

Evidencias de regresión local del desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) en los Pirineos meridionales

Pere Aymerich^{1*} & Joaquim Gosàlbez²

1. C/ Barcelona 29, 08600 Berga, Barcelona, España

2. Departament de Biologia Animal, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal, 643, 08028 Barcelona, España

* Autor para correspondencia: pere_aymerich@yahoo.es

Resumen

Se han estudiado los cambios en la distribución y frecuencia de los micromamíferos semiacuáticos, entre los años 2000 y 2013-2014, de la red fluvial del parque natural Alt Pirineu, en los Pirineos meridionales. La especie prioritaria del estudio ha sido el desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*), pero también se han evaluado las frecuencias de los musgaños (*Neomys fodiens* y *Neomys milleri*) y la rata de agua (*Arvicola sapidus*), para las que los datos del año 2000 eran parciales. Es la primera vez que se realiza un estudio diacrónico sobre la frecuencia relativa del desmán a escala regional y aplicando un método idéntico en los dos muestreos. La metodología utilizada ha sido la detección de indicios de presencia de estas especies en 66 tramos fluviales, prospectados en los dos períodos considerados. Actualmente, los micromamíferos más comunes son los musgaños, presentes en casi todos los tramos (94%), seguidos del desmán (45%) y de la rata de agua (34%). Se ha constatado que el desmán presenta una regresión intensa en una subcuenca fluvial (Noguera de Cardós) y ha desaparecido en su cabecera. Esta regresión parece atribuible a cambios recientes en la gestión hidroeléctrica y se ha iniciado un seguimiento para evaluar esta hipótesis.

Palabras clave: *Arvicola*, *Galemys*, mamíferos semiacuáticos, *Neomys*, seguimiento.

Abstract

We have studied the changes in the distribution and frequency of semiaquatic micromammals in the river network of Alt Pirineu Natural Park (southern Pyrenees, Iberian Peninsula) between 2000 and 2013-2014. The priority of this work has been the Iberian Desman (*Galemys pyrenaicus*) but we also evaluated the frequency in Water Shrews (*Neomys fodiens* and *Neomys milleri*) and Southern Water Vole (*Arvicola sapidus*), for which 2000 data were incomplete. It is the first time that a diachronic study on the relative frequency of Iberian Desman takes place at regional level and using an identical method in the two surveys. The methodology was the detection of faeces of these species in 66 river sections, prospected in the two periods considered. The most common semiaquatic mammals were Water Shrews, present in almost all river sections (94%), followed by the Desman (45%) and the Water Vole (34%). We found an intense regression of the Desman in a river basin where this species was common in 2000 (Noguera de Cardós) and it is extinct in the upper basin of this river. This local regression is probably attributable to a recent change in the model of hydroelectric management and we started a survey to evaluate this hypothesis.

Keywords: *Arvicola*, *Galemys*, *Neomys*, semiaquatic mammals, survey.

Introducción

Se suele aceptar que el desmán ibérico *Galemys pyrenaicus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811) ha experimentado un declive que ha afectado tanto a su área de distribución como a la magnitud de sus poblaciones, motivo por el cual está catalogado como Vulnerable (VU) a escala global por la

IUCN (Fernandes *et al.* 2008). Sin embargo, los datos que confirmen esta regresión son escasos, en buena medida porque una parte importante de lo que se ha publicado sobre su distribución es poco fiable, de interpretación discutible o excesivamente fragmentario (Aymerich *et al.* 2013). Aparentemente, tan sólo resultarían incuestionables las informaciones que indican su extinción total en

grandes zonas, lo que habría sucedido básicamente en partes del Sistema Central ibérico (Gisbert & García 2014). En cambio, resulta bastante complicado o inviable evaluar si se han producido regresiones locales, en el área de ocupación o en la abundancia, dentro de sectores geográficos en los que la especie se mantiene presente. La causa principal de esta dificultad es la baja calidad de las informaciones sobre su distribución hasta las dos últimas décadas -y en muchos sectores hasta la actualidad- y la ausencia casi total de datos sobre su abundancia, lo que hace que casi no se disponga de referencias fiables en base a las cuales evaluar los cambios temporales.

Los estudios que reflejan con fidelidad el área de distribución de la especie a escala regional, en un período corto de tiempo y utilizando una metodología estandarizada, son aún relativamente escasos y se han generado en el último cuarto de siglo (Bertrand 1994, Queiroz *et al.* 1998, Aymerich *et al.* 2001, Aymerich 2004, Aymerich & Gosálbez 2004a, Fernández *et al.* 2014a, 2014b). Estas son las informaciones que, potencialmente, pueden proporcionar datos más fiables sobre los cambios en el área de presencia de la especie, aunque deberían ser ponderados con los conocimientos recientes que indican que el desmán no es una especie territorial y puede tener una dinámica espaciotemporal cambiante a escala local (Melero *et al.* 2012, 2014, Aymerich & Gosálbez, 2014). Recientemente se ha publicado alguna información en este sentido, aunque con limitaciones debidas al uso de metodologías no idénticas entre los dos muestreos temporales, lo que dificulta la interpretación de los resultados. Es el caso de los datos preliminares obtenidos con el Plan Nacional para el desmán en Francia (Anónimo 2014), que sugieren una regresión importante, pero hay que tener en cuenta que el primer muestreo (Bertrand 1994) se basó en la identificación morfológica de excrementos y se discriminaron los de *Galemys* y *Neomys* por el tamaño -lo que provocó seguramente confusiones- y en el segundo sólo se han considerado positivas las heces confirmadas genéticamente. A escala más local, tampoco son de fácil comparación los datos recientes de Fernández *et al.* (2014a) en la cuenca del Tâmega (norte de Portugal) y los de Queiroz *et al.* (1998) en la misma cuenca, pues aunque los dos trabajos se basan en la prospección de excrementos, las intensidades de muestreo fueron muy diferentes.

En el presente artículo se exponen los resultados del que, según la información disponible, es el primer estudio diacrónico sobre la distribución del desmán que se ha realizado utilizando metodologías básicamente idénticas. En el año 2000 se realizó en Cataluña un muestreo sistemático de desmán basado en la prospección de excrementos en 409 tramos fluviales (Aymerich *et al.* 2001), usando la metodología iniciada años antes en Francia y Portugal (Bertrand 1994, Queiroz *et al.* 1998), si bien con mayor intensidad sobre el territorio. Los datos obtenidos en ese muestreo constituyen una buena base para evaluar los cambios temporales en la distribución de la especie. Transcurridos 10-15 años, consideramos conveniente una actualización de la información que, a causa de las limitaciones presupuestarias, por ahora sólo ha resultado viable de modo parcial, en el ámbito del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Aunque este ámbito de estudio es limitado, abarca la mayor parte del sector más importante para el desmán en Cataluña y en los Pirineos meridionales (la extensa red fluvial de la cabecera del Noguera Pallaresa, con un 40,5% de tramos positivos en el 2000) y se ha revisado un 16% del total de tramos muestreados en el 2000, por lo que los resultados se pueden considerar de un valor bastante indicador.

Además de permitir evaluar los cambios en la distribución del desmán, esta nueva prospección también ha aportado información de interés sobre la frecuencia de otros micromamíferos semiacuáticos: el musgano (*Neomys* sp.) y la rata de agua (*Arvicola sapidus*, Miller 1908), esta última actualmente amenazada en Cataluña y con los principales refugios en los Pirineos. Considerando la escasez general de datos sobre estas especies, también se comentan algunos resultados, como información complementaria.

Material y métodos

El área de estudio es el Parc Natural de l'Alt Pirineu y su periferia inmediata. Este espacio protegido fue creado en el año 2003 y abarca una superficie de casi 70.000 ha en la vertiente meridional de los Pirineos centrales. Hidrográficamente, la mayor parte del territorio se sitúa en la cuenca del río Noguera Pallaresa y comprende los tres valles principales de su cabecera; una pequeña zona marginal, en el extremo este, corresponde a la cuenca del Segre, del que es afluente el Noguera Pallaresa, y ambos son

afluentes del Ebro. En los análisis se han distinguido 8 subcuencas: 4 grandes (alto Noguera Pallaresa estricto, Noguera de Cardós, Noguera de Vallferrera y Romadriu) y 4 pequeñas (Unarre, Baiasca, Cantó y Os, esta última ya en la cuenca del Segre). Los cursos de agua son permanentes y tienen en general un régimen nivopluvial, con caudales máximos después del deshielo (mayo-junio) y mínimos en invierno. Una parte considerable de estos cursos tiene el caudal regulado por infraestructuras hidroeléctricas, especialmente en la subcuenca del Noguera de Cardós y en menor medida en las de Noguera de Vallferrera, Unarre y Romadriu. En los fondos de valle hay afecciones puntuales a la calidad o la cantidad de agua, derivadas de captaciones para el consumo residencial y agrícola o a vertidos de contaminantes orgánicos.

Los micromamíferos semiacuáticos de estos cursos de agua son el desmán (*Galemys pyrenaicus*), la rata de agua (*Arvicola sapidus*) y dos especies de musgaños, *Neomys fodiens* (Pennant, 1771 y *Neomys milleri* Mottaz, 1907 (*N. anomalus milleri* según otros autores). En relación a esta última especie, conviene precisar que datos genéticos recientes (Igea *et al.* 2015) demuestran que corresponden al taxón o linaje europeo *N. milleri* y no al ibérico (*N. anomalus* Cabrera, 1907, en sentido estricto). Está presente también la nutria *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758), hay poblaciones importantes de mirlo acuático *Cinclus cinclus* (Linnaeus, 1758) y de trucha común *Salmo trutta* Linnaeus, 1758, que es el único pez autóctono.

Los tramos prospectados que se han utilizado para analizar los cambios temporales en la distribución son 66. Estos tramos fueron prospectados una vez en el año 2000 y se repitieron también una vez en 2013-2014; en ambos periodos la época de prospección fue entre la segunda mitad del verano y el inicio de otoño. El número de tramos prospectado en cada subcuenca se indica en la Tabla 2. Complementariamente, para validar la fiabilidad de los resultados negativos obtenidos en el año 2013 en la subcuenca de Cardós, en el año 2014 se repitió el muestreo de todos los tramos de esta subcuenca y la prospección se amplió a 7 tramos adicionales, de mayor longitud.

El método de prospección para el desmán fue el mismo que en el año 2000, y básicamente es el que se usa de modo rutinario en los muestreos basados en la detección de excrementos (Queiroz *et al.* 1998, Aymerich & Gosàlbez 2014). Este método permite obtener resultados fiables sobre la

distribución y la frecuencia relativa de la especie a escala de subcuenca o de curso fluvial, si el esfuerzo es suficiente y el equipo de muestreo está cualificado. Por el contrario, el método no sirve para obtener datos sobre abundancia. Los tramos prospectados tuvieron una longitud de entre 250 y 300 m, con la excepción de los tramos complementarios de 2014 en la subcuenca de Cardós, que fueron más largos (500-1000 m). Se consideró positivo un tramo si se encontró por lo menos un excremento típico de la especie en base a criterios morfológicos y olfativos, que son altamente fiables y suficientes para verificar la presencia en la gran mayoría de tramos si el equipo de prospección es experimentado (Aymerich & Gosàlbez 2014). En los pocos casos en los que no se encontró ningún excremento típico en un tramo, la verificación se hizo mediante el análisis de pelos contenidos en las heces. Excepcionalmente se recurrió al análisis genético para asignar algunos excrementos dudosos hallados en la subcuenca de Cardós, con el fin de maximizar la probabilidad de detección de la especie en esta subcuenca, pero esta metodología no se generalizó porque no estaba disponible en el año 2000 y por considerarla innecesaria en la mayor parte de los casos.

La prospección de *Arvicola sapidus* y *Neomys* se realizó en los mismos tramos y también se basó en la prospección de excrementos. Este método es muy eficaz para detectar la presencia de musgaños (Aymerich & Gosàlbez 2004b) pero no permite distinguir entre las dos especies que habitan en la zona de estudio; la identificación específica requiere el uso de técnicas moleculares, que se aplicaron a una parte de las muestras y sugieren que la especie más común es *N. fodiens*, pero los resultados no se exponen en el presente artículo. En lo que concierne a la rata de agua, también se tuvo en cuenta algún resto de alimentación, pero no las galerías excavadas en tierra, pues sólo interesaban los indicios de presencia reciente. En 2013-2014 se realizó una prospección específica de *Neomys* y *Arvicola*, mientras que en el 2000 sólo se obtuvieron datos colaterales durante la prospección de desmán. El esfuerzo diferente en los dos periodos no permite evaluar con fiabilidad los cambios experimentados, por lo que nos limitamos a algunos comentarios descriptivos.

Para analizar los cambios temporales del desmán, a nivel descriptivo, los resultados obtenidos en los dos periodos de prospección se han comparado según las frecuencias de tramos positivos en el área de estudio y en cada subcuenca, y también se han

tenido en consideración los cambios tramo por tramo. Estadísticamente, los cambios temporales en la frecuencia del desmán se analizaron en relación a los años (2000 y 2013) y a la subcuenca mediante un modelo generalizado (GLM). La presencia o ausencia de la especie se ajustó a una distribución binomial en relación a las dos variables mencionadas con y sin interacción. En primer lugar, el análisis se realizó considerando todas las subcuencas prospectadas y, en una segunda fase, teniendo en cuenta sólo aquellas subcuencas con más transectos (Noguera Pallaresa, Noguera Vallferrera, Romadriu y Noguera de Cardós).

Resultados

Según los datos de la prospección de 2013-2014 (Tabla 1), los micromamíferos acuáticos más frecuentes en el conjunto del área de estudio son los musgaños (*Neomys sp.*), detectados en la gran mayoría de tramos (93,8%), seguidos del desmán (*Galemys pyrenaicus*), que se localizó en casi la mitad (45,3%), y la rata de agua (*Arvicola sapidus*), que es la especie menos frecuente (34,4%) y de

distribución más irregular. Éste es también el orden de frecuencia que siguen estas especies en casi todas las subcuencas, con la excepción de la de Baiasca, donde el desmán está ausente, y de la del Noguera de Cardós, donde el desmán ha pasado a ser la especie más rara en 2013-2014, si bien en 2000 tenía una frecuencia media-alta (Tabla 2). En los años 2013-2014 los musgaños fueron más detectados que en el 2000, tanto si se considera el conjunto del área como las diversas subcuencas (Tablas 1 y 2), incremento atribuible al mayor esfuerzo de prospección específico para musgaños. En cambio, este esfuerzo adicional no permitió incrementar la detección de *Arvicola sapidus*, que presenta cambios heterogéneos según las subcuencas (Tablas 1 y 2).

Si se comparan los resultados de 2000 y 2013-2014, *Galemys pyrenaicus* presenta en el conjunto de la zona una reducción de presencia del 12,5%, si se considera el total de los tramos prospectados (Tabla 1). Estadísticamente, esta reducción no fue significativa evaluando los resultados para el conjunto de las subcuencas (p -valor $> =0,9$) pero sí cuando se evalúan sólo los resultados para las subcuencas con más de tres tramos prospectados por año (p -valor = 0,013).

Tabla 1. Frecuencia de detección (% de tramos positivos) en el conjunto del área de estudio en los dos muestreos y variación del porcentaje observado (n=66 tramos).

Especie	% presencia 2013-2014	% presencia 2000	% cambio 2000-2014
<i>Galemys pyrenaicus</i>	45,3	57,8	-12,5
<i>Neomys sp.</i>	93,8	51,6	+42,2
<i>Arvicola sapidus</i>	34,4	31,8	+2,6

Tabla 2. Frecuencias de detección (% de tramos positivos) en cada subcuenca en los dos muestreos realizados.

SECTOR	Tramos (n)	<i>Galemys</i>		<i>Neomys</i>		<i>Arvicola</i>	
		2000	2014	2000	2014	2000	2014
N. Pallaresa	12	33,3	58,3	83,3	83,3	16,7	16,7
Unarre	3	100	66,7	33,3	100	0	66,7
N. Cardós	15	60,0	6,7	60,0	93,3	60,0	33,3
N. Vallferrera	15	60,0	53,3	46,7	100	26,7	46,7
Baiasca	3	0	0	66,7	100	33,3	33,3
Romadriu	10	40,0	50,0	40,0	80	20,0	30,0
Cantó	5	100	60,0	0	100	20,0	0
Os	3	100	100	0	100	66,7	66,7

Cuando se analizan los cambios temporales del desmán por subcuencas (Tabla 2) los resultados son muy diversos: hay dos cuencas sin cambios aparentes (Baïasca y Os), dos con incrementos (Noguera Pallaresa superior y Romadriu), una con reducción leve (Noguera de Vallferrera), dos con reducción marcada (Unarre y Cantó) y una con reducción muy intensa (Noguera de Cardós). El análisis estadístico de las cuatro subcuencas con más de tres tramos prospectados por año predijo un incremento significativo del 54% en Noguera Pallaresa (p -valor = 0.017) y una reducción del 60% en la del Noguera de Cardós (p -valor = 0,013) mientras que no se aprecian diferencias significativas para las otras dos subcuencas más muestreadas (Vallferrera y Romadriu).

Geográficamente, estos cambios temporales sólo presentan una agrupación coherente en la subcuenca de Cardós, donde se registra una regresión continua del desmán sobre tramos fluviales muy largos. Estos datos se obtuvieron en 2013, y la repetición en 2014 del muestreo confirmó la baja presencia actual del desmán en esta subcuenca, ya que se obtuvo idéntica frecuencia en los dos años y en ningún tramo de la prospección ampliada se detectó desmán. Según estos resultados, el desmán ha desaparecido en la cabecera de la subcuenca -por encima de Tavascandonde en el año 2000 tenía una frecuencia alta, manteniéndose de modo residual en el río Noguera de Cardós por debajo de Tavascan y, con una frecuencia mayor, en un afluente lateral (río de Estaon). En el resto de subcuencas, en general sólo se observan desapariciones o incrementos aparentes que afectan a tramos puntuales situados dentro de un área de presencia de la especie más o menos continua.

Los datos comentados hasta ahora se refieren básicamente a las frecuencias y a cambios mesoescales, en el conjunto del área de estudio o por subcuencas. A escala puntual (tramos concretos)

y si se contemplan sólo las zonas donde parece existir una cierta estabilidad (excluyendo por tanto la subcuenca de Cardós), los cambios en la localización de estos micromamíferos semiacuáticos presentan diferencias. En estas zonas la relocalización en 2013-2014 de desmán en los tramos positivos del año 2000 es alta (casi un 80%) pero no absoluta (Tabla 3). En cambio, la relocalización en los mismos tramos de los musgaños es cercana al 100% y mucho menor (38%) para la rata de agua. Estos datos sugieren que la fidelidad en el uso temporal de tramos concretos es máxima en los musgaños, media-alta en el desmán y baja en la rata de agua, lo que incidiría en su probabilidad de detección de cada especie cuando se hacen estudios de distribución diacrónicos.

Discusión

Cambios en la distribución y frecuencia del desmán

De acuerdo con la información disponible, en este trabajo se presentan por primera vez datos fiables sobre los cambios a medio-corto plazo en la distribución mesoescalar del desmán ibérico, obtenidos al aplicar una misma metodología a los mismos puntos de estudio. Los resultados indican cambios temporales en la frecuencia de la especie en el área de estudio, con una reducción significativa. Los cambios observados se concentran en dos subcuencas, la del Noguera Pallaresa superior y la del Noguera de Cardós. En otras subcuencas los cambios detectados son menores y se podrían explicar por factores aleatorios en la detección puntual del desmán, amplificadas por el tamaño de muestra bajo en los casos de los ríos Unarre y Cantó.

En el Noguera Pallaresa el análisis de los resultados sugiere un incremento notable, pero consideramos que no es real y que se explica básicamente por la

Tabla 3. Cambios detectados en 2013-2014 en tramos individuales que resultaron positivos en 2000, y porcentaje de relocalización en un tramo concreto entre los dos muestreos. Se excluyen los datos de la subcuenca del Noguera de Cardós, donde el desmán presenta una regresión extensiva.

	Tramos (n)	Sin cambios (n)	Desaparición (n)	% Relocalización
<i>Galemys pyrenaicus</i>	32	25	7	78,1
<i>Neomys</i> sp.	34	33	1	97,0
<i>Arvicola sapidus</i>	21	8	10	38,1

detección de la especie, en 2013, en dos afluentes laterales negativos en 2000. Hay que tener en cuenta que en estos afluentes se prospectó un único tramo y en consecuencia la probabilidad de detección en un momento concreto era bastante aleatoria. En este sentido, cabe recordar que la metodología de prospección basada en excrementos tiene como objetivo básico detectar al desmán a escala de subcuenca, pero que a escala de río sólo se considera fiable si se prospectan un mínimo de tramos (según nuestra experiencia 3-4 para cursos de agua con las características de esos afluentes del Noguera Pallaresa).

Por el contrario, en la subcuenca del Noguera de Cardós la regresión es clara, porque afecta de modo homogéneo a una red fluvial extensa y se ha confirmado con nuevos muestreos y un aumento de los tramos de prospección. En esta subcuenca, además de la regresión general, se constata una desaparición en la zona de cabecera, que está separada del resto de la red fluvial por el embalse de Tavascan. Esta extinción local se ha producido de modo inesperado y rápido en un período de unos 10 años, ya que por lo menos hasta 2004 era muy fácil detectar la presencia del desmán en la zona, realizando un esfuerzo mínimo. Se trata de la primera vez que se constata, inequívocamente y en un periodo tan corto, una extinción local del desmán ibérico, acompañada de una regresión intensa general en la subcuenca.

Posibles causas de la regresión en el Noguera de Cardós

La regresión intensa del desmán en la subcuenca de Cardós fue para los autores un resultado imprevisto y alarmante. Es muy preocupante porque ésta era una de las pocas subcuencas fluviales de una cierta entidad -con un red fluvial compleja y un mínimo de 15 tramos prospectados- en las que en el muestreo del desmán en Cataluña del año 2000 (Aymerich *et al.* 2001) se superó un 50% de tramos positivos. Con los resultados de ese año, sin duda se podía considerar una de las mejores redes fluviales para el desmán, sólo comparable a la vecina del Noguera de Vallferrera y al conjunto de la cuenca superior del río Garona en el valle de Aran, ésta ya en la vertiente norte de los Pirineos.

En una primera evaluación, estimamos cuatro factores de perturbación que habrían podido tener incidencia sobre las poblaciones de desmán. En 2009, un vaciado de fondo del embalse de Tavascan

causó la liberación de lodos anóxicos y se produjo una mortalidad masiva de truchas en el río Noguera de Cardós. Con toda probabilidad también afectó a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos e indirectamente al desmán, que se alimenta de ellos. Por su gran magnitud, este impacto podría haber tenido una incidencia significativa en la población de desmán, pero afectó sólo a los tramos medios y bajos del río, mientras que la regresión más intensa -hasta la extinción- se ha detectado en su cabecera. Otras dos perturbaciones, de baja magnitud, también se han producido sólo fuera de la cabecera fluvial: las captaciones excesivas de agua y los vertidos incontrolados de aguas residuales. Es muy improbable, pues, que estos tres factores sean la causa de la regresión tan importante del desmán en toda la subcuenca, aunque podrían haber contribuido a disminuir su abundancia en los tramos medios y bajos.

El cuarto factor considerado inicialmente sí afectó a toda la subcuenca. Se trata de las crecidas catastróficas de la primavera de 2013, que tuvieron un gran impacto en muchos ríos de los Pirineos centrales. Estas crecidas afectaron de modo similar o más intenso a otras subcuencas consideradas en el estudio y sin embargo no se ha detectado un descenso similar del desmán, por lo que tampoco se pueden considerar como la causa de la regresión local. Este es el caso del Noguera Pallaresa superior, donde sólo tres meses después se realizó la prospección y no sólo no se observó una disminución del desmán, sino que se detectó en más puntos que en el 2000. Además, en caso de disminución por las crecidas, sería esperable que algunos individuos encontraran refugio temporal en los afluentes laterales de la cabecera, pero su prospección intensiva en 2014 tampoco permitió detectar allí ningún indicio de la especie.

Excluidas como causas básicas de la regresión del desmán estas cuatro perturbaciones conocidas, bastante documentadas y de efectos obvios, evaluamos otras posibles causas. Sólo detectamos otro factor de perturbación, que en un primer momento pasó desapercibido, por ser de efectos bastante crípticos, y que tiene una alta capacidad transformadora de los ecosistemas fluviales: los cambios en la gestión hidroeléctrica de los caudales. Por ahora ésta parece ser la causa más probable de la regresión intensa del desmán en la subcuenca de Cardós y de la extinción completa en su cabecera.

Para interpretar lo que parece haber sucedido, hay que tener en cuenta que la zona de cabecera de

Cardós está muy artificializada por infraestructuras hidroeléctricas, por lo menos desde hace medio siglo; de hecho es, con alguna subcuenca del valle de Aran, la red fluvial más artificializada del área de distribución catalana de la especie. A mediados del siglo XX se transformaron en embalses los principales lagos de alta montaña que nutren la subcuenca (Certascan y Romedo), se construyeron canalizaciones que comunican estos lagos con una central eléctrica situada en el fondo del valle y se levantaron dos embalses en los valles (el de Tavascan en el Noguera de Cardós y el de Graus en el principal afluente lateral, el río de Tavascan), y además en tiempos más recientes se construyó una galería subterránea bajo las montañas, que permite desviar agua desde la cabecera del Noguera de Vallferrera hasta la del Noguera de Cardós. Sin embargo, a pesar de estas transformaciones el desmán había persistido hasta tiempos muy recientes y presentaba una población aparentemente densa y saludable, que ocupaba los 10-15 km superiores del Noguera de Cardós y probablemente también parte de algunos afluentes laterales con hábitats subóptimos. Esta población de desmanes estaba separada de las restantes de la subcuenca por el embalse de Tavascan, que probablemente actúa como una barrera bastante efectiva. Por debajo del embalse de Tavascan, aparecían también desmanes a lo largo del tramo medio del Noguera de Cardós y en algunos afluentes laterales, especialmente en el río de Estaon. En la actualidad, como se ha dicho, el desmán se habría extinguido en la cabecera y parece residual aguas abajo.

¿Qué ha cambiado en los usos hidroeléctricos en los últimos 10 años que pueda haber afectado gravemente al desmán? No se han construido nuevas presas, pero se ha modificado de forma sustancial la gestión de los caudales circulantes, a consecuencia de la implementación de la liberalización del mercado eléctrico. Hasta la década del 2000, en general, los precios de la electricidad eran poco cambiantes a medio plazo, por lo que los caudales que utilizaban las centrales hidroeléctricas estaban condicionados básicamente por la disponibilidad de agua y había unos ciclos bastante previsibles y que se aproximaban a los ciclos naturales. Con la liberalización del mercado, el precio de la electricidad ha pasado a ser cambiante a corto plazo, con subidas y bajadas que dependen sobre todo de la oferta y la demanda. En este nuevo escenario, de modo comprensible, las compañías hidroeléctricas intentan obtener un máximo

beneficio produciendo más electricidad cuando es más cara, por lo que varían en la medida que pueden los caudales liberados en función de esta lógica de mercado. Y la capacidad de modificar los caudales según la demanda depende del grado de artificialización de las cuencas y de interconexión entre diversas infraestructuras hidroeléctricas, de modo que es alta en casos como el de la cabecera de Cardós. El resultado sería que las fluctuaciones en el caudal han aumentado, se han vuelto más impredecibles y guardan poca relación con los ciclos naturales, generando unos ecosistemas fluviales más inestables. Es plausible que esta inestabilidad haya comportado cambios importantes en las poblaciones de invertebrados acuáticos, tanto en la composición como en la biomasa total, y que esto haya provocado una pérdida de calidad del hábitat para el desmán y una caída de sus poblaciones, a causa básicamente de la falta de alimento suficiente. En este sentido, hay que recordar que el desmán es un micromamífero de metabolismo acelerado y que se alimenta casi exclusivamente de invertebrados que captura en el agua, por lo que si no dispone de alimento en cantidad y calidad suficientes puede morir de inanición en un plazo corto de tiempo.

A raíz de los resultados obtenidos, nuestra hipótesis es que la causa principal de la regresión del desmán en la subcuenca de Cardós es el incremento de las fluctuaciones en los caudales fluviales, que tiene su origen en un factor económico, la liberalización del mercado eléctrico. Con el objetivo de contrastar esta hipótesis, en 2015 se ha iniciado un seguimiento de la frecuencia del desmán y de varios parámetros limnológicos, en colaboración con Enel-Endesa, la empresa que gestiona las infraestructuras hidroeléctricas locales. Esperamos que este seguimiento proporcione información para determinar con mayor fiabilidad las causas de la regresión del desmán.

Cuestiones metodológicas

En general, los resultados del trabajo en el Parc Natural de l'Alt Pirineu validan el uso del muestreo extensivo de excrementos como metodología eficiente para realizar seguimientos de la frecuencia relativa y la distribución del desmán y los musgaños, con el objetivo de inferir tendencias en sus poblaciones locales o regionales. Por otra parte, los resultados casi idénticos obtenidos prospectando los mismos tramos de la subcuenca del Noguera de Cardós en 2013 y 2014 confirman

de nuevo que esta metodología proporciona una imagen fiable de la situación de estas especies en un corto período temporal, algo que ha sido cuestionado recurrentemente para el desmán (ej. González-Esteban *et al.* 2003). Por otra parte, el incremento hasta 1.000 m de la longitud de algunos tramos de prospección en el año 2014 en esta subcuenca no modificó los resultados, reafirmando que los tramos de alrededor de 250 m son suficientes (Queiroz *et al.* 1998, Aymerich & Gosálbez 2014).

Estos resultados aportan nueva información práctica que hay que tener en cuenta cuando se planteen seguimientos temporales de *Galemys*: la “fidelidad de presencia” de esta especie a un determinado punto es relativamente alta, pero no total (Tabla 3). Es importante remarcar que el desmán no se debe encontrar necesariamente en los mismos tramos en muestreos realizados en periodos temporales diferentes, y que de estos cambios puntuales no se pueden inferir disminuciones de la especie. Del mismo modo, no se puede inferir un aumento poblacional cuando se localiza en tramos donde no se había detectado años antes, ya que probablemente estas apariciones aparentes son compensadas por desapariciones en otros tramos. La interpretación de estos cambios puntuales no plantea problemas si se hace desde la perspectiva del modelo de dinámica socioespacial “flexible” del desmán que se ha ido postulando en los últimos años (Aymerich & Gosálbez, 2009, 2014, Melero *et al.* 2012, 2014), puesto que asume que esta especie no es territorial y los individuos hacen un uso heterogéneo y cambiante de los diferentes tramos de río. Siguiendo este modelo, pues, no es sorprendente que en tramos de uso irregular la probabilidad de detección de la especie sea bastante aleatoria y que los cambios temporales puntuales sean frecuentes.

Por el contrario, si se interpretaran estos cambios en base al modelo socioespacial territorial o clásico (Stone & Gorman 1985, Stone 1987a, 1987b) se podría inferir erróneamente que una o varias desapariciones en tramos puntuales son un indicador de regresión poblacional, ya que este modelo asumía que el desmán estaba organizado en parejas territoriales que mantenían territorios estables. Interpretaciones de este tipo se habían hecho no pocas veces, cuando resultaba imposible detectar indicios de desmán o capturarlo con trampas en un lugar donde existía alguna observación previa, pero si el desmán no tiene una fidelidad del 100% a un

determinado tramo, resulta evidente que no tiene por qué detectarse o capturarse siempre allí.

Por otra parte, la inestabilidad temporal de la presencia del desmán en tramos particulares también permite explicar los resultados de Charbonnel *et al.* (2014), según los cuales las réplicas temporales de prospección en un mismo tramo son más efectivas para detectar la presencia de desmán en una zona que la réplica de la prospección en tramos adyacentes.

Implicaciones para la gestión

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la conveniencia de efectuar seguimientos regulares, a corto-medio plazo, de la frecuencia relativa del desmán a escala de subcuenca o río. En nuestra opinión, es recomendable establecer algún sistema de seguimiento con una periodicidad en torno a los 10 años. Sólo con esta información se pueden detectar cambios significativos, determinar las causas y, si se considera necesario, actuar para frenar o revertir las tendencias. El caso del Noguera de Cardós ilustra de modo claro la necesidad de actualizar las informaciones con frecuencia, pues se trata de una regresión brutal de una de las mejores poblaciones pirenaicas de desmán, que se ha producido en menos de una década, por causas “crípticas” (el aspecto superficial de los ríos continúa pareciendo muy bueno) y que aún sería desconocida si no se hubiera realizado la nueva prospección de desmán en el ámbito del Parc Natural de l’Alt Pirineu.

Pero estos resultados también muestran que perturbaciones que intuitivamente pueden parecer importantes tienen efectos limitados sobre el desmán. Es el caso de las crecidas catastróficas de 2013, sin efectos aparentes para el desmán en subcuencas muy afectadas, lo que no es sorprendente porque históricamente las poblaciones de la especie habrán soportado muchas crecidas de grandes dimensiones. Tampoco los vertidos de tierras al agua derivados de obras parecen ser necesariamente muy negativos para el desmán, pues en 2010 el río de la Bonaigua -el mayor afluente de la cabecera del Noguera Pallaresa- estuvo sometido durante meses a esta perturbación por unas obras de carreteras y en 2013 se detectó desmán en todos los tramos prospectados. Incluso los usos hidroeléctricos pueden tener efectos muy diversos según las circunstancias: así, aunque la regresión reciente en Cardós se atribuye a esta causa, durante medio siglo los aprovechamientos hidroeléctricos fueron compatibles con la conservación del desmán, y

esta especie también se ha mantenido bien en la subcuenca del Romadriu a pesar de la construcción de dos embalses modestos en 1996. En conjunto, estos datos fragmentarios muestran que la conservación del desmán no depende únicamente de la existencia de cursos fluviales más o menos salvajes, y sugieren que un buen conocimiento de los efectos de las actuaciones humanas sobre la especie permitiría compatibilizar determinados usos con la persistencia de poblaciones viables.

Estas actualizaciones de datos proporcionan además información valiosa sobre la importancia relativa de los diferentes sectores fluviales para el desmán. Sectores donde se detecta una fidelidad alta en la presencia de la especie en tramos concretos probablemente corresponden a zonas muy utilizadas por el desmán y determinantes para su conservación a escala local, por lo que su gestión debería priorizarse. En sentido contrario, sectores en que se observa una baja fidelidad a los tramos es probable que sean zonas de uso irregular y menos importantes para su conservación.

Agradecimientos

Al Parc Natural de l'Alt Pirineu su interés por la actualización de los datos sobre los micromamíferos semiacuáticos y la financiación de las prospecciones, y en particular a Juan Fernández sus valiosas aportaciones para la interpretación de las posibles causas de la regresión en la subcuenca del Noguera de Cardós. A Yolanda Melero por la ayuda en el análisis estadístico de los datos. A Jose Castresana, por su colaboración en la identificación genética de algunos excrementos dudosos

Referencias

- Anónimo. 2014. Dossier: exploitation des données de prospection des cours d'eau pyrénéens. *Bulletin d'Informations. Plan d'Actions en faveur du Desman des Pyrénées*, 8: 3-4.
- Aymerich P. 2004. Els micromamífers semiaquàtics d'Andorra: distribució i estat de conservació. *Hàbitats*, 9: 26-34.
- Aymerich P., Casadesús F. & Gosálbez J. 2001. Distribució de *Galemys pyrenaicus* a Catalunya. *Orsis*, 16: 93-110.
- Aymerich P., Fernández A. & Gosálbez J. 2013. Conservar al desmán ibérico, un reto pendiente. *Quercus*, 329: 26-34.
- Aymerich P. & Gosálbez J. 2004a. *Distribución y hábitat del desmán ibérico (Galemys pyrenaicus) y de las musarañas acuáticas (Neomys spp.) en el Pirineo aragonés y en el Moncayo*. Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón. 75 pp.
- Aymerich P. & Gosálbez J. 2004b. La prospección de excrementos como metodología para el estudio de la distribución de los musgaños (*Neomys* sp.). *Galemys*, 16 (2): 86-96.
- Aymerich P. & Gosálbez J. 2009. El desmán ibérico en los Pirineos. *Quercus*, 279: 24-30.
- Aymerich P. & Gosálbez J. 2014. El desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) en los Pirineos meridionales. Pp. 37-77. En: Ruiz A., López de Luzuriaga J. & Rubines J. (eds.) *Conservation and management of semi-aquatic mammals of southwestern Europe*. Munibe Monographs Nature Series. Aranzadi Society of Sciences. San Sebastián.
- Bertrand A. 1994. *Répartition géographique et écologie alimentaire du desman des Pyrénées Galemys pyrenaicus (Geoffroy, 1811) dans les Pyrénées françaises*. Thèse diplôme universitaire. Université Paul Sabatier. Toulouse. 264 pp.
- Charbonnel A., D'Amico F., Besnard A., Blanc F., Buisson L., Nemoz M. & Laffaille P. 2014. Spatial replicates as an alternative to temporal replicates for occupancy modelling when surveys are based on linear features of the landscape. *Journal of Applied Ecology*, 51: 1425-1433.
- Fernandes M., Herrero J., Aulagnier S. & Amori G. 2008 *Galemys pyrenaicus*. The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 4 April 2015.
- Fernández A., García J.A., Menéndez D. & Fernández D. 2014a. Evidencias de una ocupación temporal por parte del desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) de cursos fluviales temporales, con una marcada estacionalidad, en el norte de Portugal. *Galemys*, 26: 57-64.
- Fernández A., García J.A., Menéndez D., Fernández J., Fernández D. & Santamarina J. 2014b. Nuevos datos sobre la distribución del desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) en Galicia. Proyecto LIFE + MARGALULLA. *Galemys*, 26: 105-110.
- Gisbert J. & García R. 2014. Historia de la regresión del desmán ibérico *Galemys pyrenaicus* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1811) en el Sistema central (Península Ibérica). Pp. 19-35. En: Ruiz A., López de Luzuriaga J. & Rubines J. (eds.) *Conservation and management of semi-aquatic mammals of southwestern Europe*. Munibe Monographs Nature Series. Aranzadi Society of Sciences. San Sebastián.
- González-Esteban J., Villate I. & Castián E. 2003. A comparison of methodologies used in the detection of the Pyrenean desman *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy, 1811). *Mammalian Biology*, 68: 387-390.
- Igea, J., Aymerich P., Bannikova A.A., Gosálbez J. & Castresana J. 2015. Multilocus species trees and species delimitation in a temporal context: application to the water shrews of the genus *Neomys*. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1): 209. <http://dx.doi.org/10.1186/s12862-015-0485z>

- Melero Y., Aymerich P. Luque J.J. & Gosálbez J. 2012. New insights into social and space use of the endangered Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *European Journal of Wildlife Research*, 58: 185-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-011-0561-7>
- Melero Y., Aymerich P., Santulli G. & Gosálbez J. 2014. Activity and space patterns of Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) suggest non-aggressive and non-territorial behaviour. *European Journal of Wildlife Research*, 60 (4): 707-715. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-014-0838-8>
- Queiroz A.I., Quaresma C.M., Santos C.P., Barbosa A.J. & Carvalho H.M.1998. *Bases para a Conservação da Toupeira-de-a'gua (Galemys pyrenaicus)*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza 27. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 118 pp.
- Stone, R.D. 1987a. The social ecology of the pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) as revealed by radiotelemetry. *Journal of Zoology London*, 212: 117-129.
- Stone, R. D. 1987b. The activity pattern of the pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*) as determined under natural condition. *Journal of Zoology London*, 213: 95-106.
- Stone, R.D. & Gorman M.L. 1985. Social organization of the European mole (*Talpa europaea*) and the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*). *Mammal Review*, 15 (1): 35-42.

Associate editor was Ignasi Torre