecho de que el proyecto tenga autorización para ello, mientras que la población pesquera no pueda hacerlo; anteriormente siendo este un lugar asiduo de pesca.

Además, desde la administración responsable de las mejoras del ecosistema, se emprende una causa para proteger, evitando la pesca, los lagos en los que se ha actuado dentro del Parque Natural del Alt Pirineu. Todo ello con tal de preservar las mejoras conseguidas gracias a las acciones de restauración en los ecosistemas lacustres y de concienciar sobre la importancia de la protección de los espacios naturales (Marc Ventura, comunicación oral).

Estas acciones de mejora sirven para tomar conciencia de la problemática y evitar una posterior introducción de especies invasoras en zonas similares a las del estudio. Pero dado el difícil acceso a estos lugares, se sabe que el turismo de pesca en estos lagos en la actualidad es menor y que, por lo tanto, sus efectos negativos también disminuyen progresivamente.

Hay otras zonas en las que existen casos parecidos al estudiado, como el Parque Nacional de Gran Paradiso (Italia), donde se han realizado medidas de implicación de la población en la extracción de peces (guía de pesca titulado, comunicación oral). Con esta medida se evita la idea de “¿por qué vosotros sí y nosotros no?” presente en un porcentaje de la población residente del Parque Nacional.

Esta gestión del Parque Nacional depende de la Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales, que incompatibiliza la protección del medio con la pesca, lo que impide la propuesta de colaboración mencionada anteriormente.

La Directiva de Hábitats (Directiva 92/43/CEE) y la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) europeas velan por la conservación de los espacios naturales, haciendo hincapié en llevar a cabo las medidas y acciones necesarias para mantener y mejorar el estado óptimo de estos medios. En este caso, ambas contradicen en cierto modo a la ley de Parques Nacionales en cuanto a la extracción de peces como medida correctora.

Asimismo, las especies invasoras son gestionadas en base al Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, recogido en la dentro de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, concretamente en el Real Decreto 630/2013. Este documento considera como tal a la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), y a la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), donde se informa sobre las estrategias de gestión, control y posible erradicación de estas mismas.

Sin embargo, existen excepciones de esta ley en las que la trucha de arroyo es considerada con una regulación especial para la actividad piscícola (Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, *Salvelinus fontinalis*). Del mismo modo, en la Ley de Ordenación sostenible de la pesca en aguas continentales, en su artículo 23 se hace una excepción a la trucha arcoíris en las repoblaciones destinadas a satisfacer la demanda de pesca en las zonas de pesca controlada intensiva.

Esto hace reflexionar sobre lo que pasará en un futuro, cuando el proyecto LIFE termine. Ya que es necesario un plan de gestión de recuperación de ecosistemas para que las medidas correctoras tengan un futuro favorable y para que abarcaran más puntos de actuación. Esto no es posible sin un diálogo entre los organismos gestores del parque. Por lo que, dada esta situación, es preciso consensuar los problemas de contradicción con la comunidad pesquera y la legislación actual para la compatibilización de estas actividades y la recuperación del medio.

CONCLUSIONES

En base a lo estudiado podemos confirmar que el piscardo es una causa de la progresiva eutrofización de los lagos de alta montaña. Especialmente cuando se encuentra como principal depredador ya que tiene un efecto en cascada trófica y ocupa nichos ecológicos de otros individuos autóctonos. Siendo causa así de la progresiva eutrofización de los lagos de alta montaña.

Por el contrario, en presencia de los depredadores del piscardo (truchas) y teniendo un flujo de agua con otros lagos, la presión del piscardo sobre el ecosistema es menor, lo que resulta en una mayor diversidad. Ejemplo de ello es el caso del lago Xic de Travessani.

No existe una correlación entre la longitud, peso y género en la variación de la dieta del piscardo y esta no se basa en la selección de las presas, sino que, debido a

la saturación de estos en los lagos, se alimentan de los pocos organismos que quedan.

Se concluye también que hay un desconocimiento general de los sistemas acuáticos haciendo hincapié en los humedales. En relación a los lagos de alta montaña se ha podido comprobar que hay una percepción errónea de su diversidad dado que el 88,9% de la población ubica los peces en los lagos de alta montaña, y tan solo un 10,2% considera que en ellos hay crustáceos. Además, se detectan confusiones a la hora de identificar un lago de alta montaña, así como para diferenciar que los peces presentes en esos lagos han sido introducidos y generan un impacto negativo.

Gracias a las medidas de difusión de la administración ha habido un cambio positivo en la mentalidad de la población. Pero aun habiendo un grado alto de aceptación, sigue estando presente un cierto rechazo ante las acciones de extracción de los peces por parte de un pequeño porcentaje de residentes del Parque Nacional.

Finalmente, se puede afirmar que existe una cierta contradicción respecto a la legislación referente a la conservación y protección de estos espacios naturales, por lo que es necesario un análisis conjunto que permita llevar a cabo las acciones necesarias para la recuperación de estos ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda de los tutores: el Dr. Eduard Ariza, la Dra. Anna Soler, el Dr. David Molina y el Dr. Quim Pou i Rovira, director de Sorelló, Estudis al Medi Aquàtic. Sus consejos y sugerencias han repercutido directamente en la mejora sustancial del trabajo, contemplando nuevos enfoques que han enriquecido el contenido del mismo.

También contamos con la colaboración de Marc Ventura, coordinador del Proyecto LIFE+ LimnoPirineus, y de Maria Àngels Puig, científica titular del CEAB-CSIC.

En último lugar, agradecer el tiempo invertido y la predisposición de los encuestados y entrevistados que han permitido llevar a cabo el análisis social de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Boletín LIFE+LIMNOPIRINEUS / Núm. 01 · Abril 2015

Buchaca, T; Ballesteros, E; Chappuis, E; Gacia, E; Gallés, A; Grau, B; Miró, A; Osorio, V; Pérez, B; Pou-Rovira, Q; Puig, M; Sabés, I; Ventura, M. (2016). Efectes de la presència de diverses espècies de peixos invasors en els estanys d'alta muntanya. *X Jornades Sobre Recerca Al Parc Nacional d'Aigüestortes I Estany Sant Maurici*.

Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. [Consulta 31 mayo 2017]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/1992/206/L00007-00050.pdf>

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. [Consulta 31 mayo 2017].

Frost, W. E. (1943). The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus*. *Journal of Animal Ecology*. <https://doi.org/10.2307/1374>

Hanel, L., Plesník, J., & Andreska, J. (2011). Alien Fishes in European Waters. *Aquatab.Net*, 148–185. Retrieved from http://aquatab.net/download/lampetra_1.pdf

Ley 22/2009, de 23 de diciembre, de Ordenación sostenible de la pesca en aguas continentales.

Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales. Boletín Oficial del Estado. (BOE-A-2014-12588)

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE-A-2007-21490).

Miró A., (2010), *Les truites als estanys dels Pirineus. Tradicions, vivències i implicacions per a la conservació*. Lleida. Pagès Editors.

Miró, A., & Ventura, M. (2015). Evidence of exotic trout mediated minnow invasion in Pyrenean high mountain lakes. *Biological Invasions*, 17(2), 791–803. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0769-z>

Museth, J., R. Borgstrøm, & J.E. Brittain. (2010). Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642: 93-100.

Naestad, F., & Brittain, J. E. (2010). Long-term changes in the littoral benthos of a norwegian subalpine lake following the introduction of the european minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Hydrobiologia*, 642(1), 71-79. doi: <http://dx.doi.org/are.uab.cat/10.1007/s10750-010-0160-8>

Piñol, J., & Martínez-Vilalta, J. (2006). *Ecología con números: una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación*. Barcelona: Lynx Editions.

Puig, M.A. (1999). *Els macroinvertebrats dels rius de catalans. Guia il·lustrada*. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient [Barcelona].

Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras (BOE-A-2013-8565).

Romagosa, F. (2017). *Avaluació de la percepció dels visitants i residents sobre els ecosistemes aquàtics d'alta muntanya. Informe inédito de la UAB para el CEAB-CSIC*.

Sarnelle, O. & Knapp, R.A. (2005). Nutrient recycling by fish versus zooplankton grazing as drivers of the trophic cascade in alpine lakes. *Limnology and Oceanography* 50: 2032-2042.

Silva, M.V., Hernández, R., & Medina, M. (2014). Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*, 16(2), 13–16.

Terrádez, M. (2000). Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD).