VNiVERSiDAD
DSALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

ECOLOGÍA DE
LA NUTRIA PALEÁRTICA
(*Lutra lutra* L., 1758)
EN LAGUNAS Y EMBALSES
IBÉRICOS DE ALTA MONTAÑA.
INTERACCIONES CON
LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS
DURANTE SU PERIODO REPRODUCTOR

JAVIER MORALES MARTÍN

SALAMANCA, JULIO DE 2015

Dedicado a Ana y a Miguel,
por su infinita paciencia

y a todas las demás personas que
han estado conmigo en los momentos más difíciles
de este largo y tortuoso camino.

Mi abuelo Bernardo, a pesar de vivir casi un siglo,
no pudo disfrutar en persona de este momento,
aunque está presente de otra forma

Gracias a todos

Ecología de la nutria paleártica (*Lutra lutra* L., 1758) en lagunas y embalses ibéricos de alta montaña. Interacciones con las poblaciones de anfibios durante su periodo reproductor.

Memoria presentada por D. **JULIÁN JAVIER MORALES MARTÍN**
para aspirar al Grado de Doctor en Ciencias Biológicas

El trabajo de investigación se ha llevado a cabo en el Área de Zoología de la Universidad de Salamanca
(Departamento de Biología Animal, Ecología, Parasitología, Edafología y Química Agrícola)

ÁREA DE ZOOLOGÍA

El Doctorando

Fdo. **Javier Morales Martín**

DIRECTORES DE LA TESIS:

Los doctores D. **Miguel Lizana Avia** y D. **Jordi Ruiz Olmo**, co-directores de la tesis doctoral titulada "*Ecología de la nutria paleártica (Lutra lutra L., 1758) en lagunas y embalses ibéricos de alta montaña. Interacciones con las poblaciones de anfibios durante su periodo reproductor*", elaborada por Javier Morales Martín consideran que reúne los requisitos necesarios para ser defendida, y por lo tanto AUTORIZAN su presentación y defensa ante el tribunal correspondiente en la Universidad de Salamanca.

Vº Bº Dr. Miguel Lizana Avia

Vº Bº Dr. Jordi Ruiz Olmo

Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Pesca, Alimentació i Medi Natural
Direcció General del Medi Natural
i Biodiversitat
Subdirecció General d'Activitats Cinegètiques
i de Pesca Continental

Salamanca a 15 de julio de 2015

ECOLOGÍA DE LA NUTRIA PALEÁRTICA (*Lutra lutra* L., 1758)
EN LAGUNAS Y EMBALSES IBÉRICOS DE ALTA MONTAÑA.
INTERACCIONES CON LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS DURANTE SU PERIODO REPRODUCTOR.

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.	
INTRODUCCIÓN GENERAL.	3
Consideraciones Previas	5
0.1 ÁREAS DE ESTUDIO	6
· Sierras Segundera y Cabrera, NO de Zamora	7
· Sierra de Gredos, S de Ávila	18
· Sierra de Fuentes Carrionas, NO de Palencia	24
· Pirineos Centrales, NE de Huesca, N de Lleida y NO de Girona	31
0.2 OBJETIVOS	41
0.3 MATERIAL Y MÉTODOS	42
· Agradecimientos a lo largo de las distintas fases del trabajo	42
· Áreas y periodos de muestreo	43
· Recogida de datos y muestras	44
· Censos de anfibios en lagunas de montaña	45
· Censos visuales de nutria y fototrampeo	46
· Datos ambientales y limnológicos de los medios acuáticos	46
· Limpieza y conservación de restos óseos y determinación de las muestras	47
· Recopilación bibliográfica	48
· Tratamiento de los datos	48
· Técnicas estadísticas y de representación de datos	49
· Abreviaturas usadas en este trabajo	52
PARTE I. LA NUTRIA <i>LUTRA LUTRA</i> Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE MONTAÑA.	
1. INTRODUCCIÓN. Parte I	54
2. EL POBLAMIENTO EN LOS MACIZOS MONTAÑOSOS DE GREDOS, PIRINEOS Y SANABRIA	55
2.1 Resultados del sondeo en las cuatro zonas de estudio	55
2.2 Resultados de prospección en Sierras Segundera y Cabrera (NO de Zamora)	58
2.3 Resultados de prospección en la Sierra de Gredos (S de Ávila)	92
2.4 Resultados de prospección en la Sierra de Fuentes Carrionas (NO de Palencia)	104
2.5 Resultados de prospección en los Pirineos centrales	110
3. UTILIZACIÓN DE LAS LAGUNAS Y EMBALSES DE MEDIA Y ALTA MONTAÑA	119
3.1 Resultados de ocupación de humedales de altitud	120
3.2 Comparativa de utilización de los humedales de altitud en los cuatro sistemas montañosos	122
4. FACTORES QUE INDUCEN A LAS NUTRIAS A UTILIZAR LAS LAGUNAS Y EMBALSES DE ALTITUD. ¿CÓMO ENCUENTRAN LAS NUTRIAS LAS LAGUNAS?.	124
4.1 Variables fisiográficas en relación con la utilización de humedales de altitud por las nutrias	125
4.2 Otras variables en relación con la utilización de humedales de altitud por las nutrias	164

PARTE I. Continuación

4.3 Análisis multiparamétrico de las variables en relación con la utilización de humedales de altitud por las nutrias	177
5. UTILIZACIÓN DE LAS ORILLAS DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.	185
5.1 Selección de los lugares de marcaje con excrementos	185
5.2 Conducta de marcaje e intensidad de ocupación del territorio	191
5.3 Evolución de la tasa de utilización de un lago de intenso uso turístico	198
5.4 Relación de la conducta de marcaje de primavera y verano con los resultados de sondeo	216
6. IMPORTANCIA DE LAGUNAS Y EMBALSES DE MONTAÑA COMO FACTORES DE FIJACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NUTRIA.	218
6.1 Análisis de la distribución de la nutria en áreas montañosas basado en el sondeo nacional de la SECEM	218
6.2 Análisis de la presencia de nutrias en altitud como diagnóstico de evolución de poblaciones aisladas en las cabeceras de cuenca	224
DISCUSIÓN I.	233

PARTE II. LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS EN LA ALTA MONTAÑA.

INTRODUCCIÓN. Parte II	246
7. OCUPACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE ALTITUD POR LOS ANFIBIOS.	247
7.0 Los anfibios ibéricos de alta montaña	247
7.1 Ecología de los anfibios en la alta montaña durante el periodo reproductor	257
8. DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS ANFIBIOS EN EL ENTORNO DE LAGUNAS Y EMBALSES DE ALTITUD DE LA PENÍNSULA IBÉRICA.	263
8.1 Dinámica poblacional durante el periodo reproductor de los anfibios en alta montaña	263
8.2 Comunidades de anfibios en las lagunas y embalses de altitud como presas potenciales para <i>Lutra lutra</i>	265
8.3 Ecología de <i>Bufo spinosus</i> y <i>Pelophylax perezi</i> durante sus periodos reproductores en la Laguna de Peces (Zamora)	289
8.4 Poblaciones de anfibios, especialmente <i>Pelophylax perezi</i> , en la Laguna de Sotillo	316
8.5 Poblaciones de anfibios presa en otros humedales de Sierra Segundera y Cabrera.	318
8.6 Análisis multifactorial de las poblaciones de ranas y sapos en Sierra Segundera y Cabrera en relación con el gradiente altitudinal	322
8.7 Ecología de <i>Bufo spinosus</i> durante el periodo reproductor en la Laguna Grande de Gredos (Ávila)	326
8.8 Otros factores de declive de los anfibios en la alta montaña ibérica	335
DISCUSIÓN II.	338

PARTE III. ECOLOGÍA TRÓFICA DE *Lutra lutra* EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE ALTA MONTAÑA.

INTRODUCCIÓN. Parte III	350
9. DIETA DE <i>LUTRA LUTRA</i> EN DISTINTOS SISTEMAS MONTAÑOSOS DE IBERIA.	351
9.1 Análisis de la ecología trófica en distintos macizos montañosos	351
9.2 Análisis de la variación estacional en la ecología trófica de <i>Lutra lutra</i> en zonas altimontanas	372
9.3 Análisis de la diversidad de presas consumidas por las nutrias en zonas montañosas	378
9.4 Análisis multivariante de la flexibilidad trófica de <i>Lutra lutra</i> en zonas montañosas	395

PARTE III. Continuación

10. USO DE LOS ANFIBIOS COMO RECURSO ALIMENTICIO EN LAS LAGUNAS Y EMBALSES DE MEDIA Y ALTA MONTAÑA. CONDUCTA DE MARCAJE.	408
10.1 Resultados de la predación de anfibios en la alta montaña	408
10.2 Depredación selectiva sobre una especie de piel tóxica: <i>Bufo spinosus</i>	417
10.3 Comportamiento de predación en cautividad sobre una presa tóxica	428
11. IMPACTO DE <i>Lutra lutra</i> SOBRE LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS DE ALTA MONTAÑA.	439
11.1 Evolución de las poblaciones de <i>Bufo spinosus</i> en relación con la depredación de <i>Lutra lutra</i> en lagunas y embalses de alta montaña	439
11.2 Posibles implicaciones de la predación selectiva de <i>Lutra lutra</i> sobre <i>Bufo spinosus</i> en Sanabria y Gredos	442
DISCUSIÓN III.	444

PARTE IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES	458
12.1. Distribución de <i>Lutra lutra</i> en los macizos montañosos.	458
12.2. Las poblaciones de anfibios en la alta montaña.	461
12.3. Ecología trófica de la nutria en zonas montañosas.	463

PARTE V. ANEXOS.

A1. Referencias bibliográficas.	A1
A2. Puntos de muestreo.	A31
A3. Datos, variables y estadillos.	A39
A4. Mapas y galería fotográfica	A74
A5. Publicaciones.	A91
A6. Análisis Estadísticos.	A99

*“He estado hace pocos días en los altos de la Sierra de Gredos, espinazo de Castilla; he acampado a dos mil quinientos metros de altura sobre la tierra y bajo el cielo, he trepado el montón de piedras que sustenta el risco Almanzor; he descansado al pie de un ventisquero contemplando el imponente espectáculo del anfiteatro que ciñe la laguna de Gredos y he visto el Ameal de Pablo levantarse como el ara gigante de Castilla.
Traigo el alma llena de la visión de las cimas, de silencio y de paz y de olvido”*

Miguel de Unamuno, 1911

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

- INTRODUCCIÓN GENERAL
- ÁREAS DE ESTUDIO
- OBJETIVOS
- MATERIAL Y MÉTODOS

*"Las montañas no son estadios
donde satisfacer nuestra ambición deportiva,
sino catedrales donde practicar nuestra religión"*

Anatoli Boukreev

INTRODUCCIÓN GENERAL

La Nutria común o paleártica (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) es uno de los grandes carnívoros españoles de la familia Mustelidae y uno de los mamíferos amenazados en la actualidad en la Península Ibérica y en todo su área de distribución paleártica. Si bien en la actualidad sus poblaciones están evolucionando positivamente en parte de su antiguo rango de distribución por Europa (Figura A.0), en donde ha sufrido un intenso proceso de regresión durante las últimas décadas del siglo XX (Mason y McDonald 1986, Ruiz-Olmo y Delibes, 1998, Reuther *et al.* 2001, Conroy y Chanin, 2002, Ruiz-Olmo 2007, Ruiz-Olmo *et al.* 1998b, 2008).

De hábitos semiacuáticos, puede hallarse en ríos, arroyos permanentes, canales semi-naturalizados, embalses, lagunas, charcas, graveras abandonadas y aguas costeras. La nutria ha sido cazada por su piel, siendo ésta una de las causas principales de su desaparición y rarefacción en numerosas áreas hasta tiempos recientes. Son animales básicamente solitarios, con áreas de campeo normalmente lineales (cursos de agua) y variables dependiendo de las condiciones locales del hábitat (densidad de peces) (Kruuk 1995). Los lagos y lagunas suelen ser lugares idóneos para las nutrias en lo referente a la abundancia de presas (Castells y Mayo 1993).

Su presencia en España se halla fundamentalmente ligada a aguas relativamente limpias y con una cierta cobertura vegetal donde refugiarse, debido a esto puede utilizarse en general como un indicador de cursos hidrológicos bien conservados (Delibes 1990, Lunnon y Reynolds 1991, Valladares 1996, Valladares *et al.* 1996, Prenda y López-Nieves 1998, Ruiz-Olmo y Delibes 1999, Ruiz-Olmo *et al.* 1998a).

La situación de la nutria en España sufrió un marcado declive en las últimas décadas hasta los años 90, especialmente en la mitad sur de España (Cabrera 1911, Blas-Aritio 1978, Callejo 1985, Delibes 1983, 1990) y en gran parte de la vertiente mediterránea (Ruiz-Olmo 1989). Las causas principales de su disminución en los cursos bajos son la alteración de las riberas de los ríos con pérdida de la cobertura vegetal, así como la contaminación de las aguas con diversas sustancias como pesticidas, PCB's y metales pesados, dando como resultado la disminución de la cantidad de peces y el envenenamiento indirecto de las nutrias (Delibes y Callejo 1987, Delibes y Rodríguez 1990, Jiménez y Delibes 1990, Mason 1993, Mason & Sullivan 1992, 1993, Ruiz-Olmo 1990, 1995a, 2001, Ruiz-Olmo *et al.* 1997).

Según se presenta en Ruiz-Olmo y Delibes (1999) en el II Sondeo Nacional, realizado en 1995 y 1996, la distribución de *Lutra lutra* mantiene sus patrones básicos con respecto a lo encontrado 10 años antes (Delibes 1990), con predominio de territorios ocupados en la vertiente atlántica y con notables diferencias interprovinciales en los resultados de éxito en la prospección. Mejora en la distribución que se ha confirmado más recientemente en el III Sondeo Nacional realizado por el Grupo Nutria de la SECEM (López Martín y Jiménez 2008). En el Noroeste de Zamora la recuperación de la especie parece clara tras veinte años de sondeos, aunque con los datos del II Sondeo Nacional las conclusiones positivas debían ser aún muy restringidas; en especial para el centro y este provincial. En las demás áreas de estudio sendos muestreos nacionales mostraron similares patrones de ocupación estable por el mustélido de las zonas montañosas pirenaicas y gredenses (ver Apartado 6 y Discusión I).

Figura A.0 Mapa de distribución de *Lutra lutra* en los países miembros de la U.E. (A) con datos de actualización para 2008 según European Environment Agency (EEA) [<http://www.eea.europa.eu>] (Last upload: 15 Jun 2010, Temporal coverage: 2008, Permalink to latest version: A6YC98MNXG); y (B) Rango de distribución de la especie a lo largo del Hemisferio Norte según la IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2008. (The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3) [<http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=12419>]

Consideraciones previas.

La realización del presente trabajo en varias fases a lo largo de más de 15 años nos obliga a realizar las siguientes consideraciones previas a la presentación de los datos:

- Los datos que se presentan en esta tesis doctoral pertenecen a un período de muestreo que comprende dos fases: entre noviembre de 1994 y de 1999 por un lado y en el año 2014 con posterioridad (detalles en Tabla A1 y Apartado 0.3.2).
- Resultados parciales de la primera fase se han presentado en los siguientes Congresos y publicaciones:
 - * II Jornadas nacionales sobre conservación y estudio de mamíferos. Sociedad española para la conservación y estudio de los mamíferos (SECEM). Soria, 7 a 10 de diciembre de 1995.
 - * Jornadas sobre conservación de lagos y humedales de alta montaña de la Península Ibérica. Universidad autónoma de Madrid. Miraflores de la Sierra, 29-31 de enero de 1997.
 - * III Jornadas españolas de conservación y estudio de los mamíferos. I Jornadas ibéricas sobre la nutria. SECEM. Castelló d' Empúries, Girona, 5-7 de diciembre de 1997.
 - * I Simposium internacional sobre fauna salvaje. Waves. Zamora, 4 al 8 de diciembre de 1998.
 - * Morales, J. y Lizana, M. 1997. Autoecología y distribución de la Nutria euroasiática (*Lutra lutra* L., 1758) en el Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores (Zamora). *Anuario 1997. Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo" - CSIC*. Excma. Diputación Provincial de Zamora. Pp 339-395.
 - * Morales, J., Ruiz-Olmo, J., Lizana M. y Gutiérrez, J. 1998. Diferencias en la ocupación por la Nutria euroasiática (*Lutra lutra*) de lagunas y embalses de altitud en el centro y norte de la Península Ibérica. *Galemys 10(n.e.)*: 253-264.
 - * Morales, J., Lizana, M.; Gutiérrez, J. y Del Arco, C. 2000. *Datos preliminares sobre la presencia de nutrias (Lutra lutra L., 1758) en lagunas de alta montaña situadas en Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León. Conservación de Lagos y Humedales de la Península Ibérica*, Granados I. y Toro M. (Eds.) 2000. UAM Ediciones Col. Estudios Nº 63, Madrid. Pp 207-216.
 - * Lizana M. y Morales J. 2001. *Vertebrados acuáticos y semiacuáticos*. Pp 139-171. En Toro M. y Granados I. (Eds.) 2001. *Las lagunas del Parque Regional de la Sierra de Gredos*. Monografías de la Red de Espacios Naturales de Castilla y León. Serie Técnica: Junta de Castilla y León. Valladolid. 242 p.
- Finalmente resultados parciales de la primera fase completados durante se han presentado en las siguientes publicaciones y se incluyen en la presente memoria para optar al grado de Doctor por la Universidad de Salamanca:
 - * Morales, J., Lizana M. y Ruiz-Olmo, J. 2015a en prensa. Evolución del uso por la Nutria paleártica (*Lutra lutra* L., 1758) de un lago de orillas naturales con uso turístico masificado. *Galemys 26*
 - * Morales, J., Ruiz-Olmo, J., Lizana M. y Gutiérrez, J. 2015b en prensa. Skinning toads is innate behavior in otter (*Lutra lutra*) cubs. *Ethology Ecology & Evolution* DOI:10.1080/03949370.2015.1076525

0.1 ÁREAS DE ESTUDIO

Se escogieron como área de estudio varias zonas montañosas en las que por estudios anteriores se conocía la presencia de poblaciones de nutrias en sus ríos de en zonas de piedemonte, y con diferentes estados de conservación o en dispersión de su área de distribución conocida. A partir de los datos iniciales acumulados durante el desarrollo de los trabajos de seguimiento de vertebrados en sistemas lacustres de montaña de Castilla y León y del conocimiento de la especie acumulado por el Dr. Jordi Ruiz-Olmo para el ámbito subalpino de las cuencas pirenaicas se decidió realizar un análisis del estado de ocupación de las partes altas de estas zonas montañosas, y analizar los factores que lo podrían explicar.

En concreto se escogieron para el análisis del presente trabajo tres áreas de montaña en Castilla y León: 1/ las Sierras Segundera y Cabrera (SSC, en lo sucesivo) en el NO de la provincia de Zamora y SO de León como zona principal del estudio con la mayoría del territorio en la Cuenca del Duero y una pequeña parte en la del Miño-Sil (río Bibey); 2/ la Sierra de Gredos (SG) en la vertiente del río Tormes (Sur de la provincia de Ávila), y por último 3/ la cabecera del río Carrión (FC) en la Sierra de Fuentes Carrionas (N de la provincia de Palencia). Además se hizo durante la primavera de 1997 un seguimiento de *Lutra lutra* en algunos macizos montañosos del NE de Huesca y N de Lleida y Girona; de presencia de la especie conocida en las zonas de valles de varios de los principales afluentes pirenaicos de la Cuenca del Ebro. Esta zona se denominará en el resto del texto como Pirineos Centrales (PC).

En la Figura A.1 se muestran estas cuatro zonas de estudio en la Península Ibérica y en la Tabla A.1 se indican los periodos de estudio.

Figura A.1. Se muestran las cuatro zonas montañosas (recuadros rojos) de la Península Ibérica incluidas en el estudio.

A lo largo del trabajo se han realizado trabajos de campo en dos momentos independientes, y además en función de los objetivos concretos para cada zona (Apartado 0.2) un esfuerzo desigual. Así los periodos de estudio abarcados en cada una de las áreas de estudio se resumen en la siguiente Tabla A.1:

Periodo de trabajo	Demarcación Hidrográfica : Duero		Miño-Sil		Ebro
	Sierras Segundera y Cabrera	Sierra de Gredos	Fuentes Carrionas	Sierras Segundera y Cabrera	Pirineos Centrales
	SSC	SG	FC	SSC	PC
1994 – 2000	SI	SI	NO	SI	SI
2014	SI	NO	SI	NO	NO

Tabla A.1. Listado de zonas de estudio y los periodos en los que se ha realizado el trabajo de campo.

En los apartados se hará una pequeña introducción a las principales características ambientales de las zonas de estudio que puede condicionar, o haber condicionado, la distribución de *Lutra lutra*.

• Sierras Segundera y Cabrera, Noroeste de Zamora.

El área de estudio abarca fundamentalmente medios acuáticos que se encuentran dentro del Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores, con una extensión actual de 22.635 Ha (DECRETO 121/1990, de 5 de junio, por el que se modifican los límites y se adecuan la regulación y la organización del Parque Natural del Lago de Sanabria y alrededores (BOCyL 10-7-90); DECRETO 122/1985, de 12 de septiembre, por el que se modifica el REAL DECRETO 3061/1978, de 27 de octubre, de creación del Parque Natural del Lago de Sanabria (BOCyL 29-10-85)). Incluye tanto ríos (especialmente el Tera y sus principales afluentes) como arroyos, lagunas, turberas y embalses de montaña, etc. que por sus excepcionales calidades de agua ofrecen a priori un excelente hábitat para la nutria.

En total se trabajó sobre 14 lagunas/turberas naturales, 2 lagunas represadas con régimen de explotación hidráulica y 6 embalses hidroeléctricos; del total de 43 humedales catalogados (ver Anexo A2.1) que existen en Sierras Segundera y Cabrera (DECRETO 194/1994, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Catálogo de Zonas Húmedas y se establece su régimen de protección; y DECRETO 125/2001, de 19 de abril, por el que se modifica el Decreto 194/1994, y se aprueba la ampliación del Catálogo de Zonas Húmedas de Interés Especial).

Además se tomaron muestras en varios tramos del río Tera, y sus principales afluentes, dentro y fuera del Parque Natural hasta la población de El Puente por sus buenas condiciones para la presencia del mustélido (dada la abundancia de refugios y la espesura en algunos puntos del bosque de ribera), y más esporádicamente hemos visitado otros tramos y ecosistemas acuáticos aguas abajo en el río Tera, y sus principales tributarios, como puntos de contraste en zonas más bajas.

Además incluimos las pequeñas subcuencas de los ríos Bibey (también llamado Vivey) y su principal tributario, el río Valdeinfierno; aparentemente apropiados debido a su elevada cobertura vegetal en la parte baja de los cañones y por su difícil acceso.

La totalidad de los cauces no embalsados que fueron estudiados en el primer periodo en el presente

están incluidos en la red europea de Espacios Protegidos Natura2000 (ver Anexo A2.1) a través de la propuesta final del Estado Español para la región Mediterránea y publicada en 2006 por la Comisión (DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 19 de julio de 2006, *por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea [notificada con el número C(2006) 3261] (2006/613/CE)* y que se actualiza por DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 28 de marzo de 2008, *por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la primera lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea [notificada con el número C(2008) 1148] (2008/335/CE)*; y por DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 12 de diciembre de 2008 *por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una segunda lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica mediterránea [notificada con el número C(2008) 8049] (2009/95/CE)*).

Las comarcas de Sanabria y la Carballada están situadas en el noroeste de la provincia de Zamora en una zona donde confluyen dos regiones diferenciadas: la submeseta norte y las estribaciones del Macizo Galaico-Leonés (Figura A.2). La meseta norte y Galicia lindan aquí con los térmicos valles del noroeste de Portugal; y los ríos vierten aguas hacia el Duero o hacia el sistema Sil-Miño.

Tres de sus límites geográficos están enmarcados por alineaciones del sistema orográfico citado: N (Sierra de la Cabrera), O (Sierra de Segundera, Sierra del Marabón y otras) y SO (Sierra Gamoneda-Atalaya y Sierra de la Culebra). Por último, la comarca se abre en su límite oriental hacia el valle medio del Tera, en donde recibe su principal afluente, el río Negro; en el embalse del Agavanzal.

Figura A.2. A) Localización geográfica del área de estudio en Zamora y B) principales hitos topográficos del área de estudio en el Noroeste de Zamora.

HIDROLOGÍA

Casi toda la comarca de Sanabria y la Carballada vierten aguas hacia el Duero a través de la subcuenca del río Tera, pero también a través de la del río Eria en el caso de la parte más septentrional de la Cabrera (Figura A.3). En este segundo caso se incluyó en el área de estudio una pequeña parte de su zona de cabecera, para incluir el complejo lacustre de Truchas. La mayoría de los cauces de estas subcuencas son permanentes, aunque con una marcada variabilidad mediterránea de fuertes estiajes de finales del verano.

Todos los cauces y humedales del Tera incluidos en el estudio están ubicados aguas arriba del complejo de embalses del curso medio (Cernadilla-Valparaíso-Agavanzal), que por lo tanto constituyen la principal barrera de asilamiento poblacional para las nutrias y también para los peces desde hace décadas.

Por el oeste la comarca sanabresa vierte aguas a la cuenca del Sil (D.H. del Miño-Sil) a través del río Bibey, y hacia el Duero por las subcuencas del Tuela, Maças y Sabor que se adentran en Portugal cerca de sus nacimientos. Éstas tres últimas no están incluidas en el estudio.

Figura A.3. (A) Enmarque geográfico de las subcuencas estudiadas y de la red hidrográfica principal (B) de la zona de estudio en Sanabria y la Carballada (Sierras Segundera y Cabrera, SSC). Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La casi totalidad de la comarca de Sanabria pertenece a las Eras Arqueozoica y/o Paleozoica, y sólo en algunos puntos muy limitados, en su parte Este, aparecen retazos del cuaternario, no existiendo litologías de la Era Secundaria ni de la Terciaria. De estas épocas geológicas hay que destacar la amplia extensión de las antiguas rocas ácidas formadas por granitos, gneis glandular y micacitas; y, en su margen más occidental, el estrato cristalino. Al Sur de la zona penetra una franja Silúrica perteneciente a la Sierra de la Culebra, y por el Norte una más amplia que corresponde a la parte media de la Cabrera y a la Sierra Negra (Jordá, 2006).

Para entender la morfogénesis actual del área conviene reseñar brevemente la historia geológica, en la que el glaciario ha dejado su huella. El aspecto final de este territorio comenzó a perfilarse en el cuaternario inicial, tras formar parte de la parte emergida de la zona que finalmente formó el Macizo Hespérico, que fue el bloque principal de la actual Península Ibérica, desde hace unos 70 MA.

Es en este período Cuaternario cuando empieza a tomar cuerpo el modelado glaciar que va a dar lugar a un cambio en las características de estas serranías y que culminará con la formación de un casquete glaciar que tuvo su concreción más importante en Sierra Segundera (Rodríguez-Rodríguez *et al.* 2009, 2011a,b), contribuyendo a formar el mayor foco glaciar de las montañas galaico-leonesas.

El resultado del avance del hielo de aquella época, finalizó hace unos 12-18.000 años; es claramente visible hoy día en las plataformas de las penillanuras fragmentadas, cortadas en valles y barrancos, particularmente en los de modelado glaciar, de gran importancia geológica en esta zona. Estos valles fueron modelados por el avance de lenguas glaciares que irradiaban en gran número desde el casquete glaciar superior. La enorme presión de las masas de hielo, junto a su avance lento pero continuo, ha ejercido sobre los materiales graníticos unos efectos característicos (morrenas). Al retroceder el hielo quedan varios brazos importantes, como los de los valles de los ríos Segundera, Cárdenas, Tera y parte alta del Forcadura. A la concavidad formada por la lengua principal del glaciar en su retirada y su posterior relleno con las aguas fluviales del Tera y sus afluentes de Cabecera debe su origen el Lago de Sanabria (ver Figura A3). Es el lago natural más extenso de la Península, con 318,7 Ha de superficie y una profundidad máxima de 51 m.

Por otra parte, en las partes superiores de la penillanura, a alturas superiores a los 1.500 metros (en los llamados "puertos", donde el ganado pasa el verano), se encuentran numerosas y pequeñas lagunas, coronadas por materiales graníticos también de origen glaciar que, junto a las características físico-químicas del terreno y a la climatología reinante, contribuyen a la aparición y mantenimiento de suelos encharcados y pseudo-turbosos.

Figura A.4. Unidades geomorfológicas (A) de Zamora y (B) geología de la zona de estudio en Sanabria y Carballada.

La zona sedimentaria se encuentra básicamente constituida por materiales blandos de tipo arcilloso, afloramientos de pizarras y materiales muy alterados y metamorfozados que aparecen diseminados por la

zona, transportados desde las diversas serranías. La zona llana más apta para el cultivo se localiza hacia el sur de la cuenca occidental del río Calabor hasta la Sierra de la Culebra. El límite por el norte lo marcan las penetraciones meridionales de la Sierra de la Cabrera.

La zona serrana viene representada por la vertiente oriental de las sierras Segundera, Cabrera y Peña Trevinca, pertenecientes al macizo Galaico-Leonés, con estribaciones que delimitan grandes valles y que parecen incrustarse a modo de cuñas en zonas llanas de origen más antiguo. Las alturas llegan a superar en algunos puntos los 2.000 m de altitud; Peña Trevinca (2.145 msm) marca el vértice más septentrional de la comarca sanabresa.

En el área más occidental se presenta un paisaje "aborregado" en el que se observan valles fluviales poco abiertos, semiencajados y con pendientes marcadas, y muy erosionados (Martín-Serrano 1988). Corresponde a la cuenca del Tuela, Sierra Gamoneda y cuenca occidental del Calabor, extendiéndose por el norte hacia la Sierra Segundera. Son zonas alomadas que, debido a su marcada pendiente y características edáficas, no son aptas para el cultivo, empleándose para pastos y repoblaciones de castaño.

Entre las zonas glaciaria y sedimentaria se desarrolla una franja de transición cuyos límites estrictos son difíciles de precisar. En cualquier caso, esta franja está constituida por materiales de tipo gneis glandular "ollo de sapo" con cuarzoes azules y grandes nódulos de feldespato que presentan mayor resistencia a la erosión. Poco a poco quedan sobresaliendo de la roca y llegan a desprenderse, formando los típicos cantos rodados, junto a las cuarcitas y otros materiales.

Orográficamente la comarca sanabresa tiene un marcado carácter montañoso - en cumbres aisladas se alcanzan cotas superiores a los 2.000 metros de altitud -, con una geomorfología muy accidentada y abrupta donde se presentan desniveles acusados y fuertes pendientes (Figura A.4).

CLIMATOLOGÍA

La zona del Parque del Lago de Sanabria y Alrededores posee un clima mediterráneo húmedo con una precipitación media anual medida en Ribadelago en torno a los 1.400 mm (rango de 2.000 a 600 mm) (Aldasoro *et al.* 1991). La mayoría de las precipitaciones se concentran en noviembre-diciembre-enero y el elevado índice de escorrentía de la zona cercana al Lago produce fuertes avenidas de invierno en los arroyos (Aldasoro *et al.* 1991). Por contra en junio-julio-agosto se produce únicamente el 6% de la precipitación y el estiaje de los cauces es bastante fuerte (Aldasoro *et al.* 1991).

En la actualidad no parece helarse la superficie del Lago, ni del río Tera; las temperaturas del agua en el Lago son 4°C de mínima en enero y 24°C de máxima en agosto. Para el río Tera la temperatura mínima medida es de 1°C (Aldasoro *et al.* 1991), la medida más baja hecha por nosotros en la cuenca del Forcadura fue de 1,8°C en febrero de 1999. En febrero de 2001 sin embargo se midió una capa de hielo continua de unos 6 cm de espesor en el tramo medio del río Negro (su principal afluente) (Morales *et al.* 2002).

El caudal medio del Tera en Puebla de Sanabria es de 26 m³/s, oscilando entre 49,5 (en marzo) y 3,5 m³/s en agosto (Tejero de la Cuesta *et al.* 1988); mientras el caudal máximo del Tera en Moncabril

(antes del Lago) corresponde al mes de abril con 15,24 m³/s y el mínimo a septiembre (2,16 m³/s), siendo la media anual de 8,93 m³/s (Aldasoro *et al.* 1991). Esto nos está indicando el gran aporte que recibe el Tera en su valle desde el Lago de Sanabria hasta Puebla; aporte que entra a través de las subcuencas de los ríos Forcadura, Villarino y Trefacio (de la Cabrera), y Truchas y Requejo (desde la Segundera); todas ellas “a priori” buen hábitat para la nutria.

Elena-Roselló (1996) sitúa la parte más occidental de Sanabria dentro de la ecorregión Galaico-Cántabra, que recibe unas precipitaciones anuales totales en el intervalo entre 1.450 y 1.600 mm, con valores ETP de evapotranspiración (índice de Thörnwaite) que oscilan entre 619 y 641 mm. La mayor parte del Valle medio del Tera y el resto más oriental de la comarca lo ubica dentro de la ecorregión Duriense, con valores de precipitaciones ostensiblemente menores, que oscilan entre 1.077 y 1.200 mm, y valores entre 599 y 614 mm de evapotranspiración anual. En la primera zona se dan temperaturas medias del mes más frío entre 6,6 y 9 °C, mientras que en la segunda oscilan entre 0,3 y 0,9 °C.

Los diferentes índices climatológicos calculados para la estación meteorológica de Puebla de Sanabria (Tabla A2 y Figura A5, datos ampliados en el Anexo A2) indican que la zona SSC posee a grandes rasgos un clima oceánico húmedo o muy húmedo, con un corto período de semiaridez durante julio y la primera mitad del mes de agosto. Esto repercute directamente tanto en la cantidad de ecosistemas acuáticos que existen en el Parque como en el caudal de los ríos y arroyos de la Cabrera y la Segundera. La mayoría, aunque sufren un fuerte estiaje en agosto y septiembre, son de caudal permanente.

A partir de los climodiagramas de Walter-Lieth (Figura A.5) para dos estaciones del valle y la penillanura glaciaria se deduce la presencia de una temporada estival de déficit hídrico en ambas zonas, a pesar de la generosidad de las precipitaciones promedio anuales, que presentan un ritmo habitual bimodal de final de otoño (principal) y final de primavera (mucho menor intensidad).

Figura A.5 Diagrama climatológico de Walter-Lieth para dos estaciones meteorológicas de Sanabria, situadas en el valle del Tera medio (A, orientación meridional), en el valle del alto Bibey (B, orientación septentrional) y en la penillanura glaciaria de Sierra Segundera (C). (h: altitud, T: temperatura media mensual, P: precipitación media mensual, DH: déficit hídrico, d: días libres de heladas; Hp: periodo de heladas seguras)

Aunque todo el NO de Zamora se encuadra geográficamente en la región mediterránea de la Península Ibérica a través de los cálculos de los índices de termicidad (It) y de periodo de aridez estival (IAE) se

deduce que la zona de la penillanura sanabresa está en el borde de un gradiente bioclimático y posee características eurosiberianas que la encuadran dentro del piso subalpino de esta Región según el periodo de actividad vegetal; aunque el nivel de precipitación y el marcado déficit hídrico de verano (Figura A.5.B) indican por otro lado una gran mediterraneidad.

Clave AEMET		ALT msm	It	PAV	IAE	IPL	IAM	IDR
2763	* Pico del Fraile	1.710	Oro-med. inferior	Subalpino	Región Eurosiberiana	zona hiper-húmeda de tundra y prados	regiones muy húmedas	zona húmeda
2761	* E. de Cárdenas (presa)	1.600	Oro-med. superior					
2764	Ribadelago	1.000	Supra- mediterráneo superior	Supra- mediterrá neo	Región Mediterránea	zona húmeda de bosques		
2770	Puebla de Sanabria	960				zona húmeda de bosques y claros		
2775	Villardecervos	864						

Tabla A.2 Clasificación bioclimática de las estaciones climáticas (etiquetas amarillas sobre el mapa Me500 del I.G.N. en tonos grises) ubicadas en las subcuencas estudiadas del río Tera (humedales y tramos fluviales en azul) a partir de los cálculos de índices bioclimáticos (datos en Anexo A2.5). (It: índice de termicidad de Rivas-Martínez; PAV: periodo de actividad vegetal; IAE: índice de aridez estival bimensual; IPL: índice de pluviosidad de Lang; IAM: Índice de aridez de Martone; IDR: Índice de Dantin-Revena)

Por lo tanto la zona SSC se encuentra a caballo entre un clima húmedo-hiperhúmedo del piso oromediterráneo y una zona subalpina de influencia atlántica con fuerte tendencia mediterránea. En general las precipitaciones son copiosas en promedio anual, pero los cauces sufren acusados estiajes que implican cierta tendencia de semiárida; incluso en los valles de orientación septentrional. Tendencia espacial a través del gradiente altitudinal, del gradiente geográfico oeste-este; y también temporal a través de una reducción de las precipitaciones en los meses de verano, que incluso afectan a las zonas de montaña. Negro (2005) señala cómo los veranos en la Sierra Segundera se han tornado en las últimas décadas más secos y fríos, creando una cierta característica típica de los ombroclimas continentales.

Según la clasificación de Köppen- Geiger el clima de esta zona en los valles se puede asumir de tipo Csb, es decir oceánico mediterráneo (de verano suave) ya que la temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año.

En los gráficos de la Figura A.6 se aprecia la variación de estos valores de temperatura media y precipitación en las dos estaciones climáticas seleccionadas anteriormente, y en el Anexo A2.5.3 se muestran los datos completos. El cambio en el régimen de precipitaciones, más acusado en la alta sierra que en el valle, es debido al descenso de las lluvias en los meses de octubre y noviembre; ya que en los demás meses (y en ambos casos) parece que hay un ligero aumento del nivel de lluvia y nieve. Este descenso del ritmo de precipitaciones mediado el otoño podría ser relevante en los caudales para los tributarios de menor entidad, que en muchos casos de ser de flujo estacional a temporales. Desconectando por otra parte de los complejos de humedales de altitud del resto de la red hidrográfica durante mayor cantidad de meses.

Figura A.6 Evolución temporal de la serie de precipitaciones en las dos estaciones meteorológicas de Sanabria, situadas en el valle del Tera medio y en la penillanura glaciar de Sierra Segundera. Se muestran los valores promedio anuales (A-B), la media móvil para 5 años (línea roja de puntos), la recta de regresión de los datos (línea continua) para la serie de precipitación de 44 años; y la evolución de las precipitaciones acumuladas en los meses de octubre y noviembre (C-D), respecto a los otros 10 del año.

VEGETACIÓN

La zona del Parque del Lago de Sanabria está enclavada en el Sector fitosociológico **Orensano-Sanabrense** de la Provincia **Carpetano-Ibérico-Leonesa**, que a su vez está dentro de la Región **Mediterránea**. En cuanto a la vegetación ligada a los ecosistemas acuáticos que ocupan las nutrias de la zona tenemos principalmente dos tipos de series de vegetación (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987): las climatófilas, como son los pastizales psicroxerófilos oromediterráneos, enebrales rastreros, piornales serranos y los melojares montanos; y las edafófilas como las alisedas supramediterráneas y la serie riparia del fresno con melojos.

Los pastizales psicroxerófilos oromediterráneos silicícolas son de *Festuca indigesta* con elementos hemicriptófitos y quionófilos como *Luzula caespitosa*, *Jurinea humilis*, *Teedaliopsis conferta* y

Deschampsia flexuosa ssp *iberica* y forman un mosaico en la alta montaña con enebrales rastreros y el piornal sanabrés. La serie oromediterránea Orensano-Sanabriense, silicícola del enebro rastrero es un matorral silicícola, psicroxerófilo y quionófilo endémico de las sierras de la Cabrera y Segundera.

Forman una banda de vegetación intercalada con el nano-brezal con aulagas supramediterráneo frío y oromediterráneo y los pastizales crioromediterráneos (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987). Ambas series climatófilas se presentan en las zonas más altas del Parque, alrededor de los sistemas lagunares y turberas; y no ofrecen a priori, en general, buenas condiciones para la habitabilidad de las nutrias debido a la escasez de cobertura vegetal alrededor de las masas de agua y la escasa presencia en las lagunas de la Segundera de peces (ver más adelante).

La serie supramediterránea carpetano occidental y leonesa húmeda-hiperhúmeda del roble melojo de Sanabria se caracteriza por la presencia de *Ajuga occidentalis*, *Aquilegia vulgaris* ssp *dichroa* y *Erythronium dens-canis*. El robledal es la formación arbórea más característica de la zona, existen extensas masas en buen estado de conservación y en los cañones del Tera, Segundera y Cárdena bosquetes o matorral arbustivo de rebrote (García López *et al.* 1992), debido a la elevada capacidad de rebrotar por estolones que tiene el rebollo.

En zonas elevadas se coloca sobre el piornal de *Genista falcata*. En las primeras etapas sustitutivas de las partes quemadas aparece el macropiornal amarillo de *Cytisus scoparium* y *Genista polygaliphylla*; en los suelos muy degradados aparecen los macrobrezales seriales (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987).

La serie edafófila del aliso es una formación silvática, umbrosa, caducifolia, riparia e higrofítica en la que domina el aliso (*Alnus glutinosa*) y que se ubica en los bordes de cursos fluviales de estiaje moderado y en los márgenes del propio Lago de Sanabria. Es característica la presencia del endemismo ibérico *Galium broterianum*, y en márgenes de pequeños arroyos *Paradisea lusitanica*. Sus etapas seriales son el zarzal higrófilo con arraclán y el brezal higroturboso (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987).

Las alisedas poseen un estrato arbóreo denso y se asientan sobre suelos inundados casi todo el año. No poseen estrato arbustivo y predominan las trepadoras y los bejucos (García López *et al.* 1992). Sus raíces al descubierto y la base de sus troncos recostada sobre los cauces son un importante refugio para las nutrias, y en estos sitios frecuentemente hemos localizado excrementos, marcajes y madrigueras (ver más adelante). La serie riparia del fresno con roble melojo está encabezada por el fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*) y el melojo (*Quercus pyrenaica*) bajo cuyo dosel habitan elementos herbáceos propios de bosques caducifolios; se instala en vaguadas con higromorfía temporal y con suelos profundos y arenosos. Las etapas seriales más comunes son zarzales, cervunales con aulagas, brezales higrófilos y prados-pastizales (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987).

Estas dos últimas series presentes a lo largo de todos los cursos menores de agua de la cuenca del Tera, y del propio Tera son los ecosistemas más habitados por las nutrias y en los que hemos detectado la presencia de las familias de mustélidos más estables (ver más adelante). Además de estas formaciones arbóreas claramente definidas en los arroyos y cañones, hemos localizado puntualmente abedulares relictos en el Cañón del Tera y acebedas y tejedas, de poca entidad, junto a los cauces del Tera y en el cañón del Segundera. También en los arroyos y lagunas de zonas bajas existe en muchos casos un cierto

estrato arbóreo-arbustivo de sauce en la orilla del agua, que proporciona buenas condiciones de refugio. Podemos encontrar en lagunas y arroyos plantas hidrófilas enraizadas con tallos emergentes (*Phragmites australis*, *Carex verticillatum*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium angustifolium* y otras), elodeas con hojas sumergidas no divididas (*Eleocharis palustris*, *Subularia aquatica* y otras), ninfeidas con hojas flotantes (*Antinoria agrostidea*, *Potamogeton natans*, *Ranunculus peltatus* y otras), miriofílidas con hojas sumergidas muy divididas (*Myriophyllum alterniflorum* y otras) y batráchidas con hojas flotantes y sumergidas (*Polygonum amphibium* y otras) (Aldasoro *et al.* 1991; García López *et al.* 1992). Esta vegetación no representa, en general, importancia como cobertura para las nutrias, pero en cambio es decisiva en la existencia de anfibios u otras presas (ver más adelante).

FAUNA

Hacemos en este capítulo unos breves apuntes de la riqueza específica que existe en el área de estudio de las especies que fundamentalmente componen la dieta de la nutria en Sanabria, y de aquellas otras que de alguna forma pueden interactuar en la ocupación de los diversos nichos ecológicos que *Lutra lutra* explota.

La fauna piscícola actual de Sanabria es diversa y rica debido fundamentalmente a la calidad de sus cursos de agua. Existen en el presente siete especies: un salmónido y 6 de ciprínidos; y además existe referencia de la existencia históricamente reciente de otras dos: la anguila (*Anguilla anguilla*), ahora reintroducida en la zona; y también el salvelino (*Salvelinus fontinalis*) introducido en algunas lagunas de la Sierra aunque no se conoce el destino de tales introducciones.

El pez más abundante y característico de todos los ríos y lagunas de la Cabrera y la Segundera es la Trucha común (*Salmo trutta* morpha *fario*), e incluso llega a ser el único existente en las cabeceras de los ríos Vivey, Segundera, Tera y Valdeinfierno. En los cursos intermedios de estos ríos, en el Forcadura, en el Truchas, en el Trefacio y en los embalses de montaña y algunas lagunas existen poblaciones mixtas de trucha común y Bermejuelas (*Achondrostoma arcasi*).

La mayor riqueza piscícola se puede encontrar en la base del Cañón del Tera, el Lago y el propio Valle del Tera, donde además de las dos especies antes citadas existen Barbos (*Luciobarbus bocagei*), Bogas (*Pseudochondrostoma duriense*) y Gallegos o cachos (*Squalius caroliterti*); y en menor medida Gobios o cabezones (*Gobio lozanoi*) y Lamprehuelas (*Cobitis calderoni*), siempre ligados a aguas remansadas y someras (Velasco 1994; Morales y Lizana 2008). La presencia de Trucha arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) aparece muy ligada con la existencia de una piscifactoría en el término municipal de Galende, en el límite SE del Parque.

En algunas lagunas y embalses de montaña existen poblaciones de peces, fundamentalmente de trucha común y bermejuela, como es el caso de la Laguna de Peces y los embalses de Garandones, Playa, Puente Porto y Cárdenas. Este hecho resulta muy interesante desde el punto de vista del potencial trófico para las nutrias con la consiguiente posibilidad de albergar poblaciones permanentes de nutrias en función de la abundancia de presas. Aunque dichos medios están incluidos en el Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores no se dispone de datos cuantitativos.

En otras muchas lagunas y turberas de la Segundera se desconoce la presencia de peces, o bien dada su estacionalidad no son propicias para albergar poblaciones piscícolas; por lo tanto, a priori, tampoco para las nutrias. En ningún caso se poseen datos cuantitativos que nos podrían dar referencia de la disponibilidad de biomasa que las nutrias podrían tener en estos ecosistemas.

La abundancia y gran calidad de medios acuáticos someros propicia la existencia de importantes poblaciones de anfibios tanto en las zonas altas como en las bajas del Parque, habitan en la actualidad 10 especies. No existe ningún estudio específico acerca de la densidad y evolución de las poblaciones de anfibios en la comarca sanabresa, sin embargo hemos recogido indicios de importantes poblaciones de muchas de las especies presentes; especialmente en las lagunas, turberas y embalses de alta montaña de la Segundera.

Localmente pueden llegar a ser muy abundantes especies como el Sapo común (*Bufo bufo*) o la Rana verde (*Pelophylax perezi*). Por su parte la Rana patilarga (*Rana iberica*) es la especie más localizada y más repartida por los ecosistemas acuáticos visitados en altitud. Otros anfibios presentes son el sapo partero común (*Alytes obstetricans*), la rana de S. Antonio (*Hyla molleri*), el Tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), el Tritón ibérico (*Lissotriton boscai*) y la Salamandra (*Salamandra salamandra*), y todo ellos presentan un menor importancia en la disponibilidad de recursos tróficos en estos medios oligotróficos ocupados por *Lutra lutra*.

Entre las aves que habitan en los bosques riparios y que han sido citadas como integrantes de la dieta de las nutrias en otras zonas estudiadas están el Mirlo acuático (*Cinclus cinclus*), las lavanderas (*Motacilla* spp), estorninos (*Sturnus* sp) y algunos fringílidos pequeños (verdecillos, currucas, etc.). Si bien no está muy esclarecido si los restos que aparecen en la dieta de nutria provienen de captura de individuos por parte del mustélido, o más bien de pollos caídos del nido o de individuos encontrados muertos.

Entre los mamíferos semiacuáticos que se consideran interactuantes con las nutrias se puede encontrar en esta zona el Desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*), la Rata de agua (*Arvicola sapidus*), la Rata topera (*A. terrestris*) y las ratas comunes (*Rattus rattus* y *R. norvegicus*); así como Musgaños (*Neomys fodiens* y *N. anomalus*) y las musarañas (*Sorex* sp pl) ribereñas.

La Nutria euroasiática (*Lutra lutra*) es un mamífero perteneciente a la familia de los mustélidos, también llamados antiguamente "alimañas". Incluye esta familia un total de 8 especies en Iberia, 7 de ellas autóctonas: el Tejón (*Meles meles*), el Turón (*Mustela putorius*), la Marta (*Martes martes*), la Garduña (*Martes foina*), el Visón europeo (*Mustela lutreola*), el Armiño (*Mustela erminea*), la Comadreja (*Mustela nivalis*) y la propia nutria; y una introducida (el Visón americano, *Neovison vison*).

En la zona de estudio tenemos conocimiento de la existencia de marta, garduña, tejón, comadreja y turón por sus excrementos; además de la presencia inconfundible de la nutria. Son precisamente las dos primeras de estas especies las que más podrían interferir con la nutria, junto con el visón americano (detectado en la comarca de Sanabria desde 2007, datos propios inéditos), en función de sus espectros alimenticios y de uso del territorio cerca de los ecosistemas acuáticos.

· Sierra de Gredos, Sur de Ávila.

La Sierra de Gredos forma parte del Sistema Central ibérico o Carpetobetónico, la principal cadena montañosa del centro de la Península, y se localiza en la parte sur de la provincia de Ávila (Figura A.7). Su orientación oeste-este y sus grandes dimensiones (unos 500 km) divide a grandes rasgos la Península en dos mesetas, de altitudes muy diferentes; la meseta castellana que forma la gran Depresión de Duero al norte y al sur la meseta castellano-manchega. Siendo las sierras de Gredos el tramo central de todo el eje principal del Sistema Central, con un longitud aproximada de unos 85 km.

La vertiente norte vierte aguas al Duero a través de los sistemas hidrográficos del Tormes y el Adaja (Figura A.8); la parte sur vierte hacia al Tajo a través de numerosas gargantas, así como del sistema del Alberche. El ámbito del estudio abarcó las cabeceras de los principales tributarios del Tormes desde los macizos central y occidental de Gredos.

Figura A.7 Localización del área geográfica de estudio de la Sierra de Gredos (SG).

HIDROLOGÍA

El área de estudio más intensivo y plurianual se localizó en el Macizo Central, e incluye un tramo del río Tormes, así como las gargantas de Gredos y del Pinar desde los circos de Laguna Grande y Cinco Lagunas, respectivamente; y sus principales afluentes. Esto se traduce en un gradiente altitudinal desde 1.200 hasta 2.100 msn para los ecosistemas estudiados.

Asimismo se hicieron algunas prospecciones en las Gargantas de las Pozas y en el río Barbellido, para comprobar que las poblaciones de nutrias existentes no se encontraban aisladas en el momento del trabajo de campo. Si bien en este caso los datos no serán incluidos en los posteriores análisis.

Figura A.8 Red hidrográfica, principales cotas altimétricas y localización de los conjuntos lacustres estudiados en los dos macizos de la Sierra de Gredos. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

En este Parque Regional de la Sierra de Gredos se eligieron 16 humedales de alta montaña pertenecientes a la cuenca alta del río Tormes, siendo ecosistemas naturales o bien lagunas represadas, pero con un buen estado de naturalización; con excepción hecha de algunos del macizo occidental, sometidos a un intenso aprovechamiento hidroeléctrico y de abastecimiento, que produce una reducción de la calidad del ecosistema y una ancha banda árida.

Todos ellos vierten aguas hacia la cuenca hidrográfica del citado río Tormes desde los macizos a través de las gargantas de los ríos Tormes, del Pinar y Bohoyo, y las de Caballeros, Galín-Gómez y Barco; respectivamente. Todos se encuentran incluidos en Natura2000 a través del espacio natural Sierra de Gredos (LIC ES4110002), según la propuesta española para la Región Mediterránea aprobada por la COMISIÓN en 2005.

La mayoría de estos ecosistemas están catalogados como zonas húmedas protegidas (Anexo A2.2) por la legislación autonómica como Zonas Húmedas de Especial Interés (DECRETO 194/1994, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Catálogo de Zonas Húmedas de Especial Interés y se establece su régimen de protección; y DECRETO 125/2001, de 19 de abril, por el que se modifica el Decreto 194/1994, y se aprueba la ampliación del Catálogo de Zonas Húmedas de Interés Especial), y en caso contrario están incluidos de alguna manera en la Red de Espacios Naturales de Castilla y León, y/o en Natura2000.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La historia geológica de Gredos es tan antigua como la del núcleo de la Península Ibérica (macizo Hespérico, hace unos 650 millones de años) y su elevación como cadena montañosa inicialmente se produjo durante el devónico (hace unos 350 millones de años). Posteriormente durante un largo periodo de cientos de millones de años la cadena montañosa original sufrió intensos procesos de erosión en paralelo a la formación de la penillanura norte hasta que en la orogenia alpina (hace unos 35-40 millones de años) se produjo un nuevo abombamiento de los materiales paleozoicos originales y una nueva elevación del terreno. Dada la rigidez de estos materiales cristalinos se dificultó el plegamiento de los estratos provocándose una gran fractura en la zona central y el alzamiento (al norte) y hundimiento (al sur) simultáneo de bloques por formación de una gran falla. Debido a estos mecanismos orogénicos y geomorfológicos en la actualidad podemos apreciar una gran disimetría entre las estibaciones septentrionales, más elevadas; y las meridionales, que sufrieron un brusco hundimiento con suave basculación, creando en gran medida la depresión de cuenca del Tajo.

Durante la fase glacial Würmiense del Holoceno se formaron unos 40 circos glaciares, destacando entre ellos los de Laguna Grande y Cinco Lagunas. Hace aproximadamente 10 – 12 mil años se retiraron definitivamente los hielos originando en los deshielos consiguientes una gran actividad erosiva de tipo fluvial y torrencial que dieron lugar a los pedregales y depresiones encharcadas en los lugares donde se encontraban los circos (Pedraza y López 1980) en los que ahora encontramos complejos lacustres de alta montaña.

La geología de estas montañas presenta una gran uniformidad, puesto que es de origen Paleozoico, encontrando en su totalidad rocas plutónicas ácidas, particularmente granitos (Rodríguez, 1996). La edafología de la misma forma es también muy uniforme en todo el área de estudio presentando tierras pardas húmedas sobre materiales silíceos, que se encuentran en asociación con litosuelos. La zona de estudio se encuentra modelada notablemente por la acción de los glaciares en la era Cuaternaria.

Figura A.9. Unidades geomorfológicas (A) de Ávila y (B) geología de la zona de estudio en Gredos.

CLIMATOLOGÍA Y VEGETACIÓN

El atlas CLATERES de Elena-Roselló (1997) ubica esta zona en la ecorregión Duriense en su clasificación geobioclimática de la Península Ibérica, con clases territoriales entre 235 y 239 que implican precipitaciones totales anuales próximas a 1.000 mm, unos 30 días de nieve anuales y temperaturas promedio estivales inferiores a 18 °C. Señalando su relativo parecido, sobre todo para el régimen de temperaturas, con algunas zonas de las sierras palentinas de la Cordillera Cantábrica, así como con algunas zonas de Sierra Segundera. El clima actual de Gredos se puede definir como templado-frío y continental, con una estación seca. En la siguiente Figura A.10 se muestran los climodiagramas ombrotérmicos de tres localidades de las estribaciones del norte de Gredos a partir de datos oficiales, sobre los que además se han calculado índices bioclimáticos (Tabla A.3). Las tres estaciones pueden clasificarse dentro del tipo de clima Csb de Köppen-Geiger (1900), es decir oceánico mediterráneo de veranos suaves. Sin embargo en las tres se puede apreciar un importante periodo de déficit hídrico superior a los 65 días (Figura A.10), si bien hay que señalar que se localizan en zonas de poca altitud.

Figura A.10 Diagrama climatológico de Walter-Lieth para tres estaciones meteorológicas de la vertiente meridional de Gredos, situadas en el valle del Tormes medio (A, orientación meridional), y en las estribaciones del valle del alto Tormes (B, C). (h: altitud, T: temperatura media mensual, P: precipitación media mensual, DH: déficit hídrico, d: días libres de heladas; Hp: periodo de heladas seguras)

Además se pueden distinguir tres pisos bioclimáticos a lo largo del área de estudio. El piso supramediterráneo se presenta en las zonas más bajas entre los 1.200 y los 1.500 m de altitud, donde la temperatura media anual es de 8-15 °C con heladas entre septiembre y junio; la vegetación se caracteriza por la presencia de alisos junto al río y robles melojos (*Quercus pyrenaica*) relativamente densos que se van sustituyendo por piorno y brezo, hacia los suelos menos profundos y los roquedos. El piso oromediterráneo se encuentra entre los 1.500 y los 1.900 msnm de altitud, donde la temperatura media anual es de 4 a 8 °C y en el cual se pueden producir heladas a lo largo de todo el año; la vegetación puede ser arbórea, de roble melojo, aunque no llega a ser denso, presentando un estrato arbustivo denso de piorno y de brezo.

El piso criomediterráneo se encuentra a partir de los 1.900 msnm de altitud con una temperatura media anual de 4 °C y posibles heladas a lo largo de todo el año; lo que condiciona notablemente la actividad de toda la fauna, en especial de los poiquilotermos como los anfibios. La vegetación se caracteriza por

▷ Sierra de Gredos

ser acidófila, como pastizales psicroxerófilos y céspedes criófilos (cervunales), así como vegetación de pedregales (Rivas-Martínez 1987). En estas zonas el elemento más limitante para las nutrias y visones en altitud es el período de congelación de las masas de agua y el periodo de letargo de sus presas.

Clave AEMET	ALT msm	It	PAV	IAE IPL	IAM	IDR
	Navalonguilla	1.143				
	Bohoyo	1.175				
2828	El Barco de Ávila	1.016	7	zonas húmedas de estepas y sabanas	región muy húmeda	zona húmeda zona semiárida

Tabla A.3 Clasificación bioclimática de las estaciones climáticas (etiquetas amarillas sobre el mapa Me500 del I.G.N. en tonos grises) ubicadas en las subcuencas estudiadas del alto Tormes (humedales y tramos fluviales en azul) a partir de los cálculos de índices bioclimáticos (datos completos en Anexo A2.5). (It: índice de termicidad de Rivas-Martínez; PAV: periodo de actividad vegetal; IAE: índice de aridez estival bimensual; IPL: índice de pluviosidad de Lang; IAM: Índice de aridez de Martone; IDR: Índice de Dantin-Revenga)

FAUNA

Este apartado tiene una gran importancia, puesto que una buena parte de las especies de esta zona van a constituirse en presa potencial para los mustélidos estudiados: la nutria y el visón americano. La fauna ictiológica no es muy diversa en las zonas estudiadas, puesto que tan sólo cuenta con tres especies, un salmónido: Trucha común (*Salmo trutta* morpha *fario*); y dos ciprínidos: la Boga de río (*Pseudochondrostoma duriense*) y el Cacho, escallo o escacho (*Squalius carolitertii*). Los ciprínidos no son muy abundantes en la zona puesto que las condiciones son típicamente de aguas salmonícolas. Además éstas poblaciones sólo se encuentran en el cauce principal del río Tormes, mientras que en las gargantas sólo hay trucha común (Elvira y Gisbert 1988; Almodóvar y Elvira 2000; Lizana y Morales 2001; Lizana y Ciudad 2002a); o bien no hay peces. Además es preciso señalar que una gran parte de la zona de estudio son cotos de pesca; en ocasiones bastante intensivos. También merece una reseña la presencia de una especie introducida en el circo de Cinco Lagunas: el Salvelino o Trucha de fontana (*Salvelinus fontinalis*) (Elvira y Almodóvar 1996; Almodóvar y Elvira 2000; Lizana y Ciudad 2002a), cuyo efecto negativo sobre la fauna autóctona (especialmente tritones y salamandras) está aún por valorarse; como ya han demostrado Braña *et al.* (1996) en la Cordillera Cantábrica.

Los anfibios en las gargantas y lagunas de Gredos cuentan con ocho especies, de las cuales cinco están representadas hasta los circos glaciares: Salamandra (*Salamandra salamandra*), Sapo común (*Bufo bufo*), Sapo corredor (*Bufo calamita*), Rana patilarga (*Rana iberica*) y Rana verde común (*Pelophylax perezi*). Mientras que el resto son menos frecuentes: Tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), Sapillo pintojo (*Discoglossus galganoi*) y Sapo partero común (*Alytes obstetricans*) (Lizana *et al.* 1988, 1991; Ciudad *et al.* 1987; Lizana 1995; Ciudad y Lizana 1999; Lizana y Ciudad 2002b). La importancia de los anfibios reside en que por ser un grupo de vertebrados acuáticos son presas de gran potencialidad para la nutria, como se demuestra en trabajos sobre alimentación (Callejo 1979; Mason y McDonald 1986; Delibes 1987; Ruiz-Olmo 1995a; Morales y Lizana 1997; Morales *et al.* 1998b).

Los reptiles nos ofrecen un listado de 12 especies en Gredos, donde su distribución no es tan homogénea que los anfibios, puesto que hay que resaltar que a partir de los 1.800 m de altitud sólo encontramos la Lagartija serrana de Gredos (*Iberolacerta cyreni*) (Lizana *et al.* 1988, 1991; Ciudad *et al.* 1987; Lizana 1995; Ciudad y Lizana 1999). Del resto destacamos las dos especies de culebras de agua: Culebra de collar (*Natrix natrix*) y especialmente la Culebra viperina (*Natrix maura*), puesto que son las que pueden constituir presa de la nutria (Ruiz-Olmo 1995a,c; Morales *et al.* 1998b). También es de resaltar la ausencia en la dieta del Lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*) o lagarto de agua, muy abundante en las proximidades de todos los ríos y arroyos de Gredos.

Las aves cuentan con una gran diversidad de especies, donde se pueden señalar algunas representativas de las distintas zonas de nuestro área de estudio. El Acentor común (*Prunella modularis*) es el más típico de las zonas de alta montaña, así como la Alondra común (*Alauda arvensis*) de las zonas de piornal. En lo que se refiere al medio acuático destacamos el Mirlo acuático (*Cinclus cinclus*), el Martín pescador (*Alcedo atthis*) y la Garza real (*Ardea cinerea*), abundantes en el cauce principal del Tormes, donde pescan y se reproducen, y de más esporádica presencian en las gargantas.

Los mamíferos por su parte son un grupo de difícil observación en campo, presenta 26 especies en la zona de estudio. Destacamos en particular que se encuentran 6 especies de mustélidos, entre ellos la Nutria paleártica (*Lutra lutra*) y el Visón americano (*Neovison vison*) (Gisbert y García-Perea 1988; Ciudad y Lizana 1999; Lizana y Morales 2001; Lizana y Ciudad 2002c).

Entre los pequeños mamíferos que habitualmente aparecen en los excrementos de mustélidos semiacuáticos están los Musgaños de Cabrera (*Neomys anomalus*), los Ratones de campo (*Apodemus sylvaticus*), Musarañas (*Crociodura* spp. y *Sorex* spp.) y los topillos (*Microtus* spp.); aunque en la literatura se pueden encontrar citas de consumo de Desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) por *Lutra lutra*, en Gredos no hemos podido constatar este hecho (ver Parte III). Bravo y Bueno (1999) señalan lo mismo con respecto a los visones americanos en otras partes del Sistema Central.

· Sierra de Fuentes Carrionas, NO de Palencia.

Las sierras del entorno del área de estudio de Fuentes Carrionas (Peña Prieta, Espigüete y Curavacas) constituyen uno de los principales núcleos montañosos del sector central de la Cordillera Cantábrica, con elevaciones notables por encima de los 2.300 msn (Figura A.11). Las zonas de altitud seleccionadas se localizan en la cabecera de dos valles, casi paralelos, que discurren en dirección sur y sureste desde la zona de cumbres de Peña Prieta; dejando justo a los lados, y rodeándolo de esta manera, el macizo de Curavacas. Ambos valles son los principales tributarios de Cabecera del Carrión, el río de las Lomas y el propio alto Carrión, y desembocan en sus respectivas colas del embalse de Camporredondo poco después de alcanzar los valles principales.

La zona se incluye completamente dentro de los límites del Parque Natural de las Fuentes Carrionas y Fuente del Cobre, que en la actualidad está incluido en Natura2000. En esta zona del norte palentino nacen dos de los principales tributarios de la cuenca del Duero por su vertiente derecha, el río Carrión y también el río Pisuerga. Y además albergan buena parte de los grandes embalses que dan caudal de riego y de mantenimiento de los cauces a buena parte del centro del valle principal del Duero.

Figura A.11 Localización del área geográfica de estudio de l macizo de Fuentes Carrionas (FC).

HIDROLOGÍA

Las estribaciones meridionales del macizo de Fuentes Carrionas- Peña Prieta y todo el macizo de Curavacas vierten aguas a la cuenca del Duero, a través principalmente del río Carrión. Este es un río de fuerte torrencialidad y pendiente en el cauce, a pesar de estar muy regulado por grandes embalses desde la cabecera, que recorre en dirección predominante N-S toda la provincia palentina, hasta su desembocadura (aguas debajo de la capital provincial) en el río Pisuerga.

En la zona de estudio los cauces son todos permanentes, debido al enorme excedente de humedad que haya en estas montañas; si bien los cursos de menor entidad tienen una cierta estacionalidad durante agosto y septiembre hasta que llegan las lluvias del otoño. Por su parte las lagunas y otros humedales apenas sufren estiaje y no presentan banda árida significativa en sus orillas.

Figura A.12 Red hidrográfica de la zona de estudio en el macizo de Fuentes Carrionas. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La orografía de esta región montañosa se definió fundamentalmente en el Terciario por la deformación alpina de la región cantábrica, aunque también se mantiene una cierta influencia de la orogenia Hercínica. La elevación y estructuración alpina se produjo por la subducción del fondo oceánico del Golfo de Vizcaya bajo la corteza de Iberia. En el proceso se produjeron cabalgamientos y fallas originando la compleja estructura que caracteriza a esta Cordillera.

Debido a la disposición paralela a la línea de costa de las crestas elevadas en esta orogenia se dispuso una red fluvial perpendicular al eje axial de la misma. Las vertientes S y N de la Cordillera Cantábrica son bastante diferentes debido a su relación disimétrica con la zona costera cantábrica la segunda, y con la

Meseta Norte la primera. En la vertiente norteña se alcanzan grandes elevaciones en pocos kilómetros, lo que da lugar a fuertes pendientes, valles muy encajados y ríos cortos de caudal torrencial; en la vertiente sur los valles son más amplios y menos encajados, debido al nivel base elevado de la Depresión del Duero, dominado en el N de Palencia por los páramos detríticos (Figura A.13). Asimismo los procesos glaciares del Würm y la karstificación tiene gran importancia en del modelado del terreno cantábrico.

En la Cordillera Cantábrica se asentaron diversas masas de hielo durante el periodo Würmiense y esta última glaciación cuaternaria afectó de forma importante en los macizos por encima de 2.000 msnm. Dada la heterogeneidad morfológica y litológica de estas montañas, y a las diferencias en el carácter y extensión de los casquetes glaciares asentados se formaron diversos tipos de circos. De los cuales los de tipo alpino “sensu latum” son los más habituales y en los que con mayor frecuencia se conservaron humedales tras la deglaciación progresiva.

Figura A.13 Unidades geomorfológicas (A) de Palencia y (B) geología principal de la zona de estudio en Fuentes Carrionas.

La litología de la zona cantábrica es muy variada. Aunque con predominio de las rocas sedimentarias, especialmente en el centro y la mitad oriental, sobre las cristalinas que únicamente son predominantes en algunas localizaciones del sector asturiano. Predominan por lo tanto pizarras, areniscas, calizas, dolomías y conglomerados, con presencia de limonitas, arcillas y margas en determinados enclaves. Sobre las rocas volcánicas paleozoicas (horizontes del Cámbrico-Devónico y Pérmico) existe por lo tanto un amplio manto cobertor de sedimentos mesozoicos y terciarios (Julivert *et al.* 1981, IGME 1980, Meléndez 2004).

Esta variada litología se traduce también en una amplia diversidad de suelos. En la zona más occidental predominan los rankers, de pH neutro-ácido, sobre los que se desarrollan pastizales, matorrales y bosques. Además es importante la presencia de cambisoles húmicos.

En la zona central de Cordillera, en el entorno del área de estudio, aparecen suelos pardos calizos

forestales (cambisoles cálcicos) con un horizonte mull forestal muy desarrollado y pH elevado que se desarrollan sobre arenas y calizas; óptimo para los hayedos. En algunas localizaciones se desarrollan suelos de tipo litosol sobre rocas calizas o silíceas; que a su vez han sido favorecido y propiciados por la actividad ganadera en las montañas. Además se pueden encontrar regosoles en áreas de fuerte pendiente y relieve accidentado de naturaleza éútrica (sobre rocas carbonatadas) como dístrica (sobre rocas silíceas). Otros tipos mucho menos abundantes como los gleysoles, histosoles y podzoles son posibles de localizar en este área (Tejero de la Cuesta 1988b).

CLIMATOLOGÍA

Elena-Roselló (1997) ubica esta zona en la ecorregión Duriense en su clasificación geobioclimática de la Península Ibérica, con clases territoriales entre 235 y 239 que implican precipitaciones totales anuales superiores a 1.000 mm y temperaturas promedio estivales inferiores a 18 °C. Señalando su relativo parecido, sobre todo para el régimen de temperaturas, con algunas zonas de las sierras abulenses de Gredos y la Paramera, así como con algunas zonas de Sierra Segundera. El clima actual del entorno de Fuentes Carrionas (la llamada montaña palentina) se puede definir como templado-frío y oceánico, con ausencia de una estación seca. En la Figura A.14 se muestran los climodiagramas ombrotérmicos de dos localidades próximas a las estribaciones, sobre los que además se han calculado índices bioclimáticos (Tabla A.4).

Según la clasificación de Köppen-Geiger (1900) el clima dominante en esta área de estudio en las zonas de valle sería de tipo oceánico con veranos suaves (Cfb), en los que la temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Allende (2007) calcula a través de la ETP calculada un excedente en torno a 1.300 – 1.600 mm, lo que indica que los macizos de Espigüete-Peña Prieta y Curavacas-Fuentes Carrionas son de las zonas más húmedas de la Cornisa Cantábrica. Según este autor el superávit se debe habitualmente a excedentes en las precipitaciones en forma de lluvia, que incluso en el mes de julio superar los 100 mm/mes. En este mismo trabajo se identifica el clima dominante de la zona como subcontinental en las zonas de valles y en las laderas hasta una altitud de 2.100 msnm, y a partir de esta cota como sub-oceánico; en especial en las orientaciones más expuestas a la influencia marítima del Cantábrico, que se encuentra a escasos 45 km en línea recta.

En la zona de estudio, por encima de los 1.500 msnm, se encuentran representados los dos pisos bioclimáticos de mayor altitud en la región eurosiberiana; tanto el piso alpino como el subalpino. El horizonte superior del piso alpino únicamente se puede localizar únicamente en las cumbres del macizo de Curavacas, del Espigüete y de Peña Prieta; mientras que el alpino-inferior se extiende por mayores territorios de las zonas de cumbres y puertos de alta montaña del conjunto montañoso. Según Allende (2007) las temperaturas son especialmente rigurosas en el macizo de Curavacas, con promedios de las mínimas inferiores a -5 °C durante 3 o más meses al año. En esta montaña los valores mínimos absolutos de enero son de valores entre -18 °C de mínima más baja y -11,7 °C de mínima más elevada.

La mayoría de las zonas altas y de los circos glaciares donde se ubican los complejos lacustres estudiados

se pueden ubicar dentro de los horizontes superior y medio del piso subalpino, marcado por un índice de termicidad *It* en el rango de valores -40 <-> 0 para el primer caso, y de 0 <-> 40 para el segundo. En el caso del Curavacas Allende (2007) señala que la probabilidad de heladas se extiende a lo largo de 12 meses; mientras que los datos de la estación de Triollo (unos 1.000 m menos de altitud) indican que las mínimas permiten alrededor de 8 meses libres de heladas en el fondo del valle. En los circos glaciares el periodo de heladas está estimado en alrededor de 8-9 meses por año.

Figura A.14 Diagrama climatológico de Walter-Lieth para dos estaciones meteorológicas del N de Palencia, situadas en el valle del alto Carrión (A) y en el alto Pisuegra (B). (h: altitud, T: temperatura media mensual, P: precipitación media mensual, DH: déficit hídrico, d: días libres de heladas; Hp: periodo de heladas seguras)

Clave AEMET		ALT msm	It	PAV	IPL	IAM	IDR
	Triollo	1.308					
2235	Cervera de Pisuegra	1.197	subalpino inferior	6	zonas húmedas de bosques y claros	región muy húmeda	zona húmeda
	Polentinos	994					

Tabla A.4 Clasificación bioclimática de las estaciones climáticas (etiquetas amarillas sobre el mapa Me500 del I.G.N. en tonos grises) ubicadas en las subcuencas estudiadas del alto Carrión (humedales y tramos fluviales en azul) a partir de los cálculos de índices bioclimáticos (datos completos en Anexo A2). (It: índice de termicidad de Rivas-Martínez; PAV: periodo de actividad vegetal; IPL: índice de pluviosidad de Lang; IAM: Índice de aridez de Martone; IDR: Índice de Dantin-Revenga)

VEGETACIÓN

Allende (2007) cataloga la vegetación dominante de esta zona central cantábrica como eurosiberiana en los macizos montañosos, aunque en los de Curavacas y Espigüete co-dominan secundariamente elementos boreoalpinos y atlánticos. A diferencia en el del Peña-Prieta co-dominan los mediterráneos y pluri-regionales. Lo que ponen de manifiesto una clara relación de estas montañas con las pirenaicas, centroeuropeas o escandinavas. Al igual que en el caso de la corología vegetal, las particularidades de la flora endémica presentes en cada macizo nos muestran pautas de su evolución como islas biogeográficas de estos macizos en donde se han catalogado entre 13 y 48 taxones endémicos para cada uno de ellos.

Las comunidades herbáceas, después de los matorrales, constituyen la formación vegetal más extendida. Distinguimos seis tipos en función de la naturaleza del sustrato sobre el que se asientan, su situación topográfica, la existencia o no de humedad superficial y de las especies integrantes: pastos mesofíticos en vertientes bajas y medias, pastos de transición en vertientes altas, pastos psicroxerófilos de cumbres y crestas, pastos sobre medios húmedos, herbazales higrófilos y herbazales rupícolas. Siendo las últimas formaciones la vegetación más habitual en las orillas de los humedales estudiados.

Entre las comunidades de ladera dominadas por matorrales arbustivos (1-5 m de porte) y subarbustivos, dominados por escobonales, genistedos, carqueixales, brezales y tojares; en gran medida favorecidos en su extensión y dominio estructural debido a las prácticas ganaderas derivadas de las quemaduras culturales. Entre los primeros destacan la presencia de *Genista florida*, *Genista obtusiramea* y *Cytisus cantabricus* como elementos definidores, y entre los segundos *Cytisus oromediterraneus*, *Genista hispanica occidentalis* y *Genista legionensis*. Las otras tres formaciones (de carácter además más pirofítico) se distribuyen entre formaciones azonales dominadas por *Erica australis* y brezales higrófilos de *Erica tetralix* y *Betula alba* con *E. australis*. Y también la presencia de numerosas formaciones mixtas a lo largo del gradiente edáfico.

Entre las formaciones boscosas encontramos en las zonas más elevadas sabinas rastreros de *Juniperus nana* y sabinas albares de *J. communis* ssp *nana* sobre los pedregales conglomeráticos; con biercolares de *Calluna vulgaris*, *Thymus pulegioides* y *Vaccinium myrtillus*. Así como arandaneras de *Vaccinium uliginosum* en las pendientes de macizos de naturaleza silicícola, y también arandaneras rupícolas basófilas con *Arenaria purpurascens* o con *Silene acaulis*.

En las zonas de media ladera y los mejores suelos del valle, no ocupados por los prados de siega y los pastizales, las formaciones boscosas más notables son melojares de *Quercus pyrenaica*, robledales albares de *Q. petraea* y hayedos de *Fagus sylvatica*, además de pinares albares de *Pinus sylvestris* (en algunos casos en formaciones de repoblación forestal).

También es posible encontrar, aunque con extensiones mucho más modestas, formaciones de castaños (*Castanea sativa*), tejedas (*Taxus baccata* e *Ilex aquifolium*), sabinas de *Juniperus sabina* y abedulares de *Betula alba* ssp *alba*. Aunque han sido tradicionalmente fuente de recursos forestales y ganaderos para las poblaciones locales por lo que se encuentran también profundamente alteradas; favorecidas en algunos casos y reducidas en otros.

FAUNA

La zona cantábrica debido a su gran número de biotopos, hábitats y gradientes ambientales es poseedora de una rica, amplia y especializada fauna típica de la montaña. Entre los principales taxones de vertebrados presentes en las zonas estudiadas podemos citar gran cantidad de herpetos y micromamíferos, como los habituales grupos-presa para las nutrias. Los anfibios presentes en estos humedales de altitud y los cauces de cabecera de los afluentes del Alto Carrión, y que son presas habituales de las nutrias durante el deshielo, se resumen en los siguientes anuros: Rana bermeja (*Rana temporaria*), Rana verde común (*Pelophylax perezi*), el Sapo común (*Bufo spinosus*) y el Sapo corredor (*Bufo calamita*); y entre los urodelos: la Salamandra común (*Salamandra salamandra*), el Tritón alpino (*Ichthyosauria alpestris*) y el Tritón palmeado (*Lissotriton helveticus*).

Entre los micromamíferos que suelen ser presa de las nutrias, y otros mustélidos semiacuáticos ribereños, cabe citar expresamente tres pequeños insectívoros: por un lado el Desmán de los Pirineos o desmán Ibérico (*Galemys pyrenaicus*) y también el Musgano de Cabrera (*Neomys anomalus*). El segundo de más amplia distribución por los valles cantábricos de ambas vertientes, y ambas especies relativamente escasas en todos los cauces donde habitan.

Otros pequeños mamíferos como las musarañas de los géneros *Crocidura* y *Sorex*, así como ratones de campo del género *Apodemus*, también pueden formar parte ocasionalmente de la dieta de las nutrias, ya que habitan en valles de húmedos donde la vegetación azonal frondosa se mezclan con la banda ribereña, y en algunos casos zonas subalpinas hasta los 2.300 msn. En las zonas subalpinas de arroyos y prados es posible la presencia en la dieta lutrina de dos arvicolinos ibéricos que presentan buenas poblaciones en las montañas cantábricas; por una parte la Rata de agua (*Arvicola sapidus*) y también el Neverón o topillo nival (*Chionomys nivalis*).

Cabe destacar en particular que en los muestreos de 2014 no fueron detectados indicios de presencia del Visón americano (*Neovison vison*) en la cabecera del Carrión, aunque sí se localizaron aguas debajo del embalse de Compuerto (fuera del área de muestreo; ver anexo cartográfico A4.0).

• Pirineos Centrales, Noreste de Huesca, Norte de Lleida y Noroeste de Girona.

En el área subalpina de Catalunya y del noreste de la provincia de Huesca se conservaban en la época de estudio poblaciones naturales de *Lutra lutra* en las subcuencas del Cinca, Ésera, Noguera Ribagorzana y Noguera Pallaresa (Ruiz-Olmo y Gosálbez 1988, Ruiz-Olmo 1995, 2001; Ruiz-Olmo y Delibes 1998, Ruiz-Olmo *et al.* 1990a,b).

En algunas zonas de la Península Ibérica en las que se realizó en el pasado una menor presión sobre los cauces fluviales se ha constatado recientemente el hecho de la existencia de buenas poblaciones de nutrias en las zonas próximas a los sistemas montañosos, en donde la calidad de los ríos en cabecera alcanza un notable nivel y la estabilidad del recurso alimenticio y la cantidad de refugios proporciona las necesidades más imprescindibles para las nutrias.

En estas zonas las nutrias utilizan los ecosistemas lacustres de alta montaña (por encima de 1.500 msm) en primavera y verano, con una cierta regularidad como prolongación de sus territorios de ocupación en el piedemonte. En el Pirineo leridano y oscense se tenía constancia de la presencia puntual de *Lutra lutra* en cotas superiores a 2.000 msm (Jiménez y Delibes 1990, Ruiz-Olmo 1995a), por lo que parecía interesante comprobar la ocupación de la zona subalpina durante la primavera y la posible expansión de la especie en esta zona por nuevos tramos fluviales de altitud. Algo que se ha revelado importante en el estatus actual de la especie en esas cuencas fluviales a tenor de los resultados de los Sondeos Nacionales de nutria realizados en 1995-06 y 2004-05 (Ruiz-Olmo y Delibes 1998, López-Martín y Jiménez 2008).

Figura A.15 La zona pirenaica del área de estudio (polígonos en rojo) se localiza en el norte de Huesca, Lleida y Girona. Se indican los puntos de muestreo. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

Se seleccionaron un total de 67 puntos de muestreo (Figura A.16) de carácter lenítico, la mayoría lagunas, ibones y pequeños embalses de alta montaña, en las provincias de Huesca <comarcas del Sobrarbe y Ribagorza>, en Lleida <comarcas de Val d'Arán, Alta Ribagorça y también en Alt Pallars Jussà y Sobirà> y en la provincia de Girona <comarcas de Cerdanya y Urgell>. Para más detalles ver la Tabla 2.17 y en el Anexo A2.4. Incluyendo también algunos cursos fluviales de altitud pertenecientes a estas subcuencas fluviales, y algunos humedales de menor altitud (lagunas y embalses) como elementos de contraste. El conjunto de estaciones de estudio en esta zona se pueden ver en los mapas de las Figuras A16 y en el Anexo A4.0.

En esta zona de muestreo no se realizó análisis de ecología trófica de *Lutra lutra*, centrándonos fundamentalmente en el estudio de la presencia del mustélido en altitud y en la ocupación de nuevos cursos fluviales, durante su periodo de re-colonización de los pirineos oscenses y leridanos en el periodo de estudio (primavera-verano de 1998). Sin embargo sí se realizó un cierto trabajo de caracterización de las poblaciones-presa en las orillas de las masas de agua, en especial de sapos y ranas, durante el periodo final de descongelación de las mismas (primavera tardía). No se pretendió acumular datos cuantitativos, sino más bien semi-cualitativos que permitieran expresar algunas pautas del nivel de ocupación del mustélido en zonas alpinas y subalpinas.

HIDROLOGÍA

La zona estudiada incluye tramos de cabecera de las subcuencas del nordeste de la cuenca del Ebro, esencialmente en los tramos de cabecera de los cauces del Cinca y Segre, y sus respectivos afluentes en la vertiente meridional del eje central pirenaico.

En la parte occidental del área de estudio seleccionada se localizaba la única área residual de distribución de las nutrias en el Pirineo oscense, en concreto en el subcuenca del Cinqueta. En esta zona residía el único núcleo de la especie en el alto Cinca en el peor momento de conservación de la especie en la cuenca del Ebro, al final de la década de los 70's. A partir de mediados de los 90's la distribución de la especie en el Cinqueta, en el alto Cinca y Ésera y en valle principal del Noguera Ribagorzana había aumentado notablemente como consecuencia de una notable mejora en las poblaciones tras su estricta protección por la legislación y las medidas de apoyo directo a la mejora del hábitat fluvial. En la parte oriental se localizaban únicamente nutrias en el alto Segre y se daban por extinguidas en todos los cursos del Noguera Pallaresa medio y bajo a mediados de los años 80's. Como en el caso de los otros cauces en apenas 10 años de protección la nutria mejoró notablemente su estatus de conservación y pronto se consolidó un núcleo estable en la cabecera del valle principal que sirvió de fundador para el resto de la subcuenca y que a partir de finales de los 90's se puede considerar estable y conectada a través de todo el sistema hidrográfico Segre-Pallaresa. Datos de evolución poblacional extraídos de Ruiz-Olmo (2001).

Sobre la base de este conjunto de datos se dispuso una red de puntos de trabajo en todas las citas subcuencas, y también sus principales afluentes como el Flamisell, Noguera Cardós, Noguera Tor y otros; para poder conocer la nivel de presencia de las nutrias en zonas altas como consecuencia de su dispersión o migración desde los valles principales ocupados del Cinca, Ésera, N. Ribagorzana, Pallaresa y

Segre. Que constituyen por lo tanto los cinco grupo principales (CI, ES, NR, NP y SG) de medios acuáticos abarcados en el trabajo que se describe en este objetivo de la Tesis (Figuras A.16 y A.17).

Figura A.16 Red hidrográfica de la zona pirenaica en estudio dentro de la red principal de la cuenca del Ebro. (Fuente de cartografía digital: <http://oph.chebro.es/ContenidoCartoHidrologia.htm>, acceso 17/03/15)

En esencia se trabajó en la búsqueda de indicios de actividad de *Lutra lutra*, y de oeste a este, en los 14 grupos de medios acuáticos de la Figura A.16. La altitud mediana de los puntos muestreados fue superior a 2.000 msn con una altitud promedio de 1.814 msn; el rango altitudinal muestreado comprendió tramos fluviales entre los 370 (Cellers) y 2.422 msn (lago Cao) (ver Tabla 2.17 y Anexo A2.4).

Se utilizó la tipificación de los ríos creada para la regionalización física de la cuenca del Ebro, realizado por el Departament d' Ecologia de la Universitat de Barcelona para la Oficina de Planificació Hidrològica (O.P.H.) de Confederació Hidrològica del Ebro en 1999. Ésta se hizo sobre la base del estudio de 28 descriptores geológicos, 7 hidrológicos, 12 físico-químicos de calidad del agua, 32 de usos del suelo, 8

morfométricos, 5 climatológicos y 4 socioeconómicos. Se puede consultar en la dirección web: <http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/EstudiosEcologicos/1999-Ph-25-i/index.htm> (acceso 17/03/15).

	Nº de medios
CI1	6
ES1	3
ES2	5
NR1	2
NR2	5
NR3	3
NP1	4
NP2	9
NP3	7
NP4	6
NP5	7
NP6	4
SE1	2
SE2	3
66

Figura A.17 Esquema de la red fluvial principal en el área de estudio pirenaica y las respectivas subcuencas y grupos de humedales estudiados.

Los puntos de muestreo se enclavan en su mayoría dentro del tipo “ríos de alta montaña” (Tabla 2.17), y el resto se distribuyen por las zonas de “ríos de montaña húmeda calcárea” y “ríos montaña mediterránea” en las zonas de pre-Pirineo oscense y leridano. En la Figura A.17 se presenta la distribución de los medios estudiados encuadrados en sus respectivas subcuencas fluviales; se trata en su totalidad de ríos de carácter permanente, aunque con cierto nivel de estiaje y fuertes avenidas invernales debidas al deshielo.

En total, 60 tipos de hábitats recogidos en la Directiva de Hábitats se encuentran en los Pirineos, incluido un tipo de prados silíceos en los que predomina la *Festuca eskia*, especie exclusiva de zonas alpinas ibéricas. En los altos Pirineos también hay lugar para gran abundancia de torrentes, cascadas y lagos; por encima de la cota de 1.000 msn existen unos 1.500 humedales de entidad. Los complejos lagunares y tramos fluviales estudiados se encuentran en la actualidad dentro de la red de espacios naturales de la Unión Europea “Natura2000”, excepto las zonas más bajas de valles muy antropizados y los grandes embalses. La distribución de los medios estudiados en los diferentes Espacios se presentan en la Figura A.18 y en el Anexo A7.

Figura A.18 Reparto de los espacios LIC (zonas en verde) en el área de estudio y en la cuenca del Ebro (dcha)..

Casi todos estos puntos de muestreo se encuentran incluidos en Natura2000 (60 de 66, Anexo A2.4) mediante la propuesta del Estado español y aprobación de la DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 22 de diciembre de 2003, *por la que se adopta la lista de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica alpina [notificada con el número C(2003) 4957] (2004/69/CE)*; y se actualiza por DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 25 de enero de 2008, *por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, la primera lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica alpina [notificada con el número C(2008) 271] (2008/218/CE)*; y por DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 12 de diciembre de 2008, *por la que se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE del Consejo, una segunda lista actualizada de lugares de importancia comunitaria de la región biogeográfica alpina [notificada con el número C(2008) 7973] (2009/91/CE)*.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La Cordillera Pirenaica surgió de los fondos marinos que había entre las masas continentales de Iberia (basamento Varisco y cobertera mesozoica) y Eurasia (placa Euroasiática), durante la orogenia alpina elevando a más de 3 Km las rocas sedimentarias estratificadas que en ellos se acumulaban. La Cordillera tiene unos 435 Km de longitud axial desde el Golfo de Vizcaya al cabo de Creus; y las alturas máximas se alcanzan en su dorsal central, en torno a los 3.400 msm en el macizo de Maladeta-Posets (cumbre del Aneto a 3.400 msm). Durante el Paleozoico los actuales Pirineos eran una cordillera sumergida en los fondos marinos, formada principalmente por pizarras, esquistos, cuarcitas, calizas y batolitos graníticos. Durante el Mesozoico los sedimentos procedentes de la erosión terrestre fosilizaron la cadena submarina. En el Cenozoico el movimiento alpino (desde hace unos 35 a 6 millones de años) provocó el hundimiento de lo que quedaba de los macizos del Ebro y Aquitania y levantó la cadena de materiales cristalinos que habían estado sumergida bajo los fondos marinos, plegando la cobertera acumulada sobre ellos en el período anterior.

Se trata de afloramientos de un antiguo macizo herciniano de materiales paleozoicos (granitos y rocas metamórficas principalmente) que alcanza gran extensión en el sector central-oriental y conforma macizos aislados en el occidental (Peña, 1991). Paralelamente a este eje, el Pirineo va descendiendo hacia las depresiones de Aquitania y Languedoc al norte y del Ebro al sur, que contactan con la cordillera. A ambos lados de la zona axial, se extiende el denominado "Prepirineo" compuesto por alineaciones de sierras y depresiones de materiales más recientes y que se subdivide tradicionalmente en: Sierras Interiores adosadas al Pirineo Axial, de gran altitud y de naturaleza fundamentalmente calcárea y que dan lugar a relieves asimismo muy abruptos que constituyen línea de cumbres allí donde no afloran materiales paleozoicos (como ocurre en el sector occidental) y con similar extensión en la parte francesa y española; Sierras Exteriores formadas por los mantos sur-pirenaicos también calcáreos que contactan con la Depresión del Ebro y que alcanzan gran desarrollo longitudinal en el Prepirineo central y occidental, quedando relegados a un estrecho sector en el Pirineo oriental donde la falla del Segre corta su continuidad (Peña 1991).

Las sierras interiores delimitan y sostienen el eje pirenaico axial. Están compuestas por materiales secundarios, dominando las calizas que dan lugar a paisajes cársticos y relieves de detalle en escamas.

Su estructura es jurásica y pirenaica, siendo frecuentes los mantos de corrimiento (Teixell 1998, 2000; Teixell y Muñoz, 2000). Su techo es el Monte Perdido (3.355 msm) en el oeste oscense. Entre los ríos Cinca y Segre es donde los materiales calcáreos alcanzan mayor amplitud y complejidad como ocurre en las sierras de Cotiella (2.912 msm) y del Turbón (2.492 msm). El Pirineo Oriental, entre los ríos Segre y Ter están formadas por los mantos de corrimientos del Montsec de Tost, Cadí y Pedraforça. La tectónica dominante es la de plegamiento. Los ríos cortan aquí transversalmente estas sierras mediante profundos desfiladeros, en el resto de los valles predominan las orientaciones norte-sur, perpendiculares a la orientación de la cadena. En este complejo modelo actuaron con posterioridad las erosiones glacial y fluvial holocénica.

La primera tuvo importantes consecuencias en estas cordilleras sobre el paisaje actual. Se han localizado más de 10 complejos glaciares que descendieron sus lenguas hasta los 700 msm sobre el nivel del mar, con nieves perpetuas a partir de los 1.800 msm. El resultado fue la excavación de valles glaciares con suave perfil en forma de "U" en su fondo y la herencia de los ibones o pequeños lagos formados por la actuación erosiva del hielo. Los glaciares más importantes ocupaban los valles de Belagua, Ansó, Pineta-Bielsa, Gistaín, Benasque o Vall d'Arán. La erosión fluvial cuaternaria ha dado lugar al sistema de profundos valles, longitudinales y transversales, que actualmente dominan la red hidrológica en la zona de estudio pirenaica. La totalidad de los medios acuáticos y tramos fluviales que fueron muestreados están situados dentro de la unidad geomorfológica e hidrogeológica del sinclinal de Tremp.

CLIMATOLOGÍA

A pesar de su uniformidad estructural, los Pirineos no constituyen una unidad climatológica, debido a la gran influencia oceánica en su mitad occidental y la vertiente septentrional, y la mayor mediterraneidad de su vertiente meridional, así como la parte más oriental del macizo. Por una parte estas diferencias son consecuencia de las influencias marítimas atlántica y mediterránea, existen dos grandes zonas climáticas a ambos lados de la línea divisoria de las aguas, con una bipolaridad que se refleja claramente en la pluviometría y en la vegetación. Por otra parte, las diferencias de altitud, las influencias de la exposición solar y de las situaciones de abrigo, junto con los matices del ciclo anual de precipitaciones, dan como resultado una multiplicidad de microclimas que se traducen en una gran riqueza de interacciones ecológicas que distinguen cada valle. Los periodos más lluviosos son el otoño y, en segundo lugar, la primavera. El verano y el invierno son algo menos lluviosos, pero reciben precipitaciones notables. En verano se ven favorecidas por fenómenos tormentosos que pueden llegar a ser muy intensos si las condiciones en altura los favorecen. Elena-Roselló (1997) ubica esta zona en la ecorregión catalano-aragonesa en su clasificación geobioclimática de la Península Ibérica; con clases territoriales entre 335 y 341, que implican precipitaciones superiores a 1.100 mm, más de 35 días de nevadas al año y temperatura promedio estivales en torno a 15 °C.

En el territorio pirenaico estudiado podemos hablar de cinco grandes tipologías climáticas. El clima oceánico atlántico se localiza exclusivamente en el entorno del Vall d'Aran, caracterizándose por ser mucho más lluvioso y húmedo que la vertiente mediterránea. La humedad constante favorece la persistencia de vegetación verde con abundantes zonas de pastos y una gran cantidad de humedales.

Los climas alpino y subalpino se reducen a las cimas y valles colgados, caracterizándose por una pluviosidad elevada (p.e. 1.308 mm anuales en Estany Gento, a 1.890 msm) y una temperatura promedio anual muy baja. El clima subalpino se da en un amplio rango altitudinal entre los 1.500 y los 2.300 msm; y el alpino en general por encima de los 2.300 m, fuera de las zonas muestreadas. Como consecuencia de las condiciones pluviométricas y térmicas descritas, buena parte de este territorio tiene unos importantes excedentes hídricos lo que permite que sus ríos sean notablemente caudalosos.

El clima mediterráneo de alta montaña, localizado en la mayor parte de las comarcas del Pirineo catalán, puede considerarse como una transición del clima subalpino, con menores precipitaciones y nieve, pero con una fuerte amplitud térmica. A pesar de su carácter mediterráneo, los veranos registran precipitaciones importantes, incluso a veces superiores a las del invierno. Con todo, encontramos importantes diferencias pluvio-térmicas en función de la altitud y de la orientación de las laderas.

El clima mediterráneo de montaña media y baja, finalmente, sólo se da en el Pre-pirineo más meridional, caracterizándose por un verano marcadamente seco pese a que la altitud determina un incremento de precipitaciones con respecto a las llanuras vecinas. En general, las precipitaciones anuales son inferiores a los 700 mm. y la temperatura media se sitúa entre los 12-13 °C.

Figura A.19 Diagrama climatológico de Walter-Lieth para tres estaciones meteorológicas de la mitad occidental del área de estudio pirenaica, situadas en el valle del Cinca (A), en el valle del alto Ésera (B) y en el Noguera Ribagorçana (C). (h: altitud, T: temperatura media mensual, P: precipitación media mensual, DH: déficit hídrico, d: días libres de heladas; Hp: periodo de heladas seguras)

En las estaciones climáticas consultadas ubicadas en la mitad occidental del área de estudio pirenaica (Figura A.19 y Tabla A.5) encontramos lugares que se sitúan dentro de la clasificación de Köppen-Geiger (1900) dentro del clima oceánico de verano suave (denominación Cfb), definido por una temperatura media del mes más cálido que no llega a 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año; y también zonas clasificadas como de clima hemiboreal sin estación seca (Dfb, verano suave, invierno frío) como por ejemplo la estación de Cerler (Figura A19_C)

En este punto del valle del alto Ésera la temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año y existe un ritmo de precipitaciones constante a lo largo de todo el año.

La mayoría del área hasta los 1.500 msn de altitud poseen índices de termicidad (It) que les sitúan en el piso subalpino inferior. Del Valle y Espona (2006) calculan un gradiente en la precipitación total de 30,1 mm/100 m para los sectores altos del Ésera y Cinqueta, lo que significa una precipitación media de 1.506 mm a 2.000 m de altura y de unos 1.618 mm a 2.500 m, con respecto a los datos de 1.109 mm de precipitación promedio anual en la estación de Cerler (Figura A19_B).

Figura A.20 Diagrama climatológico de Walter-Lieth para tres estaciones meteorológicas de la mitad oriental del área de estudio pirenaica, situadas en el valle del Noguera Pallaresa (A-B) y en el Segre (C). (h: altitud, T: temperatura media mensual, P: precipitación media mensual, DH: déficit hídrico, d: días libres de heladas; Hp: periodo de heladas seguras)

De las tres estaciones climáticas de la mitad oriental del área de estudio pirenaica (Figura A.20 y Tabla A.6) encontramos zonas con mayor precipitación en los macizos centrales, de mayor elevación y orientación de umbría, de tipo continental hemiboreal (Dfb según la clasificación de Köppen-Geiger (1900)) en la zona de la cabecera del Noguera Pallaresa (p.e. Cabdella, Figura 20.A). El resto de las zonas y los valles más bajos tienen un régimen de precipitaciones de tipo oceánico (Cfb), y los valores del índice It los sitúan dentro de los pisos subalpino inferior y del montano superior.

VEGETACIÓN

La zona pirenaica estudiada está mayoritariamente enclavada en los Sectores fitosociológicos **Pirenaico-Oriental** (subsectores Ribagorzano-Pallarés, Andorrano-Ariegense y Berguedano-Cerdanés) y **Pirenaico-Central** (subsectores Altopirenaico y Pirenaico occidental); ambos de la Superprovincia **Alpino-Centroeuropa**, que a su vez está incluida en la Región **Eurosiberiana**.

En cuanto a la vegetación ligada a los ecosistemas acuáticos que ocupan las nutrias de la zona tenemos principalmente tipos de series de vegetación propias de los pisos submontano y montano (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987): las climatófilas, como los bosques mixtos de robledal atlántico dominado por roble pedunculado (*Quercus robur*) de las Alianzas *Fraxino-Carpinion* y *Quercion robori-petraeae*, que derivan hacia quejigares y pinares xerófilas en las exposiciones más continentales. En las series edafófilas encontramos ejemplos como robledales mesoxerófilos con dominancia de roble pubescente (*Quercus petraea*) o de pino albar (*Pinus sylvestris*) con boj (*Buxus sempervirens*); así como abetales y hayedos hidrófilos (*Scillo-Fagetum abietetosum*) y hayedos acidófilos con pastizal de montaña (*Festuco altissimae-Abietetum*). Las fresnedas y avellanares mesohigrófilos con arces se desarrollan en el fondo de valles,

hondonadas y barrancos, así como en la base de las laderas umbrías.

Clave AEMET		ALT msm	It	PAV	IPL	IAM	IDR
9748	Benasque	1131	subalpino inferior	6	zonas hiperhúmedas de tundras y prados	regiones muy húmedas	zonas húmedas
-	Cerler	1495		4			
9838	Bielsa	1215		6	zona húmeda de bosques y claros		
-	Pont de Suert	841		7			

Tabla A.5 Clasificación bioclimática de las estaciones climáticas (etiquetas amarillas sobre el mapa Me500 del I.G.N. en tonos grises) ubicadas en las subcuencas estudiadas del Pirineo centro-occidental (humedales y tramos fluviales en azul) a partir de los cálculos de índices bioclimáticos (datos completos en Anexo A2). (It: índice de termicidad de Rivas-Martínez; PAV: periodo de actividad vegetal; IAE: índice de aridez estival bimensual; IPL: índice de pluviosidad de Lang; IAM: índice de aridez de Martone; IDR: Índice de Dantin-Revenga)

Clave AEMET		ALT msm	It	PAV	IPL	IAM	IDR
9698	Talam	493	subalpino inferior	9	zona húmeda de estepas	regiones muy húmedas	zonas húmedas
9689	Cabdella	1442		6	zona húmeda de bosques		
9657	Esterri d'Aneu	1332					
	Lladorre	956					
		1098	montaña superior	7	zona húmeda de bosques y claros		
9619	Seu d'Urgell	698					
9590	Martinet	1028					

Tabla A.6 Clasificación bioclimática de las estaciones climáticas (etiquetas amarillas sobre el mapa Me500 del I.G.N. en tonos grises) ubicadas en las subcuencas estudiadas del Pirineo centro-oriental (humedales y tramos fluviales en azul) a partir de los cálculos de índices bioclimáticos (datos completos en Anexo A2). (It: índice de termicidad de Rivas-Martínez; PAV: periodo de actividad vegetal; IPL: índice de pluviosidad de Lang; IAM: índice de aridez de Martone; IDR: Índice de Dantin-Revenga)

Dentro del piso subalpino y alpino, al borde del subnival, encontramos (Peinado-Lorca y Rivas-Martínez Eds. 1987) dominancia de los hayedos y abetales oligotrofos de la Alianza *Luzulo-Fagenion* en suelos desarrollados y pastizales xerófilos y mesófilos que se desarrollan sobre suelos calizos. En otras localizaciones se desarrollan comunidades de carácter eurosiberiano continental de la Alianza *Xerobromion* y *Mesobromion*, con gran abundancia de caméfitos y hemicriptófitos.

En general en todas las zonas estudiadas se constató un buen estado de conservación de la vegetación riparia en niveles altitudinales que permiten su desarrollo, excepto en la zonas de banda árida creadas por los numerosos embalses y en entorno de los cascos urbanos; algo importante para las nutrias en lo concerniente al nivel de cobertura vegetal y refugio en las orillas de los cauces que utilizan de forma estable. En territorios de altitud donde no son propios los ecosistemas forestales el matorral zonal hace las veces de vegetación de cobertura y refugio en las orillas. Hasta los niveles superiores de cumbres, en los que los pastizales de montaña llegan al borde de ríos y lagunas y apenas ofrecen cobertura de refugio para las nutrias, pero sin embargo son la base ecológica para la supervivencia de las presas de éstas; mayormente los anfibios.

FAUNA

La zona pirenaica debido a su gran número de biotopos y hábitats es poseedora de una rica, amplia y especializada fauna. Entre los principales taxones de vertebrados presentes en las zonas estudiadas podemos citar gran cantidad de herpetos y micromamíferos, como los habituales grupos-presa para las nutrias. Se han descrito por otra parte en los últimos años algunos taxones micro-endémicos de estos valles como son la rana pirenaica (*Rana pyrenaica*) y también las lagartijas serranas pirenaicas y aránicas (*Iberolacerta bonnali*, *I. aranica* e *I. aurelio*).

Los anfibios presentes en estos humedales de Pirineos, que son presas habituales de las nutrias durante el deshielo, se resumen en los siguientes anuros: Rana bermeja (*Rana temporaria*), la Rana verde común (*Pelophylax perezi*), el Sapo común (*Bufo spinosus*) y el Sapo corredor (*Bufo calamita*); y entre los urodelos: la Salamandra común (*Salamandra salamandra*), el Tritón alpino (*Mesotriton alpestris*), el Tritón palmeado (*Lissotriton helveticus*) y el Tritón pirenaico (*Euproctus asper*).

Entre los micromamíferos que suelen ser presa de las nutrias, y otros mustélidos semiacuáticos ribereños, cabe citar expresamente tres pequeños insectívoros: por un lado el Desmán de los Pirineos o desmán Ibérico (*Galemys pyrenaicus*), y también las dos especies de musgaños que viven en la Península Ibérica (*Neomys anomalus*, el Musgaño de Cabrera, y *N. fodiens*, el Musgaño patiblanco). El segundo de más amplia distribución por los valles pirenaicos de Huesca y Lleida, y ambas especies relativamente escasas en todos los cauces donde habitan. Otros pequeños mamíferos como las musarañas *Crocidura russula*, *Sorex araneus*, *S. minutus* y *S. coronatus* también pueden formar parte ocasionalmente de la dieta de las nutrias, ya que habitan en valles de húmedos con vegetación azonal frondosas que se mezcal con la banda ribereña, y en algunos casos zonas subalpinas hasta los 2.300 msm. En las zonas subalpinas de arroyos y prados es posible la presencia en la dieta lutrina de dos arvicolinos ibéricos que presentan buenas poblaciones en las montañas ibéricas; por una parte la Rata de agua (*Arvicola sapidus*) y también el Neverón o topillo nival (*Chionomys nivalis*).

0.2. OBJETIVOS.

El principal objetivo de la presente Tesis Doctoral era el de comprobar el nivel de recuperación de las poblaciones de *Lutra lutra* en varias zonas de alta montaña de la Península Ibérica, y su interacción con las poblaciones residentes de anfibios en la alta montaña, en concreto con la predación selectiva sobre *Bufo spinosus* durante su periodo reproductor.

Se puede concretar más en los siguientes aspectos:

Primero. Conocer el nivel de ocupación de las nutrias en las distintos sistemas montañosos, en función de la disponibilidad de ecosistemas leníticos y de las poblaciones residuales conservadas en las zonas próximas.

Segundo. Relacionar el nivel de ocupación lutrina entre macizos montañosos y cuencas fluviales con las características fisiográficas y el poblamiento previo en zonas de menor altitud.

Tercero. Comparar la ecología trófica de *Lutra lutra* a lo largo de un largo periodo en zonas de altitud y en zonas bajas de Sanabria, así como realizar una comparativa de los hábitos alimenticios tras más una década en la que ha cambiado la composición ictiológica de los ríos de esta zona.

Cuarto. Conocer la importancia de las poblaciones de anfibios como recurso trófico estacional de primavera en la ocupación de la alta montaña en el límite fisiológico para la especie.

Quinto. Comprobar el comportamiento de marcaje de las nutrias en relación a la abundancia de un recurso trófico estacionalmente muy abundante.

Sexto. Cuantificar el impacto sobre las poblaciones de anfibios de alta montaña del proceso de re-colonización estable por un predador natural de sus lugares de reproducción.

Séptimo. Relacionar la calidad del hábitat fluvial y lacustre de dichos ecosistemas de alta montaña con la presencia de las nutrias.

Octavo. Establecer la variabilidad interanual del poblamiento lutrino como indicador del estado de conservación del ecosistema fluvial, así como establecer la relación entre éste y la precisión del método de sondeo.

0.3 MATERIAL Y MÉTODOS.

• 0.3.1 Agradecimientos a lo largo de las distintas fases del trabajo

En primer lugar debo reconocer el apoyo efectivo y continuado de ambos co-directores del trabajo, doctores Miguel Lizana y Jordi Ruiz-Olmo, y agradecer su infinita paciencia conmigo. También a todos los apoyos familiares sin lo que esta aventura nunca hubiera llegado a buen puerto.

Para la realización de las tareas propias de la Tesis en Sanabria se contó con la financiación de sendas ayudas para trabajos de doctorado (convocatorias de 1994-95 y 1996-97) del Instituto de Estudios Zamoranos "Florián de Ocampo" IEZ-CSIC mediante los proyectos de investigación titulados "*Distribución, dieta y densidad de la Nutria euroasiática (Lutra lutra L., 1758) en el Parque Natural del Lago de Sanabria y sus Alrededores*" y "*Autoecología y distribución de la Nutria eurasiática (Lutra lutra L., 1758) en el Parque Natural del Lago de Sanabria y sus Alrededores*" respectivamente. En 2014 se pudieron desarrollar los trabajos parciales finales gracias al apoyo a la investigación de la Cátedra IBERDROLA de la Universidad de Salamanca.

Los trabajos de campo en Zamora y el uso de cámaras de fototrampeo en el lago de Sanabria fueron debidamente autorizados y coordinados por la Dirección del Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores. Especial agradecimiento para Ana Martínez, en aquellos momentos técnica responsable del citado Espacio Natural, por el continuado apoyo en los titubeantes momentos iniciales del trabajo. Asimismo fue imprescindible su apoyo para conseguir el proyecto de investigación titulado "*Análisis de la incidencia de la nutria sobre las poblaciones de peces y anfibios de las lagunas de alta montaña del Parque Natural del Lago de Sanabria y sus Alrededores (Zamora). Bases para su gestión*", que sirvió para financiar parcialmente los estudios de doctorado durante 1999. Esther Peñín aportó su conocimiento del río Tera en la recogida de muestras en 2014, y además se contó con ayuda del Servicio Territorial de Medio Ambiente y del Parque Natural en numerosos momentos del estudio.

Para la realización de los trabajos en Gredos se contó con la financiación en 1995 del proyecto de investigación titulado "*Caracterización limnológica de las lagunas de alta montaña de Castilla y León*", cuyos investigadores principales fueron Caridad de Hoyos, José Antonio García, Manuel Toro y Miguel Lizana. Gracias especiales por la colaboración durante los muestreos y vivencias compartidas en lagunas de altitud a Caridad de Hoyos, Manuel Toro, Juanjo Aldasoro e Ignacio Granados. Otros compañeros del Área como Roberto Martín, Carmen del Arco, Javier López, David Díaz-Frontón o Francisco Acera ayudaron haciendo mucho más llevadero el trabajo diurno y nocturno en Gredos y Sanabria.

Asimismo es necesario agradecer de forma destacada a Javier Gutiérrez la colaboración prestada durante los muestreos de Gredos, que financiados por una beca de la Fundación Gran Duque de Alba en 1994-95, y los inicios en Sanabria; y también por la cesión desinteresada de gran cantidad de datos sobre las nutrias de las gargantas de Gredos y su colaboración esencial en la realización de la colección de comparación de huesos y escamas de anfibios, peces y reptiles; además de por su apoyo durante 1995 en Sanabria y en 1997 en Pirineos. En los inicios de esta colección fue decisiva la colaboración del Dr. Salvador Peris, que nos prestó parte de su material personal.

La Direcció General del Medi Natural (Generalitat de Catalunya) autorizó la captura de los anfibios para la experimentación en el Centro de Fauna de Pont de Suert y financió los trabajos de campo en Pirineos mediante un convenio de investigación con la USAL en 1997 titulado "*Cartografía de mamíferos semiacuáticos en el área subalpina pirenaica de Catalunya*". La monitorización veterinaria de las nutrias cautivas en dicho Centro correspondió a Sisco Mañas, a quien agradecemos su colaboración vigilando la salud y condición corporal de los animales antes y después del experimento. Gracias también a Rosa Marsol, Directora técnica del Centro de Fauna de Pont de Suert (DMAH, Generalitat de Catalunya) y a todos los trabajadores del mismo por hacernos más llevadero el trabajo en las instalaciones.

Por último es de justicia reseñar que en 2014 se contó con el apoyo de la Cátedra IBERDROLA de la Universidad de Salamanca para trabajar en Fuentes Carrionas. En esta fase la colaboración de Fabio Flechoso en las jornadas de campo resultó muy de agradecer. Muchas gracias finalmente a Miguel Ángel Negro por las ilustraciones y el retoque de diseño a la versión final del documento.

• 0.3.2 Áreas y periodos de muestreo

El trabajo de campo se realizó en cuatro áreas montañosas del N de la Península Ibérica a lo largo de diferentes periodos de trabajo. Para el caso de las Sierras Segundera y Cabrera (SSC: NO de Zamora, comarca de Sanabria) se trabajó en dos fases: una continuada en 1995-2000, y otra menos intensa y más selectiva durante 8 meses de 2014. En las otras tres áreas de muestreo se desarrolló trabajo únicamente en un periodo de trabajo. En el caso de la Sierra de Gredos (SG: SO de Ávila) se desarrolló exclusivamente en las épocas de primavera-verano de los años 1994 y 1995; y para el caso de Fuentes Carrionas (FC: N de Palencia). Por último en los Pirineos centrales (PC: NE de Huesca y NO de Lleida) se trabajó únicamente en la primavera-verano de 1999.

Además de esta variable intensidad de trabajo en época de muestreo también se plantearon objetivos parciales diferentes en cada uno de ellos, lo que responde al patrón final de diferentes intensidades de trabajo (Tabla B.1). En concreto en las cuatro zonas se plantearon los objetivos de distribución y ecología de la especie en zonas montañosas, pero únicamente en Gredos y Sanabria se plantearon objetivos de ecología trófica. Dentro de este planteamiento además en el primero se persiguieron durante únicamente dos ciclos anuales, mientras que en la segunda se utilizó un mayor rango de años.

OBJETIVOS:	ÁREAS DE MUESTREO:	SSC		SG	FC	PC
	Periodo	1995-2000	2014	1994-95	2014	1999
Distribución de <i>Lutra lutra</i>		SI		SI	SI	SI
Elección de hábitat de <i>L. lutra</i>		SI				
Poblaciones de anfibios en altitud		SI	SI	SI	SI	SI
Ecología trófica de <i>L. lutra</i> en zonas de montaña		SI	SI	SI	SI	
Poblamiento lutrino como indicador del estado de conservación del ecosistema		SI	SI		SI	SI

Tabla B.1 Diseño de objetivos generales para cada área de estudio y cada periodo de trabajo.

Finalmente, y con respecto al objetivo de conocer la ecología trófica de la especie en SSC se hicieron muestreo selectivos en algunos tramos del río Tera y en el lago de Sanabria para conocer por un lado la posible influencia de la presencia en 2014 de anguilas reintroducidas, así como posibles diferencias en la electividad de las presas fundamentales debidas a cambios ecológicos en la calidad de las aguas y otras diferencias tras el paso de más de una década en la tasa de ocupación de la especie en una zona ahora muy cambiada por la afluencia masiva del turismo.

• 0.3.3 Recogida de datos y muestras

La metodología empleada para detectar la presencia de la especie se basó en la realización de transectos diurnos, para la recogida de datos de presencia de nutrias, así como indicios de haber consumido sus presas. Además se realizaron transectos nocturnos para los cálculos de poblamiento de anfibios en las lagunas durante la época de reproducción, así como esperas nocturnas y vespertinas para comprobar el nivel de poblamiento de las nutrias en en distintos puntos de Sanabria mediante conteo directo de ejemplares (adultos y crías).

En las demás áreas de muestreo únicamente se realizaron transectos y recorridos diurnos por las orillas de ríos y humedales estudiados para la recogida de excrementos y otros indicios de presencia indirecta de las nutrias (especialmente huellas, gelatinas, presas devoradas en las orillas, raspaduras, arañazos en la arena, toboganes, cubiles, etc.) y también de la presencia de sus presas más seleccionadas.

Los recorridos (transectos o itinerarios) se realizaron de forma regular (casi mensualmente) entre noviembre de 1994 y mayo de 2000 (55 meses) en los puntos de muestreo de Sanabria (SSC). En especial se hicieron recorridos más intensivos, incluso de periodicidad diaria, en la Laguna de los Peces para conocer con el mayor detalle posible la interacción entre las nutrias y los anfibios que constituyen habitualmente su presa, fundamentalmente los sapos comunes (*Bufo spinosus*). Para el caso de las demás áreas de muestreo se hicieron esfuerzos de muestreo de nutrias y anfibios variables, pero mucho menos intensos.

Todos los datos recogidos en campo fueron grabados en cintas de cassette (especialmente en las noches lluviosas) que posteriormente fueron transcritas a las fichas de papel con el resto de la información de cada punto de trabajo, hasta su almacenamiento definitivo de los datos en hojas de cálculo (ver más adelante). Durante el periodo de trabajo de 2014 se empleó una grabadora digital para recoger durante la noche la información y los sonidos de los anfibios.

En Sanabria el recorrido en cada tramo de muestreo fue estándar a lo largo de todos los meses, y aproximadamente de la misma longitud siempre que se realizó. En las zonas de gran altitud los recorridos que se realizaron en las otras tres áreas de muestreo tuvieron longitudes distintas en cada momento, con el objeto de completar los aspectos de conocimiento de las poblaciones de presas y las características físicas de los medios acuáticos estudiados. En cada caso se indica la longitud de dichos recorridos temáticos en las tablas del Anexo A2.

Para relativizar los datos de indicios (I) encontrados en cada transecto, con respecto a la diferente intensidad del muestreo en cada momento y estación, se utilizarán las frecuencias relativas y los

cocientes directos indicios/número de días de muestreo (I/N), indicios/distancia recorrida (I/D) e indicios/número de transectos (I/T) para las comparativas.

Además, se define la tasa de frecuentación (TF) de las orillas como el siguiente cociente: indicios/(número de transectos + distancia recorrida en km); $TF = I/(T+D)$.

Asimismo para mejorar la precisión de las valoraciones de uso de las orillas por la línea de costa del lago y algunos humedales de altitud ésta se dividió en tramos homogéneos según su topografía. En cada tramo se asignó su longitud a una serie de cuadrículas de 100 m de lado proyectadas dentro de la malla UTM 100x100m; en total se estudiaron 33 de estas cuadrículas. Para calcular la TF se asignó como recorrido estandarizado la hipotenusa de la misma (141,42 m), en sustitución de la longitud real de la línea de costa. Se presentan más detalles en el Apartado 5.3 y en Morales *et al.* (2015a).

Todos los trabajos de campo de seguimiento de nutrias y captura de anfibios y peces, se hicieron con la consiguiente autorización del Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores, y bajo la supervisión de los Técnicos del mismo y del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Zamora (Ver apartado de agradecimientos).

• 0.3.4 Censos de anfibios en lagunas de montaña

En este apartado temático se realizaron dos tipos de trabajos. En la Laguna de los Peces (C03, en Sanabria) se procedió al censo de la población de *Bufo spinosus* durante su periodo reproductor en los años 1997 y 2014. Para ello se procedió al recuento de ejemplares en recorridos nocturnos por zonación de las orillas, y a la técnica de marcaje y recaptura en poblaciones abiertas para estimar la población total presente en la época de reproducción. Para los recuentos se tuvo en cuenta únicamente el avistamiento directo y seguro de los ejemplares, así como sus restos de predación por parte de las nutrias; ya que cada día eran recogidas para su análisis o retirados todos los indicios de este tipo. El contorno de la laguna se dividió en 9 tramos de desigual longitud y topografía, recorriendo la totalidad del perímetro deshelado cada día de censo completo.

El marcaje de los sapos comunes en 1997 se realizó mediante la técnica modificada “toe-clipped” de Martof (1953), consistente en la amputación de falanges distales para producir un código individualizado con el menor número posible de cortes. Tras la operación traumática los animales fueron desinfectados con Cristalmina® líquida y liberados en el mismo punto de su captura, tras unos breves momentos de recuperación y cicatrización de la herida con aplicación de Bactine®. En ningún caso se recortaron falanges en dedos con callosidades nupciales, para no alterar el éxito reproductor de los machos capturados.

Para el marcaje de los sapos comunes en 2014 se utilizó la técnica de códigos de color individuales por elastómero visible VIE (ACUITEC S.L. ®). El sistema de marcaje por elastómero se realiza por inyección interna del polímero, mediante aguja hipodérmica. El producto es de color en forma líquida, que rápidamente se vuelve sólido pero flexible, y además es fluorescente bajo iluminación con una linterna LED-7 azul. El elastómero es muy eficaz en peces y animales acuáticos pequeños, ya que va ocupando los espacios disponibles, sin irritaciones ni molestias para el individuo, siendo totalmente biocompatible.

En esta misma laguna para el resto de especies y en el resto de los ecosistemas estudiados se realizó un taxiado de las posibles presas desde las orillas (anfibios y también otros vertebrados), con recuentos semi-cuantitativos por unidad de longitud del transecto (medido en Hm) como estima parcial de la densidad de ejemplares de cada especie presente en la banda de recuento. Para los cálculos de densidad de sapos se aplicó la metodología que se describe en el apartado correspondiente.

• 0.3.5 Censos visuales de nutria y fototrampeo

El censo visual crepuscular, nocturno o vespertino (según el caso) se realizó en tres tramos fluviales de la zona de estudio en el valle del Tera, además de la laguna de Peces (ver Apartado 5.1). En concreto se seleccionaron cuatro puntos del propio lago de Sanabria y del río Tera.

Las esperas para los avistamientos se hicieron en solitario, con preferencia desde lugares elevados, y en zonas de río o humedales con suficiente visibilidad de las orillas y rocas dentro del agua en al menos 100 m, y con apoyo de prismáticos normales, y como sistema de apoyo con prismáticos Bushnell digital nightvision 5x42 con sistema de visión en infrarrojo y multiplicación de luz.

El tiempo de espera fue variable, entre 40 y 120 minutos; y se repartió tanto en el ocaso como en el alba, en especial en la campaña primavera y también en el verano. Además también se hicieron algunas esperas a plena luz del día, sobre todo en zonas de alta montaña. En todos los casos se realizaron sobre tramos conocidos en las que se había comprobado su utilización frecuente por las nutrias (ver Apartado 5.1.0) o la presencia de cubiles o madrigueras de cría ocupados. En todos los casos se atendió al posible movimiento de nutrias tanto aguas arriba como debajo del punto de observación.

En 2014 se utilizó además la técnica de foto y vídeotrampeo con cámaras de visión total capaces de capturar imágenes de animales en movimiento tanto con luz solar como durante la noche mediante luz infrarroja, emitida por lámparas IR-LED de baja frecuencia (NIR). Se utilizaron cámaras Scoutguard SG560C en las orillas del lago y en la laguna de Peces, para constatar la presencia de la especie en el entorno de dos refugios frecuentemente usados como letrina, dada la relación entre la actividad en las orillas y la recurrencia con la que visitan las letrinas (Jenkins y Burrows 1980, Guter *et al.* 2008). Se ubicaron durante la primavera y el otoño por parejas en la entrada de los refugios, sujetas a la vegetación leñosa y mantenidas durante periodos superiores a 48 h en el caso del lago; y en la laguna de Peces se mantuvieron escondidas entre las rocas en las que habitualmente dejan marcas por periodos superiores, entre 72 y 120 h. El centro de la escena fue cebado para mejorar la efectividad de los mecanismos de disparo de la cámara y para ampliar el tiempo de grabación.

• 0.3.6 Datos ambientales y limnológicos de los medios acuáticos

No se tomaron directamente datos de la calidad de agua de los humedales estudiados de forma sistemática, con excepción de la temperatura del agua, en ninguna de las cuatro áreas de estudio.

La mayoría de los datos limnológicos utilizados provienen de trabajos bibliográficos de la zona como Aldasoro *et al.* (1991) y Vega *et al.* (1991), así como datos inéditos incluidos en la Tesis Doctoral de Ana I. Negro Domínguez (2005) y de memorias técnicas no publicadas.

Los datos de climatología utilizados para los climogramas provienen tanto de las estaciones climáticas oficiales de AEMET en Zamora (Puebla de Sanabria, Ribadelago y Villardeciervos), y de las estaciones instaladas en los embalses de Sierra Segundera; que fueron amablemente cedidos por Unión Fenosa S.A., en su día (hoy ENDESA S.A. - UPH Noroeste) en Cárdenas, Pico del Fraile y Puente Porto (ver mapa de situación en Tabla A.2).

Además se han utilizado los datos climáticos disponibles "on line" en la página de Climate.org [<http://es.climate-data.org/>], para elaborar algunos de los diagramas de las estaciones localizadas en las otras áreas de estudio.

Otros datos bioclimáticos utilizados están contenidos en trabajos clásicos como la colección de manuales de Análisis del Medio Físico de Castilla y León (Tejero de la Cuesta, 1989; varios tomos), las memorias de los mapas de Series de Vegetación de España (Peinado-Lorca y Rivas Martínez Eds. 1987), el Atlas CLATERES de biogeoclimatología de España Peninsular (Elena Roselló 1997) u otras publicaciones que serán citadas en el lugar preciso. Otros datos además se obtuvieron a través de la descarga de archivos geo-referenciados (shapefile y raster) del Banco de Datos de la Naturaleza (BDN) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente (MAGRAMA).

[<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/default.aspx>] (acceso 24 de abril de 2015)

• 0.3.7 Limpieza y conservación de restos óseos y determinación de las muestras bajo lupa binocular

Las muestras fecales para analizar la dieta de las nutrias fueron recogidas individualmente en bolsitas herméticas tipo zip-lock, y posteriormente desmenuzadas en laboratorio y tratadas utilizando la metodología descrita por Weeb (1986), Conroy *et al.* (1993) y Hermesen y van Maarseveen (2011). La limpieza (desengrasado) y blanqueo final de las piezas óseas y escamas se consiguió gracias al tratamiento con un agente blanqueante; en principio se utilizó el agente limpia-dientes Corega-tabs (Skarén 1993) y luego se sustituyó por hipoclorito sódico muy diluido. Los restos del lavado se filtraron en un tamiz de 0,6 mm de poro y posteriormente fueron conservados en seco en tubos de PE hasta su determinación.

La identificación de las piezas duras (huesos, escamas, ojos, otolitos y otros restos orgánicos o inorgánicos de invertebrados) retenidas en el lavado al grifo se hizo bajo lupa binocular (x10, x20 y x40 aumentos) utilizando una colección de comparación de huesos y escamas preparada para tal efecto con ejemplares pertenecientes a la colección del Departamento de Biología Animal de Salamanca; conservados en alcohol y formol, según el caso. Los huesos limpios se conservaron en bolsitas herméticas de celofán y las escamas en preparaciones en seco sobre portaobjetos de vidrio.

Se utilizaron además en la identificación de las piezas contenidas en las muestras guías ilustradas y claves de fauna ibérica y europea. Según el grupo faunístico se utilizaron los siguientes trabajos:

- PECES (huesos): Rojo y Ramos 1982, Weeb 1986, Doadrio 1988, Prenda y Granado-Lorencio 1992, Conroy *et al.* 1993, Prenda *et al.* 1997, 2002; Kloskowski *et al.* 2000, Miranda y Escala 2002, 2003, 2005; Häjková *et al.* (2003), Velasco *et al.* 2005, Miranda *et al.* 2005, Martín 2006, Doadrio y Carmona 2006.

▷ Material y Métodos

- PECES (escamas): Elvira 1988.
- PECES (otolitos): Escot y Granado-Lorencio 1998.
- HERPETOS (ANFIBIOS Y REPTILES): Barbadillo 1987, Haller-Probst y Schleich 1994, Felix y Montori 1986.
- MAMÍFEROS (pelos): Faliu *et al.* 1980, Poduschka y Richard 1985, Teerlink 1991, De Marinis y Agnelli 1993.
- MAMÍFEROS (piezas craneales y huesos): Chaline 1974, Nores 1978, Dueñas y Peris 1985, Yalden y Morris 1990, Yalden 1997, Ventura y López-Fuster 2010.
- INVERTEBRADOS: Quigley 1977, Tachet *et al.* 1984, Larraz y Equisoain 1993, González y Cobo 2006.

Para nombrar las especies de fauna se ha adoptado la reciente nomenclatura propuesta por Doadrio (2001, 2011) y Leunda *et al.* (2009) para la ictiofauna ibérica; y la indicada sucesivamente en Montori y Llorente (2005), Carretero *et al.* (2010) y AHE (2014) para la herpetofauna.

• 0.3.8 Recopilación bibliográfica

La recopilación bibliográfica se realizó mediante la revisión de las revistas, trabajo editados e inéditos de la biblioteca propia del Departamento de Biología Animal de Salamanca, así como mediante la revisión de trabajos más genéricos editados. También se contó con la aportación de las bibliotecas propias del Dr. Jordi Ruiz Olmo, de la Estación Biológica de Doñana y de la SECEM, para la consulta de trabajos puntuales. Más recientemente se ha procedido a la revisión exhaustiva de todos los trabajos publicados en revistas mediante su consulta en Internet a través del Servicio de Archivos y Bibliotecas de la Universidad de Salamanca -SABUS-

[http://sabus.usal.es/recursos/revistas_e/revistas.htm (acceso 14/abril/2015)].

• 0.3.9 Tratamiento de los datos

Los datos de campo fueron registrados en fichas tipo estadillo de campo (ver Anexo A5) y posteriormente almacenados en hojas de cálculo Excel (Excel®Office2008) para Mac OS-X 10.6.8 (©Apple, Inc.). Para su tratamiento posterior, tanto de representación directa de los datos, como transformada y con análisis estadístico; se hizo tanto en el propio Excel como en los paquetes estadísticos Statistica7 (©StatSoft, Inc.) y Minitab15 (©2015 Minitab, Inc.).

Los mapas y planos que se presentan fueron realizados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando ArcView 3.1 y ArcGIS 9.2 (©ESRI, Inc.). Para la referenciación geográfica de datos y cartografía temática se utilizaron capas temáticas "shapefile" de tipo vectorial, archivos raster de tipos "geotiff" y "ecw" y también ortofotografías del PNOA geo-referenciadas en datum ETRS89 y proporcionadas por el servicio de cartografía digital de la Junta de Castilla y León [<http://www.cartografia.jcyl.es/>] [<http://ftp.itacyl.es/cartografia/>] y también del Centro Nacional de Información Geográfica [<http://centrodedescargas.cnig.es>] del Instituto Geográfico Nacional.

Todos los archivos fueron convenientemente georreferenciados en el huso H30 para unificar las referencias espaciales en las cuatro zonas de estudio; ya que dada la amplitud longitudinal del norte ibérico dos se encuentran fuera; en concreto en H29 (SSC, Sanabria) y H31 (PC, Pirineos Centrales).

Los textos y presentación definitiva de los archivos creados fueron elaborados con el tratamiento de textos Word (Word®Office2008) para Mac OS-X 10.6.8 (©Apple, Inc.). Los archivos fueron tratados definitivamente para su transformación en formato PDF con el programa AdobePDF 9.0 optimizado para lectura en Acrobat®9 PRO (Adobe®2008Systems) en un sistema operativo Mac OS X v.10.6.8.

El cálculo de los índices de diversidad, riqueza y heterogeneidad de las muestras de ecología trófica y de la composición de las comunidades se realizó con el apoyo del programa SDR-IV © Pisces Conservation 2007. Para el cálculo de la diversidad alfa se utilizaron los índices de riqueza de Simpson (1949) y de diversidad de Shannon-Wiener (1949), y la dominancia mediante el índice de Berger-Parker (1970) y la equitatividad de Pielou (1969). Para calcular la diversidad beta o diferencial se utilizó el índice β_w de Whittaker (Wilson y Shimida, 1984), β_c de Cody (1975) y β_T de Wilson y Shimida (1984).

Según se describe en el manual del software SDR-IV (Seaby y Henderson 2006) se aplicaron las siguientes fórmulas:

RIQUEZA	D de Simpson $D=1/C$	$C = \sum_i^S p_i^2$	$p_i^2 = \frac{N_i (N_i - 1)}{N_T (N_T - 1)} \approx \left[\frac{N_i}{N_T} \right]^2$
DIVERSIDAD alfa	H' de Shannon-Wiener <i>log: logaritmo natural</i>	$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log p_i)$	
DOMINANCIA	1/d de Berger-Parker	$N_{\max} / N$	
EQUITATIVIDAD	J' de Pielou	$J' = H / \log S$	
DIVERSIDAD beta	β_w de Whittaker	$(S / \alpha) - 1$	
	β_c de Cody	$[g(H) + l(H)] / 2$	
	β_T de Wilson y Schimida	$[g(H) + l(H)] / 2 \alpha$	

Siendo:

S: número de especies de la comunidad, o de grupos presa en la dieta

p_i: frecuencia relativa de una especie *i* grupo en el conjunto de *s* elementos

N_i: número de ejemplares de una especie en una muestra o de individuos recontados en una población

N_T: número total de ejemplares o de individuos

α : promedio de riqueza específica de las muestras

g(H): es el número de especies ganadas en el gradiente

l(H): el número de especies perdidas

• 0.3.10 Técnicas estadísticas y de representación de datos

VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.

Se incluyen en las siguientes tablas explicativas los identificadores del conjunto de 41 variables escogidas (Anexo A.3.0.2) para explicar la presencia en altitud de las nutrias, agrupadas en 4 bloques funcionales: variables fisiográficas, de características del hábitat y cobertura de refugio, de tipologías de usos e impactos ambientales por utilización antrópica de los humedales y finalmente otro grupo de tipo biótico.

Los tres primeros grupos aglutinan variables explicativas sobre la posibilidad física de albergar poblaciones de nutrias y la cantidad de elementos del biotopo que favorecen su presencia (y también la detectabilidad); mientras que el último está referido a la cantidad de recursos tróficos existentes que pueden hacer de atrayente para el mustélido fuera de su rango habitual de campeo.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS DATOS.

La representación gráfica de los datos, tanto cualitativos como cuantitativos, se hizo utilizando diversos tipos de gráficos. Para los datos cuantitativos se utilizaron, según el caso: diagramas de barras, de sectores, de perfil radial y de perfil ortogonal (coordenadas polares). Para los cuantitativos discretos: diagramas de barras, de dispersión de puntos, sectores y/o puntos, tanto en 2D como en 3D; y polígonos de frecuencias; y para los cuantitativos agrupados en intervalos de clase los histogramas de frecuencias (ver más adelante). Para la determinación del número de intervalos deseables dentro del conjunto de valores de una variable el caso de variables cualitativas y cuantitativas discretas se calculó en un histograma de frecuencias mediante la regla práctica de $k = \sqrt{n}$, mientras que en el caso de variables cuantitativas continuas se hizo mediante la regla de Sturges $k = 1 + (3,3 \cdot \log(n))$ (en Dytham 1999).

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Los datos fueron tratados estadísticamente en la propia hoja de cálculo EXCEL en la que se almacenaron, o bien fueron exportados al paquete estadístico STATISTICA para un análisis dirigido a un objetivo concreto o más detallado. En cada caso se especifica si éstos fueron transformados o estandarizados para su análisis mediante la fórmula $Y_i = \text{Logaritmo}(Y_i + 1)$, utilizando logaritmos naturales o neperianos según las necesidades prescritas del cálculo en particular.

En la descriptiva básica de los datos se utilizaron como medidas de tendencia central tanto la media aritmética (M), como la mediana (Me), muchas veces más significativa en las ciencias biológicas (Galindo, 1984); y también los cuantiles: cuartiles (Q_x) y percentiles (P_x). Como medida de dispersión de los datos se utilizó tanto la desviación típica (Dt) y el coeficiente de variación de Pearson (CV), como el recorrido intercuartílico (RI) y el recorrido o rango de los datos (intervalo máximo – mínimo, Mx-mn). Más detalles se pueden consultar en Elliot (1977), Galindo (1984) y Dytham (1999).

La dependencia entre dos o más variables se exploró mediante técnicas de regresión, en las que se ajustó la mejor línea a la nube de puntos; ajuste tanto lineal, como exponencial, potencial, polinómico o de media móvil; según el caso. En el ajuste de regresión se calcula una dependencia estocástica (Galindo, 1984) que se afina a una ecuación en la que ambas variables quedan relacionadas a través de un factor de regresión “b” y un intercepto o punto de corte “a” de la variable predicha con el eje de coordenadas (valor cero de la variable medida).

Los análisis de varianza para los datos se realizó generalmente mediante la prueba no paramétrica (datos no homocedásticos y/o de distribución normal) de comparación de k grupos independientes de Kruskal-Wallis (K-W en adelante). Éste estudia la hipótesis nula de que las k muestras proceden de la misma población (tienen la misma mediana poblacional), a partir de Ri sumas en cada una de las muestras, de los números de orden generales correspondientes a cada valor observado (Galindo 1984). En otros casos

se han realizado otras comparativas y utilizado otros test que se describen en su momento, y se detallan sus estadígrafos en el anexo estadístico A6.

Para el cálculo de la acumulación de ítem-presa en la dieta de las nutrias se utilizó como estimador de la riqueza de especies el método de re-muestreo no paramétrico "Bootstrap", que se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer 1990, Krebs 1989). Este método permite comparar la dieta de grupos de muestras de diferente tamaño, y además tiene en cuenta también los valores de ausencia/presencia de cada taxón.

Con las frecuencias de aparición de cada ítem en las muestras de dieta se realizó un cálculo de la importancia de cada taxón en la ecología trófica para *Lutra lutra* a partir del análisis lambda del índice de dominancia D de Simpson (ver más atrás). El cálculo del valor lambda (λ) se hizo la matriz trófica en cada caso y se repartieron los valores de taxones indeterminados en las demás categorías de forma proporcional, de manera que todos los ítem-presa en este cálculo se refieren a taxones específicos. Los valores λ' y λ'' permiten comparar distintos porcentajes numéricos de presencia de presas en los excrementos y así establecer una jerarquización relativa para cada matriz de la importancia individualizada de cada una. Al ser este índice dependiente del tamaño de la matriz trófica, los valores lambda sólo son comparables para cada matriz. Para establecer las comparaciones se calcularon las lambdas primera y segunda según se indica en Montori (1988), Lizana (1990) y Gosá y Vignes (2000):

$$\begin{aligned}\lambda &= \sum (p_i^2) ; \\ \lambda' &= \lambda / N * 100 ; \\ \lambda'' &= [\lambda' / \sum (\lambda')] * 100\end{aligned}$$

A partir de los valores de λ'' se establece una categorización de los resultados clasificando los valores en los siguientes grupos a partir del mayor valor obtenido:

λ'' máx. y $100\% < \lambda'' < 75\%$: presas fundamentales	$25\% < \lambda'' < 5\%$: presas accidentales
$75\% < \lambda'' < 50\%$: presas secundarias	$5\% < \lambda'' < 1\%$: presas esporádicas
$50\% < \lambda'' < 25\%$: presas accesorias	$\lambda'' < 1\%$: presas casuales

Los análisis multivariantes en relación con la dieta, en los tres macizos montañosos de la Demarcación Duero, se efectuó con el programa informático CANOCO V4.5A (Ter Braak 2003) y por un lado se analizaron los datos correspondientes a las lagunas de alta montaña con nutrias; y por otro el conjunto de tramos.

La significación de todos los test y contrastes de hipótesis se señalarán en su caso, y en cualquier caso se considerarán resultados probablemente significativos para un nivel del 5% (*, p valor $< 0,05$), y del 1% para los altamente significativos (**, p valor $< 0,01$). Se reseña una única excepción para los meta-análisis de comparación de estudio de dieta en los que para el test $Q (J_i^2)$ se considerará significativos los valores de p valor $< 0,1$, ya que están basados en un número muy escaso de muestras.

• 0.3.11 Abreviaturas usadas en este trabajo

Con el fin de simplificar las leyendas de las gráficas y las tablas se utilizarán las siguientes abreviaturas de las variables utilizadas para describir el presente estudio:

<i>VARIABLE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>UNIDAD</i>
ALT	Altitud del humedal	msm
ALT_1	Altitud inferior del tramo	msm
ALT_2	Altitud superior del tramo	msm
COD	Código que identifica el tramo o ecosistema	
LONG	Longitud del tramo en el que se han realizado los transectos	hm
MAPA	Número de mapa del Anexo 4 que identifica la zona de muestreo	
NOM	Nombre del tramo o ecosistema	
PROF	Profundidad máxima de la masa de agua o poza	m
PROV	Provincia política	
REG	Régimen de explotación del embalse	
TIP	Tipología de humedal o curso fluvial	
LTRA	Longitud del transecto	hm
ZEC	Código de la Zona de Especial Conservación en Natura2000	
ZHC	Código de Humedal Catalogado según Decretos 194/1994 y 125/2001 de CyL	
SAPO	Sapo común adulto vivo	
PELL	Pellejo de sapo común depredado	
Ln	Logaritmo neperiano (base e)	
L2	Logaritmo en base 2	
L10	Logaritmo natural (base 10)	
%POS	Porcentaje positivo en el muestreo	
TRIO	Tipología de río, según O.P.H. de Confederación Hidrográfica Ebro	
CDRIO	Código de río	
RIO	Cauce fluvial principal	
SUB	Subcuenca fluvial	
CUE	Cuenca o Demarcación fluvial	
LIC	Lugar de Interés Comunitario Natura 2000	

<i>VARIABLE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>VARIABLE</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
<i>MORFOLÓGICA</i>		<i>CLIMÁTICA</i>	
EGU	Tegumento	P	Precipitación mensual promedio
GPAR	Glándula paratoidea	M_TMAX	Máxima mensual de las máximas diarias
CRAN	Cráneo	m_TMIN	Mínima mensual de las mínimas diarias
COLU	Columna	T	Temperatura mensual promedio
VISC	Viscera	P/T	Relación precipitación media mensual / temperatura media mensual
PANT	Pata anterior	P	Precipitación (mm)
PPOS	Pata posterior	2T	Doble de la temperatura media mensual
		PAV	Periodo de actividad vegetal

PARTE I

Lutra lutra Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE MONTAÑA

- INTRODUCCIÓN. Parte I.
- EL POBLAMIENTO EN LOS MACIZOS MONTAÑOSOS DE SANABRIA, GREDOS y PIRINEOS.
- UTILIZACIÓN DE LAGUNAS Y EMBALSES DE MEDIA Y ALTA MONTAÑA POR LAS NUTRIAS.
- UTILIZACIÓN DE LAS ORILLAS DEL LAGO DE SANABRIA.
- FACTORES QUE INDUCEN A LAS NUTRIAS A UTILIZAR LAGUNAS Y EMBALSES DE ALTITUD. CÓMO ENCUENTRAN LAS LAGUNAS.
- UTILIZACIÓN DE LAS ORILLAS DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.
- IMPORTANCIA DE LAS LAGUNAS Y EMBALSES DE MONTAÑA COMO FACTORES DE FIJACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NUTRIA.
- DISCUSIÓN I.

1. INTRODUCCIÓN. Parte I.

Durante la fuerte regresión que sufrió la especie en casi toda España (Ruiz-Olmo y Delibes 1998b, Jiménez *et al.* 1998b) hasta los años 70's las áreas montañosas tuvieron un importante papel como reservorios de ejemplares, en muchos casos aislados, en las zonas menos intervenidas de los cauces. A partir de estas pequeñas metapoblaciones se produjo un progreso en la ocupación de los cauces a partir de los 80's que se ha consolidado en siguientes décadas tanto en zonas óptimas como subóptimas, desde el momento en que los factores negativos bajaron de intensidad. En especial: 1) la persecución directa de los ejemplares para su captura como mero objeto de peletería o para paliar sus "efectos negativos" sobre las poblaciones de peces y/o cangrejos; y 2) la contaminación industrial de las aguas.

La prohibición de cazar nutrias en España se aprobó con la Ley de Caza de 1970, a partir de la cual se le calificó como "estrictamente protegida" en el Decreto 2573/73 y se incluyó en el Anexo CITES I, para su máxima prohibición de comercio. A nivel nacional el estatus protector se consolidó cuando a partir de la Ley 4/89 fue incorporada al Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (RRDD 439/90) y al Libro Rojo de los vertebrados de España (Blanco y González 1992). Tras la aprobación de la Directiva 43/92/CEE de Hábitats y el nombramiento de nuevos espacios naturales dentro de la Red de Espacios Protegidos del Estado Español dedicados a la conservación de la diversidad europea (Natura2000) muchas poblaciones quedaron en mejor situación de protección. La mejora de la calidad de los cursos fluviales se va consolidando poco a poco por toda la geografía nacional, de manera que ofrece a las jóvenes nutrias la posibilidad de colonizar nuevos tramos, si son aptos en los demás requerimientos. La Directiva 2000/60/CE, más conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), extiende el campo de la protección a todas las aguas de dominio público y establece el objetivo claro de que en el año 2015 debe conseguirse un "buen estado ecológico" para todas las aguas europeas y el uso sostenible del agua.

En la actualidad podemos apreciar dicho patrón de recuperación, a partir de múltiples zonas que han funcionado como reservorios de poblaciones, en áreas donde su presencia era puntual o había desaparecido. En especial la recuperación está comprobada en las proximidades de sistemas montañosos donde la calidad de hábitat fluvial va acompañada de un sistema lacustre en altitud que les ofrece toda una gama de recursos tróficos (estacionales o semi-permanentes) que las nutrias han sabido aprovechar.

Buenos ejemplos de esta progresión en los rangos de distribución por zonas de piedesierra lo constituyen las zonas de estudio incluidas en la presente Tesis, donde se ha confirmado su recuperación poblacional a partir de las zonas serranas ocupadas ya en el primer Sondeo Nacional (Delibes 1990) y mejoradas en el segundo (Ruiz-Olmo y Delibes 1998a) y posteriores. Sin embargo no solo la mera presencia de lagunas en altitud es suficiente para la ocupación lutrina en estas zonas fuera de sus rangos vitales habituales, sino que hay toda una serie de factores y parámetros que influyen en su presencia y que se han pretendido aclarar y cuantificar en el presente trabajo.

En las siguientes páginas se exponen los resultados de tales investigaciones.

2. EL POBLAMIENTO POR LA NUTRIA PALEÁRTICA *Lutra lutra* EN LOS MACIZOS MONTAÑOSOS DE SANABRIA, GREDOS, FUENTES CARRIONAS Y PIRINEOS CENTRALES.

Hasta la década de los años 60's la nutria era una perfecta desconocida en la biología ibérica, sin que existieran referencias concretas sobre su nivel de poblamiento. Únicamente su presencia en España es mencionada en obras de carácter general como Cabrera (1914) y de ámbito geográfico restringido como Aguilar-Amat (1921) y Darder (1913), tal y como recogen Jiménez *et al.* (1998b). Los primeros estudios autoecológicos sobre la especie se desarrollaron una década después en ámbito noroccidental ibérico, basados únicamente en el estudio de su dieta en Galicia (Callejo *et al.* 1979, Callejo y Delibes 1985, 1987) y en la provincia de León (Adrián *et al.* 1988), así como de su distribución ibérica a grandes rasgos (Elliot 1983).

A pesar de su presencia constante (según testimonios recogidos entre los ribereños y pescadores) en las regiones y macizos montañosos, como Sanabria y Gredos, en los grandes ríos pasó totalmente desapercibida su presencia en ámbitos académicos y científicos hasta finales de la década de los 80's. Cuando el estudio más sistematizado en ríos mediterráneos, y también en Doñana, mostraron de alguna forma el interés del seguimiento de la especie (Adrián y Moreno 1986, Adrián y Delibes 1987).

2.1 RESULTADOS DEL SONDEO EN LAS CUATRO ZONAS DE ESTUDIO

2.1.1 INTRODUCCIÓN. DATOS PREVIOS A NUESTROS SONDEOS

Los primeros datos, y únicos anteriores a los incluidos en la presente Tesis, sobre la presencia de la nutria en los macizos montañosos de Sierra Segundera se deben a: 1) a la prospección de la especie en toda España realizado por Elliot (1983); y 2) a los trabajos de caracterización previa de la fauna del Espacio Natural del Lago de Sanabria (informe inédito). Chouda y Cid (1995) recogen la presencia regular de las nutrias en aguas gallegas de la vertiente meridional del citado sistema montañoso.

En Lizana *et al.* (1995) se presentan los primeros datos autoecológicos y de distribución de la especie en el Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores, coincidiendo con los trabajos de campo del segundo Sondeo Nacional en Zamora (Cortés y García 1998).

▷ DISTRIBUCIÓN

También se han podido recopilar datos de presencia remota de nutrias en los ríos y ecosistemas lacustres sanabreses a través de relatos de avistamientos ocasionales por parte de pescadores y guardas, de atropellos en carreteras comarcales y algunos datos controvertidos de cacerías masivas durante la construcción de los embalses en la alta montaña de la Segundera.

Los primeros trabajos científicos sobre esta especie en zonas de montaña de Gredos datan de finales de los años 80's, a través principalmente del seguimiento de la incidencia de su depredación sobre los sapos comunes gredenses (*Bufo bufo* ssp. *gredosicola*) en el sistema lagunar glaciar del Macizo Central de este sistema montañoso (Lizana y Pérez-Mellado 1990).

Aquellos datos recogidos durante el trabajo de campo de la Tesis Doctoral de Miguel Lizana (1990) son los primeros sobre su presencia en estas zonas oromediterráneas y sobre su inclusión como presa habitual en la dieta de las nutrias en altitud. Una especie presuntamente no apta para el mustélido debido a su piel tóxica. El estudio preliminar de la predación lutrina sobre los sapos gredenses se completó con los datos incluidos en Lizana *et al.* (1993), antes de los resultados que se van a incluir en la presente memoria de Tesis Doctoral.

Por aquellos años se desarrolla simultáneamente el primer Sondeo Nacional (Delibes 1990) que aporta el primer mapa de distribución real de la especie basado en datos de localización en campo de ejemplares y sus indicios de actividad, y no en datos de encuestas y entrevistas como su predecesor (Blas-Aritio 1978). Gisbert y García-Perea (1988) citan la presencia de esta especie en ambas vertientes de las Sierras de Gredos, sin precisar su localización y dando por sentado su ausencia de las zonas oro y crioromediterráneas. Hernández y Ruiz (1992) recogen nuevas citas sobre el nivel de ocupación de las nutrias en todo el territorio abulense y citan la presencia esporádica de las nutrias en zonas a más de 1.500 msn en todo el territorio montañoso del S de la provincia.

En la zona montañosa del norte Palentino la evolución de la nutria había sufrido muy poca evolución en 1996 tras el Segundo Sondeo Nacional (Ceballos 1998), partiendo de unos datos muy escasos de presencia de la especie en las cabeceras de los ríos Carrión y Pisuegra, dentro de las estribaciones de la Cordillera Cantábrica, unos 12 años antes (Hernando 1990). Los muestreos de 1994 muestran la presencia muy esporádica de nutrias en el área de estudio de Fuentes Carrionas a cotas superiores a 1.100 msn que se confirman en el siguiente sondeo nacional a mayores cotas (en Morales y Gómez-Gayubo 2008, datos en Palencia recogidos por Fuentes A., Placer J. y Saiz Rojo A.).

En la zona aragonesa y catalana del Pirineo Central se desarrollaron a partir de los años 80's estudios para conocer, con mayor precisión de la que es capaz de detallar un Sondeo Nacional, la ocupación por las nutrias de los principales cauces pirenaicos en zonas montañas y subalpinas; así como la explotación de los recursos tróficos y la selección del hábitat que realizaban (Ruiz-Olmo y Gosálbez 1988).

El Dr. Jordi Ruiz-Olmo (1995) recoge en su Tesis Doctoral datos sobre la presencia de nutrias en tramos de piedesierra de los ríos pertenecientes a las subcuencas de los ríos Segre, Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorçana (provincias de Lleida y Girona) y de las del Cinca y Ésera (Huesca). Los datos expresados en el segundo Sondeo Nacional confirman la expansión de la especie hacia los tramos de cabecera de estos

ríos durante los primeros años de la década de los 90's (Ruiz-Olmo y Palazón 1998b, Ruiz-Olmo *et al.* 1998), así como en los principales afluentes del Cinca y Ésera (Ruiz-Olmo y Palazón 1998a).

Se contrasta en las siguientes páginas los resultados de evolución del poblamiento lutrino en las áreas durienses de Zamora, Palencia y Ávila con las pirenaicas (cauces del noreste de la cuenca del Ebro) de Huesca, Lleida y Girona (Figura 2.1). Se comparan áreas de dimensiones muy dispares por lo que se ha procedido a relativizar los datos teniendo en cuenta este aspecto (Tabla 2.0).

En el caso de las poblaciones de Zamora (sierras Cabrera y Segundera) y Ávila (sierra de Gredos) el inicio del estudio coincide con un momento de consolidación de un estatus poblacional no perdido, mientras que en Huesca y Lleida (Pirineos centrales, zona subalpina) y Palencia (sierra de Fuentes Carrionas) se trató de buscar nuevas zonas de expansión de la especie durante los años 90's.

Figura 2.1 Localización de las tres áreas de estudio en las Demarcaciones Hidrográficas de las cuencas Duero y Ebro. Se indican además los límites políticos provinciales y autonómicos, así como los principales cauces en estudio. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

▷ DISTRIBUCIÓN

La marcada regresión de la especie en todo el NE ibérico, causado en esencia por la mala calidad del agua y la excesiva intervención antrópica de los ríos, tuvo como núcleo de resistencia de las últimas metapoblaciones de la especie estas cuencas pre-pirenaicas, por lo que se pudo seleccionar como tercer área de estudio para la presente Tesis Doctoral.

A pesar de las diferencias corológicas y climáticas con esta zona pirenaica se seleccionó como contraste para algunos de los objetivos planteados, ya que en estos cauces se había constatado el abandono total de la especie en amplias subcuencas fluviales durante algunas décadas, aspecto totalmente distinto de lo que debió ocurrir en Zamora y Ávila, y en gran parte de Palencia.

	Cuadrículas	Subcuencas	Área estudiada Subcuenca (Ha)	Tramo de estudio (km)	Área de estudio (nº humedales)	estudio (nº tramos)
SSC	13	Bibey	7.546	1,65	1	2
		Eria	4.542	1,35	2	0
		Tera	84.312	41,28	32	37
SG	7	Tormes	38.207	39,1	15	12
FC	4	Carrión	31.194	8,2	6	3
PC	26	Cinca	34.875	6,4	5	1
		Ésera - Isábena	24.180	7,8	8	0
		Noguera Pallaresa	198.500	49,5	35	3
		Noguera Ribagorzana	127.430	15,8	10	0
		Segre	37.895	2,9	5	0
Suma	50	10	588.681	173,98	119	58

Tabla 2.0 Esfuerzo de muestreo por cuadrículas UTM (10x10) y superficie de las subcuencas estudiadas.

2.2 RESULTADOS DE PROSPECCIÓN EN SIERRAS SEGUNDERA Y CABRERA (NOROESTE DE ZAMORA)

2.2.1 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR ZONAS DE MUESTREO

Se realiza en este apartado el análisis de ocupación de *Lutra lutra* en la red de estaciones de muestreo situadas en el NO de la provincia de Zamora, en las Sierras Segundera y Cabrera. En la zona se dispuso la red de 69 estaciones de seguimiento de actividad de la especie, que pertenecen a tipologías diversas de humedales (naturales, artificiales y seminaturales) y también de cauces, tanto de la red principal como de arroyos de menor entidad (Tabla 2.2). Cinco de las estaciones se localizan en las orillas del lago de Sanabria, que fueron considerados como tramos diferentes dadas las dimensiones de la masa de agua y la distancia entre ellos.

A lo largo del primer periodo de trabajo de campo (1995-99) se visitaron periódicamente y de forma sistemática todas las estaciones de esta área geográfica, y algunas se repitieron selectivamente durante 2014 para mejorar algunos objetivos (ver Apartado 0.2).

Figura 2.2 Localización geográfica de los tramos y humedales de estudio en el NO de Zamora.

Los puntos de estudio pertenecen a humedales y cauces que hidrográficamente se localizan fundamentalmente en las subcuencas Bibey (cuenca del Sil) y cabecera del Tera (cuenca del Duero), con la excepción de los puntos ubicados en la Cabrera Alta que se localizan en la subcuenca del río Eria (cuenca del Duero).

En las Tablas 2.2 y 2.3 se desarrolla la intensidad de muestreo en cada una de estas cuatro zonas sanabresas de muestreo: Sierra Segundera (SS), Sierra Cabrera (SC), Valle del Tera (VT) y embalses de la zona baja (EM). Siendo el total de tramos estudiados según la tipología de medio acuático la siguiente:

Definición	ID_HUM	número de tramos SS	número de tramos SC	número de tramos VT	número de tramos EM	número de tramos
Lagunilla somera	1	0	1	0	0	1
Laguna somera	2	3	3	0	0	6
Laguna profunda	3	5	3	0	0	8
Lago natural	4	0	0	4	0	4
Laguna represada	5	1	1	0	0	2
Embalse	6	6	0	0	5	11
Tramo fluvial	7	8	6	23	0	37
TOTAL:		23	14	27	5	69

Tabla 2.2 Intensidad de muestreo en cada zona y tramo estudiado en el Noroeste de Zamora.

Esto representa una cobertura aproximada del 25,6% del total de la longitud de los cursos fluviales (182,42 km) permanentes presentes en las sierras sanabresas y la mayoría de los humedales (tanto

▷ DISTRIBUCIÓN

naturales como artificiales) de la zona de la penillanura glaciar de Sierra Segundera y de la Sierra Cabrera. En concreto para la subcuenca del Bibey se incluye en la prospección de indicios 3,89 km (el 40,9%) del curso del río aguas arriba del embalse de S. Sebastián. Y para el caso del Tera se incluyen 42,77 km (el 24,7%) del cauce principal (incluidas las orillas del lago de Sanabria) y sus tributarios de aguas permanentes aguas arriba del embalse de Cernadilla.

Es necesario resaltar que en la mayoría de los casos de los recorridos en las estaciones de muestreo se incluyó el total de la longitud del mismo, pero no en todos. Existe por lo tanto un porcentaje (ver cifras concretas más adelante) de recorrido del máximo posible, que no se realizó en algunas de las estaciones. Si bien, esto en parte se compensó también con mayores recorridos selectivos y puntuales (especialmente en los humedales de montaña) que los tenidos en cuenta para los cálculos de máximos. Sobre la línea de costa de los tres grandes ríos del valle no se estudió un porcentaje del mismo, dada su gran extensión; sino que se procedió a tomar muestras selectivamente en las zonas indicadas con el objeto más concreto de conocer la ecología trófica de las nutrias más que el nivel de ocupación.

En ambos por lo tanto se realizó el estudio de ocupación de la red fluvial sobre poblaciones de nutrias aguas arriba de una gran barrera biogeográfica en los cauces, y lo que esto supone de aislamiento demográfico funcional (ver más adelante).

2.2.1.A RESULTADOS EN LAS ZONAS SERRANAS

En las partes de mayor altitud de la subcuenca del río Tera y sus principales afluentes en las sierras Segundera (ríos Segundera, Cárdenas y Truchas) y Cabrera Baja (arroyo del Fuego y río de la Forcadura) se estableció una red de muestreo de 41 tramos, en los que se hicieron recorridos o transectos (lineales siguiendo la orilla del tramo fluvial, o perimetrandolo la orilla de los humedales, total o parcialmente) en busca de indicios de presencia de nutria y de anfibios.

En esta agrupación funcional se incluyen todos los puntos de muestreo con altitud superior a 1400 msm, y algunos tramos fluviales encañonados en las zonas de transición entre el valle y la penillanura glaciar y humedales de media ladera, con una altitud entre 1.000 y 1.400 msm.

En el conjunto del estudio se hicieron 94 recorridos en los tramos de la Sierra Segundera (vertientes Tera, Truchas y Bibey) y 83 recorridos en la Sierra Cabrera Baja (vertiente Tera) y Cabrera Alta (vertiente Eria). En la Tabla 2.2 y en la Figura 2.3 se muestra la intensidad de muestreo en las zonas serranas del NO de Zamora.

En la Figura 2.3_A se puede apreciar la localización geográfica de los 41 tramos de muestreo por encima de 1.000 msm de altitud. Se incluyeron 9 tramos fluviales con una dinámica limnológica de tipo lítica de montaña mediterránea y 32 humedales (embalses, lagunas, lagunillas y turberas) de alta y media montaña, con una dinámica lenítica (Tabla 2.2). Entre los humedales de la penillanura se incluyen pequeños embalses y lagunas represadas (ver más adelante).

Tabla 2.2 Intensidad de muestreo en cada zona y tramo estudiado de los ámbitos serranos del NO de Zamora. (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1).

En el global del estudio se hicieron 109 recorridos (el 27,39%) en los puntos de la Sierra Segundera (Figura 2.3_C) y otros 83 (el 20,85%) en la Cabrera; en donde se hizo un especial esfuerzo de muestreo en la laguna de los Peces (código C03) en función del estudio conjunto de nutria y anfibios (ver objetivos y Parte II).

En el global del estudio en estas dos zonas serranas se desarrollaron 192 recorridos (el 48,24%) sobre un total de 398 para las dos etapas de trabajo en Sanabria, en donde como ya se ha indicado anteriormente se estableció un conjunto de 69 estaciones de muestreo.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 2.3 Localización geográfica (A) de los tramos fluviales y humedales de estudio en el ámbito serrano de la penillanura (ALT > 1400 msm) y en las gargantas (1000 > ALT < 1400 msm); así como el esfuerzo de transectos recorridos en cada estación (B) y agrupados en sus ámbitos (C). (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1).

• **Resultados positivos del sondeo de *Lutra lutra* en las zonas serranas (SS + SC).**

Sobre los 109 recorridos que se hicieron en las zonas serranas de Sierra Segundera se obtuvieron unos resultados positivos en el 48,8% de las visitas a los tramos estudiados, y en el caso de la Cabrera este porcentaje sumó el 50% de las visitas. En la Figura 2.4 se muestran estos resultados positivos en la prospección de presencia de nutrias, con las estaciones de muestreo clasificadas por su localización en la Sierra Segundera (A-B) y en la Sierra Cabrera (C-D).

Figura 2.4 Tasa de éxito (derecha) en la prospección de los tramos fluviales y humedales (izquierda) en los ámbitos de la penillanura de Sierra Segundera (A) y la Sierra Cabrera (B). El color gris indica resultados positivos superiores al 50%. (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1).

Como se puede observar, en la mayoría de los puntos de muestreo se detectó la presencia de nutrias en alguna ocasión, y en los lugares donde más recorridos se hicieron también se obtuvieron buenos porcentajes de presencia de la especie, destacando en la Sierra Cabrera la laguna de Peces (código C03) donde a pesar de la gran cantidad de visitas, a lo largo de todos los meses del año, se obtuvieron porcentajes de presencia superiores al 55% de las visitas.

▷ DISTRIBUCIÓN

En el caso de la Sierra Segundera en los tramos y humedales en los que se hicieron más visitas también se obtuvieron resultados positivos en más de la mitad en todos ellos, excepto en S01 y S10. En el caso del cañón del río Cárdenas (S01) podría ser debido a que en el periodo de estudio 1994-99 el cauce carecía de un caudal ecológico desde la presa del embalse de Cárdenas; y en el caso de la turbera de la Clara (S10) por otras causas que más adelante serán discutidas.

Por lo tanto el principal resultado de este apartado es haber obtenido tanto en el seguimiento intensivo a lo largo de muchos meses, como extensivo en un amplio conjunto de zonas serranas de altitud de forma constante, unos resultados positivos en prácticamente la mitad de las visitas.

2.2.1.B RESULTADOS EN EL VALLE (subcuencas de los ríos Tera, Truchas y Castro)

El muestreo en las zonas del valle principal (altitud < 1000 msn) de estas subcuencas se incluyen 31 tramos en los ríos Tera (incluidos los tres embalses de su curso medio) y Castro con una cobertura de 211 recorridos en los que se recorrieron más de 135 km de riberas.

En la Tabla 2.3 se desarrolla la intensidad de muestreo en esta zona de piedesierra y de valle ensanchado con una amplias vegas fluviales.

		VALLE DEL TERA					EMBALSES					VALLE							
		COD	Nº TRANSECTOS / T	LONG (Hm)	LONG max (km)	D (km)	COD	Nº TRANSECTOS / T	LONG (Hm)	LONG max (km)	D (km)	VT	EM	Nº ESTACIONES / E	Nº TRANSECTOS / T	LONG (Hm)	LONG max (km)	D (km)	
CAST RO	T04	1	8,0	0,80	0,80	EMBALSES	T27	2	2,0	0,40	0,45	VALLE	VT	26	211	100,3	106,03	135,36	
	S18	7	1,5	1,05	5,60		T28	1	2,0	0,20	0,20		EM	5	8	8,0	1,24	1,29	
	S20	2	0,8	0,16	0,16		T29	1	0,8	0,08	0,08		136,65						
	S21	4	2,0	0,80	0,89		T30	3	1,2	0,36	0,36								
	T05	15	9,9	14,91	9,90		T31	1	2,0	0,20	0,20								
	T06	32	11,5	36,64	32,06														
	T07	7	6,25	4,37	3,83														
	T08	1	3,9	0,39	0,50														
	T09	14	4,2	5,88	5,70														
	T10	9	4,0	3,60	3,45														
	T11	12	2,0	2,40	5,25														
	T12	11	1,5	1,65	11,59														
	T13	4	12,5	5,0	3,95														
	T14	8	4,5	3,600	9,20														
	T15	9	4,5	4,05	5,40														
	T16	11	3,0	3,30	4,39														
	T17	8	3,0	2,40	4,85														
	T18	6	3,0	1,80	3,10														
	T19	18	5,5	9,90	8,00														
	T20	11	1,0	1,10	7,95														
	T21	7	1,0	0,70	3,90														
	T22	4	1,0	0,40	2,85														
	T23	7	0,9	0,63	1,48														
	T24	1	1,1	0,11	0,11														
T25	1	1,8	0,18	0,18															
T26	1	2	0,20	0,20															

Tabla 2.3 Intensidad de muestreo en cada zona y tramo estudiado del valle del Tera. (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1).

Se incluyen en este caso 22 tramos de dinámica lítica de los ríos Tera, Truchas, Trefacio, Villarino y Castro, y también 9 tramos leníticos; en concreto, del lago de Sanabria (4 estaciones de muestreo) y de los tres grandes embalses concatenados del curso medio del Tera (Cernadilla, Valparaíso y Agavanzal, en total 5 estaciones). Se muestra en la Figura 2.5_A la localización de todos estos tramos del valle en los que se hizo un esfuerzo global de 219 transectos.

Figura 2.5 Localización geográfica (A) de los tramos fluviales y humedales de estudio en el ámbito del valle principal (ALT < 1000); y los grandes embalse del tramo medio, así como el esfuerzo de transectos recorridos en cada estación (B) y agrupados en sus ámbitos (C). (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1)

▷ DISTRIBUCIÓN

A lo largo de los dos periodos de trabajo de campo se realizaron la mayoría de los transectos en el cauce del Tera, entre el lago y la cola del embalse de Cernadilla (valle principal); y con mucha menor intensidad se muestreó el complejo de embalses del cauce medio. Por el contrario se hizo un esfuerzo especial de seguimiento de la ocupación de las nutrias en las orillas del lago de Sanabria, dada su especial relevancia desde el punto de vista conservacionista y de gestión de esta zona de montaña, tanto en el primer periodo de trabajo como en 2014 (ver objetivos y Apartado 5).

• **Resultados positivos del sondeo de *Lutra lutra* en las zonas de valle (VT + EM).**

En los puntos de muestreo situados en el lago y en las zonas inmediatamente aguas abajo se hizo la mayor parte del esfuerzo. Los resultados resultaron positivos la mayoría de las veces, con porcentajes superiores al 80% de las veces en mucho de ellos. Y en muchas de las estaciones no se obtuvo ningún resultado negativo (Figura 2.6_A).

Es resaltable que aguas debajo del lago en algunos tramos se localizaron indicios o nutrias en todas las prospecciones, en cualquier época del año, pero nunca en las propias orillas del ecosistema lacustre. En el Apartado 5 se analiza más en profundidad este asunto.

Con respecto a los tramos de seguimiento de los grandes embalses cabe resaltar que la mayoría de los recorridos resultaron positivos (Figura 2.6_C), y que por lo tanto parece que por lo menos las ensenadas escogidas para el estudio estaban ocupadas de forma permanente por las nutrias; si bien el tamaño de la muestra es pequeño y no permite mayores conclusiones.

2.2.1.C RESULTADOS POSITIVOS DEL SONDEO DE *Lutra lutra* EN EL CONJUNTO DEL NOROESTE DE ZAMORA.

A lo largo de los dos periodos de estudio se ha tenido éxito en la localización de *L. lutra* mediante recorridos en las orillas de ríos y humedales serranos en el 65,4% de las ocasiones (Tabla 2.4), representando casi la mitad de las veces en los ámbitos serranos y los grandes embalses del valle medio, y valores superiores al 75% en las estaciones del valle, teniendo en cuenta que representa un seguimiento intensivo en algunas estaciones y a lo largo de todos los meses del año en un ciclo plurianual. Por lo tanto este resultado resulta mucho más esclarecedor sobre el importante poblamiento lutrino de la zona que los obtenidos mediante sondeos puntuales.

En este último ámbito del valle en concreto se encontraron indicios de presencia de *L. lutra* en 173 transectos de un total de 220 realizados en el conjunto del estudio, y como se ha visto en el apartado anterior, en 7 de los puntos de trabajo intensivo (más de 5 visitas) se tuvo éxito en todas ellas.

Figura 2.6 Tasa de éxito (derecha) en la prospección de los tramos fluviales y humedales (izquierda) en los ámbitos de los valles (A) y de los grandes embalses del tramo medio del Tera (B). El color gris indica resultados positivos superiores al 80%. (Códigos de las estaciones como en Anexo A2.1).

En la Figura 2.7 se muestra la tasa de éxito en cada uno de los cuatro ámbitos geográficos con referencia al promedio de todo el estudio. Los resultados más exitosos se obtuvieron en el valle del Tera (VT), donde en conjunto se consiguió un 79% de muestreos en los que se pudieron encontrar nutrias o sus indicios de actividad. En el resto de ámbitos los valores resultaron menores, pero los promedios son próximos a un 50% de éxito.

		POS	NEG	suma	%POS
SIERRA	SIERRA CABRERA - SC	42	42	84	47,7%
	SIERRA SEGUNDERA - SS	45	46	91	49,5%
VALLE	VALLE DEL TERA - VT	173	47	220	79,0%
	EMBALSES - EM	6	6	12	50,0%
TOTAL 1995-99 y 2014:		266	141	407	65,4%

Tabla 2.4 Tasa de éxito en la prospección de *L. lutra* en todos los ámbitos estudiados del NO de Zamora.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 2.7 Tasa de éxito en la prospección de todos los tramos fluviales y humedales del NO de Zamora en el periodo de estudio 1995-99 y 2014. La línea roja indica el promedio de éxito en la prospección de la especie teniendo en cuenta el total de recorridos.

2.2.2 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR RANGOS ALTITUDINALES

Uno de los objetivos principales que tiene este estudio era conocer la autoecología de *Lutra lutra* en zonas de montaña, donde a tenor del conocimiento que se tenía en 1994 sobre la especie, su tamaño y metabolismo podría ser un factor condicionante de su presencia en estas zonas próximas a su límite altitudinal. Por esto se estableció una amplia red de estaciones de muestreo en zonas de altitud para comprobar la presencia de la especie, la duración de las estancias en altitud de las nutrias y la importancia de tales ecosistemas en el mantenimiento de las poblaciones del valle.

En total se dispuso una red de seguimiento (Tabla 2.5) integrada por 28 estaciones de muestreo situadas por encima de la cota 1.400 msm, en las que se realizaron a lo largo de los periodos de estudio un total de 167 transectos o itinerarios. Este nivel altitudinal constituyó el núcleo del estudio de las nutrias en altitud, y es en el que se invirtió más esfuerzo de trabajo de campo y a su vez en el que más objetivos se concentraron; tanto de conocimiento de las nutrias como de las poblaciones de anfibios.

Además en las zonas de acceso, los llamados cañones o gargantas, a la parte alta desde los valles principales (Tera, Truchas y Forcadura en el Duero, y Bibey en el Sil) se dispuso una red de estaciones de muestreo en los cañones fluviales de 11 puntos, en los que se hicieron 17 recorridos o transectos en el rango altitudinal 1.000 – 1.400 msm. Finalmente la zona de menor altitud del valle principal se pudo estudiar mediante muestreo a lo largo de 228 transectos (Tabla 2.5) en 30 estaciones que fueron monitorizadas sistemáticamente en el periodo 1995-1999.

SIERRA						VALLE		
1000 < ALT < 1400			ALT > 1400			1000 < ALT		
COD	ID_HUM	T	COD	ID_HUM	T	COD	ID_HUM	T
SS	1	2	SS	2	1	VT	7	220
SC	3	1	SS	3	19	EM	6	8
SC	1	1	SS	5	8	228		
VT	7	13	SS	6	15			
17			SS	7	25			
			SC	3	1			
			SC	1	1			
			SC	3	14			
			SC	5	53			
			SC	7	13			
			VT	6	4			
			VT	7	13			
			167					

Tabla 2.5 Intensidad de muestreo (nº de transectos, T) en cada uno de los intervalos altitudinales de los ámbitos serrano y de valle. (Códigos como en Anexo A2.1).

Tanto el número de estaciones de muestreo, como el de transectos realizados y la distancia recorrida en ellas fue balanceada para conocer si existían diferencias severas en la tasa de ocupación de las zonas serranas frente a las estaciones situadas en el valle, donde además existen una gran cantidad de medios acuáticos y tipologías diferentes de hábitats propicios para las nutrias; así como una mayor, aunque pequeña, productividad de sus aguas. Así a lo largo de la primera se realizó un esfuerzo total de 128 km de recorridos y transectos, y alrededor de 137 km en las zonas de valle.

Únicamente la estación C03 (laguna de Peces, 1707 msm) se muestreó con una intensidad superior a todas las demás y a lo largo de los periodos de estudio; en función de acumular datos para los otros objetivos de la Tesis.

Figura 2.8 Localización geográfica de todos los puntos y tramos estudiados en la zona del valle y de las zonas serranas, con referencia a la cota 1.000 msm..

Se puede deducir una relación entre el intervalo altitudinal en el que se encuentran las estaciones de muestreo y la tasa de éxito en las prospecciones de indicios de *L. lutra*, ya que en las zonas más bajas del valle resultó el sondeo positivo en alrededor del 79% de las veces, mientras que en zonas de mayor altitud resultó menor, aunque con valores muy positivos.

▷ DISTRIBUCIÓN

A pesar de ello en las zonas serranas y los cañones se encontraron casi las mismas estaciones negativas que positivas, y en las zonas más altas de la penillanura de la Sierra Segundera se mantuvieron resultados muy buenos de ocupación del mustélido; tanto en extensivo a través de la gran red hidrográfica que allí existe como a lo largo del prolongado periodo de estudio.

Sólo en los humedales más elevados en el piso bioclimático oromediterráneo se tuvieron valores de detección de la especie en torno al 25% de los recorridos (Figura 2.9); siendo en el resto la mitad de las veces o de los sitios positivos.

Figura 2.9 Tasa de éxito en la prospección de todos los tramos fluviales y humedales en los diferentes intervalos altitudinales.

Las zonas altas de Sierra Segundera y Cabrera deben suponer un importante núcleo de territorios y recursos para las poblaciones lutrinas de la Cuenca Alta del río Tera, ya que a pesar de las condiciones en apariencia subóptimas de estos medios acuáticos, y de las rigurosidades climáticas, se puede considerar como de presencia continuada la especie por todas las zonas de altitud; tanto en los cañones como en la penillanura elevada, donde se localiza el complejo lacustre glaciar más importante de los Montes Aquilanos.

En la Figuras 2.9 y 2.10 se muestra la relación inversa entre el éxito en las prospecciones y la altitud de las estaciones de muestreo. En las zonas bajas, con más transectos realizados, el porcentaje de positivos es superior al 75%; mientras que se mantiene en torno al 50% en las zonas intermedias de los cañones, y es del mismo orden en la penillanura hasta una cota de unos 1.700 msm.

Sólo en el intervalo de altitud superior a 1.800 msm ($n = 4$ lagunas) la tasa de éxito se reduce hasta el 25%, en una muestra global de $m = 12$ transectos o recorridos realizados.

Figura 2.10 Relación entre la tasa de éxito en la prospección de los tramos prospectados (m) y la altitud agrupada en cuatro intervalos funcionales (valle, cañones, sierra y penillanura).

2.2.3 ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL Y MENSUAL

Las diferencias de actividad en las poblaciones de nutrias a lo largo del año y de los ciclos estacionales climáticos plurianuales es uno de los aspectos más estudiados de la especie (Peris *et al.* 1990, Delibes *et al.* 1991, Ruiz-Olmo 1995, Watt 1995, Beja 1996, Smiroldo *et al.* 2009). En la zona NO de Zamora se estudió la población residente en los valles principales y la zona serrana a lo largo del primer periodo de estudio con una intensidad casi mensual. Además en el segundo periodo de trabajo (año 2014) se estudiaron algunos aspectos puntuales en los tramos del lago de Sanabria, algunos puntos del valle medio y algunos humedales de altitud; en especial la laguna de los Peces.

Sin contar con los transectos realizados en los embalses del valle medio (ámbito EM, ver más atrás), ya que únicamente se monitorizaron durante 2007, se trabajó un total de 113 días, repartidos durante 53 meses (desde noviembre-94 a octubre-14). En ellos se realizaron 392 transectos con un recorrido global de unos 260 km (Tabla 2.6), siendo el promedio mensual de 4,8 km y el anual de 32,5 km.

Dado que no se pudo mantener la misma intensidad de muestreo durante todo el tiempo del trabajo de campo se utiliza la técnica de la estandarización por frecuencias relativas para poder comparar años con diferentes esfuerzos.

Para ello se usarán a lo largo del presente trabajo la tasa de frecuentación (TF), y los cocientes I/N y I/T (ver material y métodos en el Apartado 0.3.3), que nos informan de la intensidad del uso por *L. lutra* en cada estación de trabajo visitada en tiempos e intensidades de muestreo diferentes.

▷ DISTRIBUCIÓN

	ESFUERZO DE MUESTREO				ACTIVIDAD				ESFUERZO DE MUESTREO				ACTIVIDAD		
	Meses	DÍAS	T	D (km)	I/N	I/T	TF		Meses	DÍAS	T	D (km)	I/N	I/T	TF
1994	1	2	8	2,45	0,44	0,50	0,38	Primer periodo 1994 - 2000	46	98	361	239,1	2,09	7,06	4,25
1995	9	18	59	44,07	1,83	8,10	4,64		8	15	31	21,17	2,35	5,23	3,11
1996	3	6	17	16,00	1,25	1,76	0,91	Segundo periodo 2014							
1997	12	28	133	75,88	2,11	6,19	3,94								
1998	9	18	89	52,88	1,90	6,12	3,84								
1999	9	21	50	41,99	2,67	11,10	6,03								
2000	3	5	5	5,82	2,65	22,80	10,54								
2014	8	15	31	21,17	2,35	5,23	3,11								
suma:	54	113	392	260,25	1,90	7,73	4,17								

Tabla 2.6 Intensidad de muestreo (nº de transectos, T) en cada uno de los años de trabajo en ambos periodos de estudio y resultados del poblamiento de *L. lutra* expresado como tasa de frecuentación (TF).

A lo largo del primer periodo de estudio se hicieron 361 transectos (Figura 2.11) para buscar indicios de presencia de nutrias con un total de 98 días de trabajo, con desigual recurrencia a lo largo de los años y un éxito promedio mayor en la cantidad de indicios encontrados por transecto (I/T) que en 2014 (Tabla 2.6). Esto a pesar de que el parámetro I/N presentó un valor más elevado en este segundo periodo, como resultado del incremento de actividad en la Laguna de Peces (como ya se ha comentado, en 2014 se concentró el esfuerzo de muestreo en este ecosistema).

A partir del esfuerzo de trabajo desigual en cada año de estudio cabe preguntarse si existe una relación entre esta intensidad en la búsqueda de indicios de actividad de *Lutra lutra* y el valor de TF. En la Figura 2.12 se representa esta relación. Dos de los años de trabajo representan datos de amplia dispersión ("outlier" en verde) que distorsionan la visión de la relación entre la tasa de frecuentación y el esfuerzo de muestreo (verde en la Figura 2.12_A) medido como cantidad de transectos realizados. Estos son 1994 porque sólo se trabajó durante el mes de noviembre; y los años 1996 y 2000, ya que en este caso se trabajó únicamente durante los meses de la primavera.

Por lo tanto representando la relación entre estos dos parámetros sin tener en cuenta los años de esfuerzo desigual se encuentra una relación inversa entre ambas (Figura 2.12_B), aunque la línea de regresión muestra un coeficiente de determinación (R^2) bajo y por lo tanto no debe ser considerada estadísticamente significativa la afirmación de que se pueda alcanzar una mayor tasa de frecuentación cuando se amplía el esfuerzo de muestreo. Estando en este caso los valores de TF siempre comprendidos entre 2 y 6, independientemente del esfuerzo realizado.

Por lo tanto se obtienen ciertas evidencias de que el esfuerzo de muestreo dirigido en Sanabria no ha condicionado la estabilidad de los resultados positivos a lo largo del amplio periodo de trabajo.

Figura 2.11 Variación de los valores de la tasa de frecuentación TF a lo largo de los meses de estudio (izqda), y detalle del rango más habitual de valor (0-10) para este parámetro (dcha). La línea de puntos azules muestra el promedio de todo el estudio.

Las medianas mensuales del valor de TF en la época del año más estudiada (marzo – octubre) resultaron claramente diferentes en ambos periodos (Figura 2.11, Tabla 2.7), $TF_{Me} = 5,55$ para el periodo 1995-99 y de $TF_{Me} = 1,00$ para 2014; con muestras de datos que resultaron independientes (χ^2 : 129,7, d.f. :7, $p < 0,001$). Si bien la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon no determina diferencias significativas entre ellas (Z : 1,77, $p < 0,07$). Así encontramos años de muchos y con pocos transectos que alcanzaron valores muy próximos al promedio interanual para el parámetro TF.

Figura 2.12 Relación directa (A) y modificada sin valores "outliers" (en verde) para la relación entre TF y el esfuerzo de muestreo cada año (B).

▷ DISTRIBUCIÓN

Por lo que no se ha podido descartar que las diferencias aparentes no sean debidas a los distintos niveles e intensidad en el muestreo para ambos periodos, y no a una menor intensidad de actividad de las nutrias en el segundo periodo.

• Variabilidad mensual

En cuanto a la variabilidad intra-anual de la tasa de actividad de nutrias se realizó un análisis mensual de estos parámetros para un conjunto de datos de 55 meses. En este trabajo se incluyen 393 recorridos en los que se transitó por 261,2 km de orillas de cauces y humedales y se detectó la presencia de 2.632 excrementos o indicios en 1.294 sitios diferentes. Los promedios, dispersión y rangos de valores para los tres parámetros se presentan en la Tabla 2.7 y el conjunto de datos en el Anexo A3.

	MESES	DÍAS	TRANSECTOS	SITIOS	SPRAINT	D (km)	I/N	I/T	TF
suma	56	113	393	1.294	2.632	261,2			
M			7,3	24,0	48,7	4,8	1,8	8,2	4,6
Me			4,1	17,7	45,2	2,9	0,8	13,4	6,1
Mx							4,6	16,5	13,4
mn			7,0	22,5	37,0	4,2	1,7	5,0	3,1
Dt			18,0	64,0	186,0	13,6	4,0	91,0	34,6
CV			1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0

Tabla 2.7 Resultados de búsqueda de indicios de actividad de *Lutra lutra*, esfuerzo realizado y descriptiva estadística básica de los parámetros de actividad mensual.

El parámetro I/N presenta menor variación a lo largo del año, oscilando su valor mensual promedio alrededor del promedio anual, con máximos de marzo y mínimos de agosto (Figura 2.13). Sin embargo los otros dos parámetros de actividad calculados presentan una mayor oscilación (Tabla 2.8) con máximos de primavera (marzo – mayo) y mínimos de otoño (noviembre), y también de verano (agosto). Es especialmente relevante el incremento primaveral de I/T en el mes de marzo, basado no únicamente en la presencia asidua de nutrias en las estaciones serranas sino también de una mayor presencia en el territorio de sus indicios de actividad.

Figura 2.13 Evolución a lo largo de los meses de los valores promedio de los tres parámetros de actividad lutrina a lo largo de todo el estudio. Se indica el número de meses utilizados en el cálculo de cada valor promedio.

2.2.4 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR ESTACIONES

Las diferencias de actividad en las poblaciones de nutrias a lo largo de ciclos estacionales climáticos plurianuales son marcadas en el ámbito mediterráneo debido a la gran variabilidad de los caudales y de la estacionalidad de los recursos tróficos, en especial las poblaciones de peces y anfibios (Jiménez y Lacomba 1991, Jiménez *et al.* 1998, Ruiz-Olmo *et al.* 2001).

Durante los 53 meses (desde noviembre-94 a octubre-14) de trabajo de campo sobre las estaciones de muestreo del valle y la sierra se realizaron 392 recorridos repartidos casi por igual entre las estaciones climáticas, con la excepción de la primavera que contó con un esfuerzo extra debido a los trabajos complementarios para otros objetivos relacionados con los anfibios. De esta manera se hicieron recorridos en 22/19/45/27 días del otoño/invierno/primavera y verano, respectivamente. Los parámetros del cálculo de actividad de nutrias fueron significativamente mayores en todos los casos para la primavera, ya que se consiguieron en esta época el 50% de los indicios positivos con el 38,75% del esfuerzo de recorrido.

Las medianas estacionales del valor de TF resultaron diferentes en ambos periodos (Figura 2.11, Tabla 2.8), con valores de $TF_{Me} = 3,7$ para el periodo 1995-99 y de $TF_{Me} = 2,6$ para 2014; muestras de datos que resultaron independientes (χ^2 : 55,98, d.f. :3, $p < 0,001$). Si bien la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon no determina diferencias significativas entre ellas (Z : 1,46, $p = 0,14$). Así encontramos estaciones con muchos y con pocos recorridos que alcanzaron valores muy próximos al promedio interanual para el parámetro TF. No se ha podido por lo tanto descartar que las diferencias aparentes no sean debidas a los distintos niveles de intensidad en el muestreo del segundo periodo.

• Variabilidad estacional entre los periodo de muestreo

En cuanto a la variabilidad estacional de la tasa TF de actividad de las nutrias se realizó un análisis mensual del conjunto de datos de ambos periodo de muestreo. Los promedios, dispersión y rangos de valores se presentan en la Tabla 2.8 y el conjunto de los datos en el Anexo A3.

	MESES	DÍAS	TRANSECTOS	SITIOS	INDICIOS	D (km)	I/N	I/T	TF
suma	54	113	393	1.314	2.768	259,2			
M		2	7	24	51	4,80	1,83	8,70	4,84
Me		2	7	23	43	4,41	1,74	5,06	3,38
Mx		5	18	64	183	13,56	4,11	91,00	34,60
mn		1	1	0	0	0,40	0,00	0,00	0,00
Dt		1	4	18	46	2,98	0,89	13,59	6,12
CV		43,8%	55,8%	72,5%	90,2%	62,2%	48,8%	156,3%	126,5%

Tabla 2.8 Resultados de búsqueda de indicios de actividad de *Lutra lutra*, esfuerzo realizado y descriptiva estadística básica de los parámetros de actividad estacional.

A través de la relación entre la tasa de frecuentación TF y una estandarización del esfuerzo de muestreo por días y por meses (Figura 2.14) encontramos un patrón constante de mejores resultados en el primer periodo que en el segundo, tanto para el grupo VER/OTO/INV como frente a PRI. Únicamente los valores

▷ DISTRIBUCIÓN

de frecuentación de la primavera en 2014 son superiores a los de las otras estaciones en el primer periodo. Los valores promedio estacionales de primavera para ambos casos son significativamente mayores, independientemente del valor de T/D y T/mes, que las otras estaciones. Pero a la vez el valor TF_{PRI} del primer periodo de trabajo es mayor que el de 2014, incluso con indicadores de estandarización (T/D, T/mes) muy similares.

Figura 2.14 Variación en la relación entre los parámetros TF y T/D a lo largo de ambos periodos de estudio en Sanabria.

Durante el primer periodo de trabajo los valores estandarizados más bajos se corresponderían con el otoño, y en menor medida con el invierno, teniendo la estación estival un valor intermedio. Sin embargo en el muestreo de 2014 se encontró un valor significativamente inferior sobre las otras estaciones del verano.

A pesar de una mejor relación esfuerzo con la frecuentación de la primavera de 2014, el resto de los muestreos resultaron menos exitosos, lo que puede ser debido a una menor intensidad de colocación de indicios en las estaciones de trabajo utilizadas (sólo una parte del total) o bien debido a un menor poblamiento lutrino en relación con factores de disturbio de las orillas de los ecosistemas que más adelante serán analizados (Morales *et al.* 2015a).

2.2.5 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR TIPOLOGÍA DE MASA DE AGUA

En la red de puntos de seguimiento de la presencia de nutrias en zonas bajas se hicieron 244 recorridos en tramos de ríos de diferente orden, pero fundamentalmente en el cauce principal del Tera. En las zonas encañonadas de la base de la zona montañosa (altitud 1.000 – 1.400 msm) se hicieron 24 recorridos con una tasa de éxito del 50% (Figura 2.9); mientras que en el resto de estaciones, situadas en el valle, se hicieron 220 recorridos en los que obtuvo una tasa de éxito en la detección de nutrias del 78,6%. En las zonas de los cañones se recorrieron 10,5 km para localizar 68 indicios en 50 lugares de marcaje, mientras que en el valle se recorrieron 142 km y se localizaron 731 puntos de marcaje de las nutrias con 1.501 excrementos.

Sumando los esfuerzos de muestreo de ambos periodos en zonas serranas, con altitud superior a 1.400 msm, se hicieron 118 recorridos en humedales (lagunas, turberas y embalses) y 53 en tramos de

dinámica lítica, ríos y arroyos (Tabla 2.9). En los primeros se obtuvieron resultados positivos en el 56,1% de los casos, con un recorrido total de 90,7 km de orillas en las que se detectó la presencia de nutrias fundamentalmente a través de 1.033 excrementos en 474 sitios. Para el caso de ríos y arroyos de zonas altas el éxito en la prospección se consiguió en el 41,5% de los casos, con un recorrido de 33,1 km en el que se detectaron 92 marcas fecales en 87 sitios diferentes.

En el caso de los grandes embalses de la parte baja del valle se realizaron únicamente 8 transectos con un recorrido de 4,52 km de orilla en los que se detectaron 14 marcas en 12 lugares diferentes.

	RIOS		HUMEDALES	
	N	% positivo	N	% positivo
TRANSECTOS positivos +	22	12,9	64	37,4
TRANSECTOS negativos -	31	18,1	54	31,6
	53	31,0 %	118	69,0 %

Tabla 2.9 Tasa de éxito en la prospección de estaciones fluviales y en humedales de altitud en Sanabria.

En los siguientes párrafos se analizan las diferencias en la tasa de ocupación de los ecosistemas por las nutrias en función de su tipología (lítica o lenítica) y el nivel altitudinal en el que se encuentran localizadas dichas estaciones de muestreo.

2.2.5.A RESULTADOS POSITIVOS EN MASAS DE AGUA DE TIPOLOGÍA LÍTICA DE LOS CAÑONES.

En el rango de altitud correspondiente a los cañones (1.080-1.400 msm) se hicieron un total de 18 recorridos, en los cuales la mitad resultaron positivos en un recorrido global de 6,8 km. En total siete de estos puntos de muestreo se corresponden con una tipología de tramo fluvial; se hicieron 13 recorridos, que resultaron positivos de forma mayoritaria (9+ / 4-). En el conjunto de datos se recogieron en este tramo altitudinal 54 marcas fecales situadas en 40 puntos distintos.

2.2.5.B RESULTADOS POSITIVOS EN MASAS DE AGUA DE TIPOLOGÍA LÍTICA Y LENÍTICA EN LA SIERRA.

En la zona de la penillanura (> 1.400 msm) se hicieron 171 recorridos o transectos, que se correspondieron sobre todo con humedales (118 recorridos), aunque también con tramos fluviales y arroyos (53 recorridos). En total se prospectó con detalle una longitud de 125,4 km y se detectaron 1.125 marcas fecales en 565 lugares distintos, según se muestra en la Tabla 2.9 y en la Figura 2.15.

Se calcularon los parámetros de actividad lutrina I/T y TF para ambas tipologías de masa de agua encontrándose mayores diferencias en el valor de TF para el caso de masas leníticas (lagunas, lagunas represadas, turberas y embalses de montaña) sobre las de tipología lítica (ríos y arroyos). Por lo tanto en función de estos valores de TF casi 5 veces más bajos en los tramos de la red fluvial nos informa sobre la tarea de conector de estos tramos entre las zonas basales del valle y el destino de las nutrias que transitan por allí hacia la penillanura, donde en realidad su permanencia debe ser mayor.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 2.15 Esfuerzo de muestreo (A) sobre las estaciones de la Sierra y valores de los parámetros de ocupación lutrina del territorio (B) según la tipología de los medios acuáticos.

Por lo tanto los cañones fluviales y los ríos y arroyos de la penillanura no parecen ser importantes para la residencia de las nutrias, tal vez debido a la escasa entidad de la red fluvial en esos puntos, a su fuerte estacionalidad y puede que también a la escasez de pozas profundas con suficientes recursos tróficos (peces mayormente).

De los 114 recorridos y trayectos de perimetración que se hicieron en los humedales de la penillanura y la Sierra Cabrera se obtuvieron resultados positivos el 56,1% de las veces, lo que supone una cifra muy alta para una zona situada en su totalidad por encima de la cota 1.550 msm y que el trabajo se hizo durante todos las estaciones del año.

De entre los 3 tipos de humedales de la zona fueron en las lagunas represadas (ver más adelante) donde mejores resultados promedio se obtuvieron (36 positivas de 61 visitas, el 31,6% del total). En las lagunas naturales se tuvo una éxito en el 29,8% de los casos y para los embalses de montaña en el 16,7% de las veces. En la Figura 2.16 se describe esta tasa de éxito así como el comportamiento de los tres parámetros de presencia de nutrias en estos humedales.

La frecuentación TF en las lagunas represadas (TF = 6,89) presentó valores mucho más elevados que los promedios del estudio, mientras que en embalses y lagunas naturales fueron elevados pero más próximos a otros grupos de puntos de muestreo ligados a los cauces de valle. En este sentido cabe recordar en gran peso que tiene en los datos la laguna de los Peces, con gran cantidad de recorridos y transectos y también tasas de presencia de nutrias muy elevadas en la primavera.

Figura 2.16 Esfuerzo de muestreo (A) sobre las estaciones de la Sierra y valores de los parámetros de ocupación lutrina del territorio (B) según la naturalidad o artificialidad de los humedales estudiados.

2.2.5.C RESULTADOS POSITIVOS EN MASAS DE AGUA DE TIPOLOGÍA LÓTICA DE LA ZONA DEL VALLE.

En la zona de trabajo por debajo de la cota 1.080 msm (incluye la base del cañón del Tera, el lago y el resto del valle del Tera hasta los 3 grandes embalses del tramo medio) se hicieron 228 recorridos o transectos con una distancia global cubierta de unos 142 km de orillas de cauce; 8 de estos recorridos se hicieron en las orillas de los grandes embalses (Tabla 2.5). En este esfuerzo se detectó la presencia de 1.501 marcas fecales ubicadas en 731 lugares distintos.

A lo largo del gradiente altitudinal los tres grupos de masas acuáticas estudiadas presentaron elevados niveles de variación de la actividad lutrina, medida a través de la frecuentación TF. En la Figura 2.17 se muestra esta variación y los promedios para los tres grupos de datos, con valores siempre inferiores a $TF=1$, pero siendo el de los humedales (tipología lenítica) mucho mayor que los demás.

Los grandes embalses presentaron valores muy similares al promedio de los ríos, aunque los primeros representan una muestra mucho menor. Es resaltable la gran variación de los datos de TF en los tramos fluviales, y que es responsable de tener el promedio más bajo de los tres grupos de medios acuáticos.

Figura 2.17 Relación entre los valores de TF para los conjuntos de estaciones de muestreo en función de su naturaleza a lo largo del gradiente altitudinal y los valores promedio (líneas de puntos) de los tres grupos.

Teniendo en cuenta la actividad lutrina en cada uno de los ámbitos geográficos de las zonas estudiadas el promedio de TF resultó de 0,77 (Figura 2.18), siendo únicamente el grupo de datos del valle del Tera a una altitud menor de 1.080 msm el que dio valores $TF > 1$ (Figura 2.18).

▷ DISTRIBUCIÓN

Los ríos de la zona serrana mostraron valores muy bajos de TF, similares a los obtenidos en los embalses de la parte baja. Por su parte los humedales de altitud obtuvieron valores de TF importantes, superiores al promedio de todo el estudio. Mostrando de esta manera la gran relevancia que tienen en la conservación de la especie en el NO de Zamora.

Figura 2.18 Se muestra la cantidad de recorridos y los valores de TF para los conjuntos de estaciones de muestreo en función de su tipología lítica o lenítica, tanto en el valle como en la sierra. La línea de puntos marca el valor promedio de TF. (Abreviaturas como en Tabla 2.4)

El valor promedio de TF en los 19 recorridos en los embalses resultó de $TF = 1,01$, mientras que en los 34 recorridos realizados en las lagunas naturales resultó de $TF = 0,66$ con 18 datos de ausencia del mustélido. Para el caso de las dos lagunas represadas estudiadas con especial intensidad (ver más adelante) se encontró un valor promedio de $TF = 1,09$ para los 61 recorridos realizados en el global del estudio y unos datos de ausencia de nutrias en 25 ocasiones.

Como se puede apreciar en la Figura 2.19 los mejores resultados se encontraron en la laguna de Sotillo sobre la de Peces, en función de un muestreo mucho menor y más selectivo enfocado en la época de primavera para detectar la presencia de anfibios en periodo de freza.

Figura 2.19 Se muestra los valores de TF para las estaciones de muestreo tipología lenítica en la alta Sierra (> 1.500 msm),

2.2.6 ANÁLISIS DETALLADO DE LA OCUPACIÓN DE ALGUNOS HUMEDALES DE LA PENILLANURA GLACIAR DE SIERRA SEGUNDERA Y CABRERA

2.2.6.A LAGUNAS DE LA SIERRA SEGUNDERA

• S05 LAGUNA DE SOTILLO

A pesar de su nombre la laguna de Sotillo es un pequeño ecosistema acuático artificial, ya que la cubeta original de la laguna se encuentra represada por un muro de unos 4 m de altura con el fin de servir como abastecimiento a las poblaciones humanas del valle durante el verano y otros usos agropecuarios, a través del cauce del río Truchas. Asimismo se trata de un importante punto de abastecimiento para abreviar ganado, ya que se encuentra próxima a la cañada Sanabresa.

Se desconoce la profundidad máxima de la cubeta, aunque es posible que no posea una profundidad muy superior a la altura del muro, dado que además sus fondos están muy aterrados ya que existe una gran erosividad en sus orillas y en toda la cuenca vertiente a la misma. Las principales parámetros morfométricos y bióticos se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

De los 8 transectos de perimetración de la laguna un subtotal de 7 resultaron positivos (87,5%), y únicamente no se detectó la presencia de *Lutra lutra* en mayo. En este humedal se hizo un recorrido de 13,9 km en los que se detectaron 288 marcas fecales en 93 sitios distintos. A lo largo de las sucesivas estaciones de 1997 a 2000 cuando se realizaron los muestreos se hizo pleno en la detección de la especie tanto en invierno como en verano y primavera.

El perímetro de la laguna se dividió en 6 tramos de diferente longitud en los que se hizo un trabajo específico de detección de anfibios en las orillas durante la primavera, y en el que además se encontró una gran querencia de las nutrias por dejar sus marcas fecales en dos de los tramos. Ambos próximos al azud y en zonas de berrocal con numerosos huecos en el borde de la lámina de agua a volumen completo. Este objetivo se describe ampliamente en el Apartado 8.4.

Laguna de Sotillo Altitud: 1.580 msm	T. M.: Cobreros, ZA
Longitud perímetro: máximo: 2.325 m, verano: 1.815 m	Superficie: 12,74 Ha Diámetro máximo: 605 m Profundidad máxima: en torno a 5,5 m [#] # Vega et al 1991
<u>Comunidades acuáticas:</u> • praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> sobre sustratos arenosos • macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Callitriche palustris</i> , <i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Ranunculus peltatus</i> y <i>R. flammula</i> • peces: bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) DOMINANTE trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) MUY ESCASA • anfibios: sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ESCASO sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ESCASO rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) DOMINANTE rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) MUY ESCASA	<u>Presiones ambientales:</u> • incendios en la subcuenca: MUY ALTA • presencia de ganado en orillas: MUY ALTA • presencia de turismo en orillas: ALTA • pesca deportiva: BAJA • usos consuntivos del agua: ALTA

▷ DISTRIBUCIÓN

En el resto de los tramos se encontraron valores mucho menores de indicios, con especial incidencia inversa en el tramos de menor pendiente en la orilla y de sustrato muy arenoso y arcilloso. Este tramo sufre impacto debido a la presencia y pisoteo masivo de las vacas durante todo el verano que utilizan este valle como majada permanente.

↑ N

Figura 2.20 Aspecto de la laguna de Sotillo (laguna represada) en estiaje (izqda) y en primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre de 2008 y mayo de 2011, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

Los valores de frecuentación diarios de las nutrias oscilaron entre TF: 1,3 y 4,82; siendo este máximo valor encontrado en la visita diciembre de 1998 (Figura 2.21). La densidad máxima de estos indicios se encontró en abril de 1999, con un valor I/D de 7,1 marcas/hm.

Figura 2.21 Se muestra la tasa estacional de éxito en la localización de marcas fecales de *Lutra lutra* en la laguna de Sotillo y los valores de TF mensuales: La línea discontinua muestra el valor del promedio de los valores mensuales.

▪ S8 y S9 LAGUNAS DE LA CLARA

El complejo de laguna y turbera de la Clara forma parte del sistema hidrográfico del río Segundera en su parte alta. Se encuentra situado en un rellano de la penillanura glaciar en una altitud próxima a 1.600 msn y se trata de una pequeña subcuenca que apenas tiene superficie de drenaje más allá de la lámina ocupada por el humedal (Negro 2005).

La laguna, situada a 1.605 msm, vierte durante parte del año agua sobre la turbera que está situada a 1.585 msm y en contacto directo con la red fluvial de los arroyos que desembocan en el cola del embalse de Playa (río Segundera). Además en los momentos de deshielo vierte de forma minoritaria por arroyos estacionales de pequeño caudal por desborde de la vaguada que ocupa.

El contorno de la laguna apenas varía estacionalmente, y en sus orillas hay una pequeña banda árida apenas apreciable en verano; sin embargo en la turbera sí se produce efecto de banda árida en sus orillas y la zona colmatada por la vegetación palustre queda en seco al final del verano. Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro.

De los 16 transectos deimetración de estos humedales permanentes un subtotal de 7 resultaron positivos (43,8%), y únicamente se detectó la presencia de *Lutra lutra* en todas las visitas de verano. En este humedal se hizo un recorrido de 7,53 km en los que se detectaron 86 marcas fecales en 39 sitios distintos. En la laguna se hicieron 8 transectos y 5 resultaron positivas (62,5%), mientras en la turbera sólo en 2 ocasiones (25%) se detectó la presencia de indicios de nutria.

A lo largo de las sucesivas estaciones de 1997 a 2000 cuando se realizaron los muestreos no se detectó la especie tanto en invierno y principio de la primavera. En concreto se detectó su presencia en parte de los recorridos entre abril y octubre, pero no en febrero o noviembre.

Lagunas de la Clara	T. M.: Porto de Sanabria, ZA
Laguna	Longitud perímetro: 1.552 m
Altitud: 1.605 msm	Diámetro máximo: 435 m
	Superficie: 4,47 Ha
	Profundidad máxima: 15,2 m #
	# Negro 2005, datos inéditos propios
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y <i>Sphagnum</i> sp sobre sustratos arenosos	· incendios en la subcuenca: MUY BAJA
· macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Callitriche palustris</i> , <i>Antinoria agrostidea</i> y <i>Ranunculus peltatus</i> .	· presencia de ganado en orillas: MEDIA
· macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Sparganium angustifolium</i>	· presencia de turismo en orillas: MUY BAJA
· peces:	· pesca deportiva: MUY BAJA
bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) ESCASA	
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) MUY ESCASA	
· anfibios:	
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ESCASO	
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ESCASO	
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ESCASA	
tritón ibérico (<i>Lissotriton boscai</i>) MUY ESCASO	
rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) MUY ESCASA	

Los valores de frecuentación diarios de las nutrias oscilaron entre TF: 0,5 y 3,55; siendo este máximo valor encontrado en la visita de agosto de 1997 (Figura 2.24). La densidad máxima de estos indicios se encontró en julio de 1997, con un valor I/D de 11,0 marcas/hm.

En fechas correspondientes al verano se hicieron 8 transectos en los se detectó la presencia de 33 indicios en 15 sitios diferentes lo que produce un valor de TF= 2,89, mientras que los 6 transectos de otoño se encontraron más indicios (53 en 22 sitios) y resulta un valor TF= 5,66.

▷ DISTRIBUCIÓN

En ambas estaciones la relación I/D resultó muy similar de 1,0 y 1,6 marcas/hm, respectivamente.

Lagunas de la Clara	T. M.: Porto de Sanabria, ZA
Turbera	Longitud perímetro: 733 m
Altitud: 1.580 msm	Diámetro máximo: 232 m
	Superficie: 0,92 Ha
	Profundidad máxima: 4,5 m [#]
	# Negro 205, datos inéditos propios
Comunidades acuáticas: <ul style="list-style-type: none"> · praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y <i>Sphagnum</i> sp sobre sustratos arenosos · macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Callitriche palustris</i>, <i>Antinoria agrostidea</i> y <i>Ranunculus peltatus</i>. · macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Sparganium angustifolium</i> · peces: <ul style="list-style-type: none"> bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) ABUNDANTE trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) MUY ESCASA · anfibios: <ul style="list-style-type: none"> sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ESCASO sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE rana S. Antonio (<i>Hyla molleri</i>) ESCASA rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ESCASA salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) MUY ESCASA 	Presiones ambientales: <ul style="list-style-type: none"> · incendios en la subcuenca: MEDIA · presencia de ganado en orillas: ALTA · presencia de turismo en orillas: MUY BAJA · pesca deportiva: MUY BAJA

Por lo tanto parece razonable pensar que la presencia de las nutrias en este humedal es muy estacional y ligada al verano, quizá como explotación temporal de los recursos piscícolas que hay en la laguna, mucho más grande y profunda que la pequeña masa de agua de la turbera (datos de Negro 2005). Si bien se tiene indicios de que las poblaciones piscícolas aquí son muy poco cuantiosas (datos propios), aunque no se hizo un estudio específico sobre este tema.

Figura 2.22 Aspecto de la laguna y turbera de La Clara (laguna natural) en estiaje (izqda) y en primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre de 2008 y mayo de 2011, respectivamente. (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

Figura 2.24 Se muestra la tasa estacional de éxito en la localización de marcas fecales de *Lutra lutra* en las lagunas de La Clara y los valores de TF mensuales. La línea discontinua muestra el valor del promedio de los valores mensuales.

▪ S13 LAGUNA DE LACILLO

La laguna de Lacillo es el único ejemplo en Sierra Segundera de un masa de agua ubicada dentro del un circo glaciar. Situada a 1.695 msn, vierte durante parte del año agua sobre la turbera que está en sus proximidades y a su vez es tributaria del Alto Tera a través del arroyo de Lacillo, de carácter estacional y que nace desde la turbera que existe junto a la laguna.

El contorno de la laguna apenas varía estacionalmente, y en sus orillas hay una pequeña banda árida apenas apreciable en verano, aunque no existen buenas condiciones de refugio para las nutrias.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de Lacillo	T. M.: Porto de Sanabria, ZA
Altitud: 1.695 msn	Diámetro máximo: 480 m
Longitud perímetro : 1.945 m	Superficie: 11,24 Ha
	Profundidad máxima: en torno a 5 m #
	# Vega et al 1991
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y sobre sustratos arenosos	· incendios en la subcuenca: ALTA
· macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Ranunculus flammula</i> y <i>R. peltatus</i> .	· presencia de ganado en orillas: MEDIA
· macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Carex spp</i> y <i>Sparganium angustifolium</i>	· presencia de turismo en orillas: BAJA
· peces:	· pesca deportiva: BAJA
bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) DOMINANTE	
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ABUNDANTE	
· anfibios:	
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ESCASO	
sapo corredor (<i>Bufo calamita</i>) MUY ESCASO	
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE	
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ABUNDANTE	
rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ESCASA	

▷ DISTRIBUCIÓN

De los 2 transectos de perimetración completa de esta laguna y su turbera ambos resultaron positivos, y se detectó la presencia de *Lutra lutra* en los meses de verano. En este humedal se hizo un recorrido de 1,4 km en los que se detectaron 15 marcas fecales en 10 sitios distintos.

Los valores de frecuentación promedio, considerando ambos ecosistemas en el mismo punto de muestreo, resultaron de TF: 1,21 y la densidad máxima de estos indicios se encontró en el mes de julio, con un valor I/D de 10,71 marcas/hm. Se recogieron indicios de una presencia esencialmente ligada a la laguna, y muy poca presencia en la turbera y en el arroyo de acceso; aunque no se analizaron en detalle.

Figura 2.25 Aspecto de la laguna de Lacillo (laguna natural) en estiaje (izqda) y en primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre de 2008 y mayo de 2011, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

2.2.6.B LAGUNAS DE LA SIERRA CABRERA

▪ C03 LAGUNA DE LOS PECES

La laguna de los Peces es una pequeña laguna somera represada creada para abastecimiento de agua durante el verano en el valle a través de su flujo por el arroyo del Fuego hasta el río de la Forcadura. El contorno de la laguna varía de forma muy intensa estacionalmente, y en sus orillas hay una enorme banda árida en verano, entre la lámina de agua y la banda de matorral y rocas que sirve de refugio a los anfibios adultos y juveniles recién metamorfoseados en el estiaje.

En años especialmente secos produce la reducción de la masa acuática a una mínima expresión en el fondo del valle, y se convierte en apenas una charca. La hidrología de la zona está muy alterada, no sólo por la presencia del represamiento que da lugar a la laguna sino también por el desvío de agua canalizada desde la cabecera del arroyo de Covadosos, que vierte hacia una charca desde donde fluye durante gran parte del año un arroyo que alimenta el volumen de agua de Peces. La cuenca vertiente de la laguna también sufre numerosos impactos derivados de la gestión ganadera del matorral y a causa de los vertidos de escorrentías de zonas incendiadas (ver Apartado 7.1).

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de los Peces	T. M.: Galende, ZA
Altitud: 1.707 msm	Superficie: 13,37 Ha
Longitud perímetro:	Diámetro máximo: 600 m
máximo: 1.652 m	Profundidad máxima: 2,85 - 3,0 m [#]
verano: 977 m	# Vega et al 1991, datos propios
Comunidades acuáticas: · praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y sobre sustratos arenosos con <i>Baldellia alpestris</i> · macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i> y <i>Ranunculus peltatus</i> · peces: bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) DOMINANTE trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) MUY ESCASA · anfibios: sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) MUY ABUNDANTE * sapo corredor (<i>Bufo calamita</i>) MUY ESCASO * sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) DOMINANTE tritón jaspeado (<i>Triturus marmoratus</i>) MUY ESCASO rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) MUY ESCASA * * se aprecia un notable descenso de población de la especie en el periodo de estudio	Presiones ambientales: · incendios en la subcuenca: MUY ALTA · presencia de ganado en orillas: ALTA · presencia de turismo en orillas: MUY ALTA · pesca deportiva: BAJA · usos consuntivos del agua: MUY ALTA

De los 53 recorridos de perimetración de estos humedales permanentes un subtotal de 30 resultaron positivos (56,6%), y se detectó la presencia de *Lutra lutra* en todas las estaciones del año. En este humedal se hizo un recorrido de 48,4 km en los que se detectaron 584 marcas fecales en 266 sitios distintos. La mayoría de los recorridos se hicieron en primavera (Figura 2.27) y se obtuvieron resultados positivos en 21 de 31 días de trabajo (67,7%).

En el invierno por el contrario se obtuvieron los peores resultados con 1 positivo de 7 recorridos (el 14,3%). En verano las condiciones tan cambiantes de las orillas del humedal con la banda árida y la ausencia de anfibios como presa quizá sea la explicación de que tanto en agosto como en septiembre no se tuvieron resultados positivos.

Figura 2.26 Aspecto de la laguna de Peces (laguna represada) en estiaje y en aguas altas de primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre (izqda.), mayo y julio, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

▷ DISTRIBUCIÓN

Los valores de frecuentación diarios de las nutrias oscilaron entre TF: 0,38 y 4,55; siendo este máximo valor encontrado en la visita de abril 2014 (Figura 2.28). La densidad máxima de estos indicios se encontró en mayo de 1998, con un valor I/D de 20,9 marcas/hm. En un total de 8 meses se encontraron valores de TF>2 y en 6 meses valores TF<1.

Figura 2.27 Se muestra la tasa estacional y mensual de éxito en la localización de marcas fecales recientes de *Lutra lutra* en Laguna de Peces.

Durante los 31 transectos de la primavera se detectaron 518 marcas fecales recientes (el 88,7%) en 216 sitios diferentes de un recorrido total de casi 27 km. Lo que produce unos valores estaciones de $TF_{PRI} = 8,95$ (Figura 2.29_B), mientras que en las demás estaciones se obtuvieron valores mucho menores; en otoño de $TF_{OTO} = 2,34$, y de 1,71 y 0,29, respectivamente, para el verano e invierno.

Figura 2.29 Se muestra la variación de los valores de TF mensuales en la laguna de Peces. La línea discontinua muestra el valor del promedio de los valores mensuales.

• C01 LAGUNA DE CUBILLAS

La laguna de Cubillas (o de las Yeguas) es un complejo lagunar situado en una amplia vaguada y en la actualidad está compuesta por dos cubetas; una menor y situada al oeste está casi colmatada por vegetación palustre y otra mayor con una profundidad superior a 8 m. Es la laguna de las estudiadas en detalle situada a mayor altitud en Sanabria.

A la laguna llegan varios arroyos de alta montaña, con pequeños caudales de estiaje, y de esta fluye el cauce principal del arroyo de la Forcadura, que es de carácter permanente. El contorno de la laguna varía muy poco estacionalmente, y en sus orillas hay una pequeña banda árida apenas apreciable en verano y cubierta de vegetación herbácea.

De los 7 recorridos de perimetración de estos humedales permanentes un subtotal de 2 resultaron positivos (28,6%), y se detectó la presencia de *Lutra lutra* en abril y octubre. En este humedal se hizo un recorrido de 5,5 km en los que se detectaron 7 marcas fecales en 6 sitios distintos. La mayoría de los recorridos se hicieron en primavera (Figura 2.31) coincidiendo con el deshielo y la presencia de sapos en las orillas.

Las marcas fueron detectadas casi con exclusividad en la salida de la laguna por el arroyo de la Forcadura, y apenas se encontraron indicios de su presencia (ni excrementos ni otros elementos) en la mayoría del perímetro de la masa acuática. En especial en la parte ligada a la turbera de la parte noroeste, donde las condiciones del fondo y la densidad de los macrófitos emergentes no la hacen propicia para el mustélido. Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de Cubillas (Yeguas)	T. M.: Trefacio, ZA
Altitud: 1.820 msm	Superficie: 19,6 Ha
Longitud perímetro:	Diámetro máximo: 540 m
máximo: 1.921 m	Profundidad máxima: en torno a 6,8 m #
Desarrollo: 34,3 m	# Vega et al 1991
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y sobre sustratos arenosos con <i>Subularia aquatica</i> y <i>Baldellia alpestris</i>	· incendios en la subcuena: MUY ALTA
· macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Ranunculus flammula</i> y <i>R. peltatus</i> .	· presencia de ganado en orillas: ALTA
· macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Carex spp</i>	· presencia de turismo en orillas: BAJA
· peces:	· pesca deportiva: BAJA
bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) ESCASA	
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ABUNDANTE	
· anfibios:	
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ABUNDANTE *	
sapo corredor (<i>Bufo calamita</i>) MUY ESCASO	
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE	
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) MUY ESCASA	
rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ESCASA	
* se aprecia un notable descenso de población de la especie en el periodo de estudio	

Por lo tanto la presencia de las nutrias en esta laguna parece testimonial a pesar de ser un humedal de condiciones propicias para ellas, con buenas poblaciones de peces como recurso trófico, aunque escaso en refugios y de rocas en las orillas.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 2.30 Aspecto de la laguna de Cubillas (laguna natural) en estiaje y en primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre (izqda.) y julio, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

De los dos muestreos positivos se puede deducir una frecuentación con valores TF entre 0,83 y 1,20, con densidad máxima de presencia de indicios fecales de 3,3 marcas/hm.

Figura 2.31 Se muestra la tasa estacional y mensual de éxito en la localización de marcas fecales de *Lutra lutra* en la laguna de Cubillas.

• C13 LAGUNA DE TRUCHILLAS

La laguna o lago de Truchillas es un humedal situado en una estrecha vaguada en un circo glaciar de orientación NO-SE, en la cuenca hidrológica del río Lago; tributario de cabecera del río Eria. Las condiciones de circo dotan a este humedal de una condiciones prácticamente endorreicas, con una cuenca de drenaje hacia la masa de agua apenas inexistente. Únicamente recibe las aportaciones directas sobre la lámina y la escorrentía desde la ladera que le hace sombra casi perpetua. En estas condiciones la laguna no tiene banda árida y de su lado SO nace una arroyo de carácter permanente, que se une a la cuenca del río Lago. Las orillas están ampliamente vegetadas en los tramos en los que están ocupadas por el canchal característico del circo glaciar del Vizcodillo. En algunos tramos están formadas en esencia por el cervunal asentado en toda la zona, y en algunos tramos existe una banda con vegetación litoral propia con presencia de abedules salteados en su perímetro.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de Truchillas	T. M.: Truchas, LE
Altitud: 1.755 msm Longitud perímetro: máximo: 1.055 m	Superficie: 5,2 Ha Diámetro máximo: 425 m Profundidad máxima: 12,8 m # # Morales, Aldasoro y Negro, datos inéditos
<p><u>Comunidades acuáticas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y sobre sustratos arenosos con <i>Subularia aquatica</i> y <i>Baldellia alpestris</i> · macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i>, <i>Ranunculus flammula</i> y <i>R. peltatus</i>. · macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Carex spp</i> · peces: <ul style="list-style-type: none"> bermejuela (<i>Achondrostoma arcasii</i>) ESCASA trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) MUY ABUNDANTE · anfibios: <ul style="list-style-type: none"> sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ABUNDANTE * sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ESCASO rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ESCASA rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ABUNDANTE <p>* se aprecia un notable descenso de población de la especie en el periodo de estudio</p>	<p><u>Presiones ambientales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> · incendios en la subcuenca: ALTA · presencia de ganado en orillas: BAJA · presencia de turismo en orillas: MEDIA · pesca deportiva: MEDIA

De los 3 recorridos de perimetración de estos humedales permanentes un subtotal de 2 resultaron positivos (66,7%), y se detectó la presencia de *Lutra lutra* en mayo y julio. En este humedal se hizo un recorrido de 3,4 km en los que se detectaron 7 marcas fecales en 4 sitios distintos. Todos los recorridos se hicieron en primavera y verano coincidiendo con el final del deshielo y la presencia de sapos y otros anfibios en reproducción en las orillas.

En la visita de junio de 2014 no se detectó la presencia de nutrias en la laguna, lo cual parece confirmar que su presencia este ecosistema es poco relevante, a pesar de las magníficas condiciones de recursos tróficos y de potenciales refugios en las orillas que ofrece. De los dos muestreos positivos se puede deducir una frecuentación con valores TF entre 0,47 y 1,45, con densidad máxima de presencia de indicios fecales muy baja con un valor I/D= 0,5 marcas/hm.

Figura 2.32 Aspecto de la laguna de Truchillas (laguna natural) en estiaje y en primavera. Ortofotografías PNOA de septiembre de 2008 (izqda.) y julio de 2010, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

2.3 RESULTADOS DE PROSPECCIÓN EN LA SIERRA DE GREDOS

2.3.1 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN DE LOS HUMEDALES DE ALTITUD POR SUBCUENCAS

En esta área de muestreo se realizó el trabajo de prospección de indicios de nutrias fundamentalmente en cuatro subcuencas de la parte alta de la cuenca del Tormes en la provincia de Ávila (Figura A8, ver Apartado 0.1). Por un lado en el Macizo Central de Gredos en la garganta del Pinar y en los tramos más altos de sus afluentes en el circo glaciar de la Laguna Grande de Gredos y el complejo de Cinco Lagunas; por otro lado en el macizo occidental de Gredos (la llamada Sierra del Barco) en las gargantas de los Caballeros y Galín-Gómez (Figura A8).

En las Tablas 2.10 a 2.14 se desarrolla la intensidad de muestreo en cada zona, siendo la variedad de tramos estudiados según la siguiente clasificación de tipología de medio acuático:

Definición	ID_HUM	número de estaciones CENTRAL	número de estaciones OCCIDENTAL
Lagunilla somera	1	3	1
Laguna somera	2	2	-
Laguna profunda	2	6	1
Laguna represada	5	0	2
Cauce fluvial	7	24	6
TOTAL:		35	10

Tabla 2.10 Tipos de humedal incluidos en cada uno de los sectores de Gredos estudiados

El trabajo más sistemático y repetido en el tiempo se realizó únicamente en el macizo central de Gredos, mientras que en los demás cursos únicamente se realizaron prospecciones de inicio de verano en tramos de altitud, de forma selectiva para conocer la presencia del mustélido en los entornos lacustres. En ellos además se comprobó la presencia de la fauna de vertebrados, principales presas potenciales, presente en estos entornos elevados.

Se pudieron rastrear en 1994 y 1995 los indicios de *L. lutra* en un total de 30 tramos de dichas gargantas y valles (14,2 km de recorrido); así como las orillas de 15 lagunas y humedales (10,7 km de recorrido). Todos ellos situados a una altitud superior a 1.500 msm (Tabla 2.11).

2.3.1.1 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA CENTRAL DE GREDOS – GARGANTA DEL PINAR –

En las partes de mayor altitud de la subcuenca del alto Tormes (Anexo A3) y sus principales afluentes en el macizo central de Gredos se estableció una red de muestreo en la que se hizo un total de 51,1 km en 24 días de trabajo de campo, con un esfuerzo de 18 recorridos en la garganta del Pinar, 9 en el entorno del circo de la Laguna de Gredos y 11 recorridos en el valle principal del Tormes, en la zona de confluencia con la garganta. Esto representa una cobertura aproximada casi del total de la longitud de los cursos fluviales permanentes presentes en las zonas indicadas.

GP0 Valle principal	COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)	GP1 1280 - 1500	COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)	GP2 1500 - 1900	COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)	GP3 Circos glaciares	COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)
VALLE TORMES	GP0_1	2,33	p	TRAMO MEDIO	GP1_1	0,65	p	TRAMO ALTO	GP2_1	0,92	p	GRANDE DE GREDOS	GP3_1	0,58	p
	GP0_2	2,25	p		GP1_2	4,06	p		GP2_2	2,48	p		GP3_2	0,51	p
	GP0_3	2,16	p						GP2_3	1,50	p		SG11	2,32	p
									GP2_4	0,18	p		SG21	0,19	P
									GP2_5	0,93	p		SG22	0,06	-
									SG18	0,31	P	CINCO LAGUNAS	SG20	0,15	-
									SG19	0,31	P		SG10	0,84	p
									SG01	0,51	P		SG09	0,38	-
									SG02	0,33	P		SG08	0,23	-
									SG05	0,23	-		SG03	0,19	-
									SG04	0,19	P		SG07	0,20	-
									SG19	0,24	-		SG06	0,44	p

Tabla 2.11 Presencia de las nutrias en los diferentes tramos altitudinales de las gargantas del macizo central de Gredos. Códigos como en A3.4

En esta zona se hizo trabajo de campo sistematizado con recorridos repetidos en los tramos estudiados durante el periodo agosto-1993 hasta abril-1995, en los que además de prospectar la presencia de nutria en los ríos y humedales se realizó trabajo de recogida de muestras (depredaciones y excrementos recientes, básicamente) para los trabajos de ecología trófica que se presentan en la Parte III.

Es resaltables que en todos los tramos fluviales prospectados ($n=12$), por lo menos una de las veces, se detectó la presencia de nutrias; mientras que en el caso de tener en cuenta los humedales (todos por encima de 1.500 msn) el porcentaje de éxito se reduce casi a la mitad, con 10 de 18 positivos (Tablas 2.11 y 2.12).

	RIOS		HUMEDALES	
	N	%	N	%
TRANSECTOS +	12	100%	10	55%
TRANSECTOS -	0	0%	8	45%
	12	43%	18	57%

Tabla 2.12 Porcentaje de éxito en las prospecciones de los dos grupos de puntos de muestreo de la zona del macizo central de Gredos.

2.3.1.2 RESULTADOS EN LAS GARGANTAS DEL MACIZO OCCIDENTAL DE GREDOS.

En otras partes de altitud de la subcuenca del alto Tormes (Anexo A3) en las estribaciones occidentales de Gredos y de la Sierra de Barco se estableció una red de muestreo en las dos gargantas con sistemas de humedales de origen glaciar en su parte de cabecera; ambas pertenecen al sistema hidrográfico de Galin-Gómez (Figura A.8).

▷ DISTRIBUCIÓN

Así, durante los veranos de 1995 y 1996 se recorrieron las gargantas de los ríos Caballeros, la Nava y la Vega, y las orillas de todos los humedales de altitud situados en sus cuencas vertientes (Figura A.8).

Aunque en este caso el objetivo principal era diferente al del Macizo Central de Gredos, se pudieron rastrear los indicios de presencia de *L. lutra* (Tabla 2.13) en 2,35 km de tramos en dichas gargantas (sobre 18,5 km de recorrido total de los cauces); así como en las orillas de 4 ecosistemas acuáticos (3,2 km de recorrido en el perímetro); todos ellos situados a altitud superior a 1.700 msn.

	COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)		COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)		COD	LONG (km)	Presencia <i>L. lutra</i> (p)
GARGANTA DE LOS CABALLEROS	SG14	0,693	p	GARGANTA DE LA NAVA Y GALÍN-GÓMEZ	SG13	0,690	p	GARGANTA DE LA VEGA	SG15	0,319	-
	GO_1	0,627	p		GO_2	0,415	p		SG12	1,277	p
					GO_3	0,526	-		GO_5	0,375	p
					GO_4	0,287	-				

Tabla 2.13 Presencia de las nutrias en los diferentes tramos altitudinales de las gargantas del macizo central de Gredos.

En este caso la ratio de éxito en la prospección permaneció superior al 50% únicamente en el caso de los tramos fluviales (3 positivos de 5 totales), mientras que resultó sensiblemente menor para los humedales en este macizo que en el anteriormente descrito (Tabla 2.14).

	RIOS		HUMEDALES	
	N	%	N	%
TRANSECTOS +	3	60%	3	75%
TRANSECTOS -	2	40%	1	25%
	5	56%	4	44%

Tabla 2.14 Porcentaje de éxito en las prospecciones de los dos grupos de puntos de muestreo de la zona del macizo central de Gredos.

2.3.2 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN DE LA GARGANTA DEL PINAR POR RANGOS ALTITUDINALES.

Al igual que se hizo con los medios acuáticos de altitud de Sanabria se realiza en este apartado un análisis detallado de los datos de presencia de nutrias en los distintos intervalos altitudinales gracias al seguimiento mantenido en el tiempo de la Garganta del Pinar hasta el circo de Laguna Grande.

En la Figura 2.34_A se muestra el esfuerzo de muestreo realizado en esta área en cada uno de los tramos fluviales y en el propio circo glaciar y sus accesos (n= 13 estaciones, m= 97 muestras) en relación con el éxito o no en la localización de indicios de nutria. En el rango altitudinal propio de los circos glaciares en Gredos (> 1.900 msn) la tasa de localización de indicios resultó del mismo orden que en la base de las gargantas (Figura 2.34_B), si bien en ésta se hicieron bastantes más muestreos. La zona intermedia de las gargantas (rango altitudinal 1.500 – 1.900 msn) presentó la peor tasa de éxito en la búsqueda de indicios (10 positivos sobre un esfuerzo de 25 recorridos realizados).

En cuanto a la tasa de frecuentación en esta zona se encontraron los valores más elevados precisamente en las partes más altas, en el entorno del circo glaciar de Laguna Grande. En ese rango altitudinal (1.900-1.930 msm) la tasa TF promedio superó el valor 1,0, siendo superior a las encontradas en el valle de acceso y superando el promedio en las tres estaciones de esta parte el promedio general (Figura 2.34_D). Los valores más pobres en poblamiento lutrino parecen darse en los tramos altos, justo debajo de los circos. En los dos siguientes niveles de altitud, los dos más basales, los valores de TF aumentan ligeramente; pero sin embargo son excepcionales aquellas estaciones que superan la tasa promedio (Figura 2.34_D).

Por lo tanto son las estaciones del nivel GP2 las que pero tasas de frecuentación presentaron, en función de la escasa presencia de nutrias (Figura 2.34_A) en la mayoría de los muestreos.

Figura 2.34 Tasa de éxito en las prospecciones a lo largo del gradiente altitudinal dividido en tramos.

▷ DISTRIBUCIÓN

Para poder comprobar posibles implicaciones en la etología y ciclo vital de la especie, en cuanto a su presencia en altitud, se realizó un esfuerzo variable pero repartido a lo largo del año en la sucesión de periodos fríos y de verano en el sierra (Figura 2.35).

Así, la mayoría de los muestreos invernales se realizaron en la zona de valle (nivel GP0), ya que el grado de innivación en las gargantas resulta elevado durante gran parte de esta estación y las posibilidades de acceso en muchos tramos son casi nulas.

Los valores más elevados de tasa de frecuentación TF fueron en primavera (Figura 2.35_A), momento en que se hicieron mayor cantidad de transectos en las zonas de valle y en los tramos medios ($TF_{PRI}=0,9$). Los buenos resultados que se obtuvieron en el invierno de 1994 en las zonas altas y el circo quedan reflejadas en un valor elevado de TF_{INV} , y superior al promedio general.

Figura 2.35 Valores estacionales del parámetro TF (A) y cantidad de muestras obtenidas en cada uno de los tramos altitudinales (B).

2.3.3 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN INTERANUAL EN LA GARGANTA DEL PINAR.

El estudio en esta zona abarcó prácticamente 2 años por lo que fue posible establecer un seguimiento de la evolución en un ciclo interanual en el que se estudiaron 2 primaveras y 2 veranos; en total se repartieron los 38 transectos entre 19 meses de trabajo.

A lo largo del periodo estudiado se sucedieron veranos largos y secos así como primaveras templadas y tempranas, de manera que los ritmos de actividad de las nutrias de las zonas del valle se activaron prontamente, puesto que sufren un cierto repunte a partir del mes de febrero y se obtienen valores muy próximos a los del final del verano; con un patrón casi idéntico tanto para TF como para I/T.

Coinciden en ser los meses de diciembre y de junio los de valores en promedio más bajos para ambos parámetros. Mientras en junio se obtuvieron resultados muy dispares los dos días de trabajo (valores TF de 0,18 y 1,13), en el diciembre los dos datos disponibles son realmente bajos 0,25 y 0,30, respectivamente para los dos días de trabajo de 1995.

Por lo tanto parece descubrirse un patrón de actividad muy ligado a la sucesión estacional y condicionada por los ritmos naturales climáticos; con periodos de expansión por el territorio de las poblaciones del valle (primavera temprana o finales del invierno incluso), y de contracción del territorio muy ligado a la residencia en los fondos de valle de todos los ejemplares.

Figura 2.33 Reparto a lo largo de los meses de estudio (A) de los parámetros TF e I/D (ver texto), y evolución en un ciclo anual de ambos valores (B).

2.3.4 ANÁLISIS DETALLADO DE LA OCUPACIÓN DE ALGUNOS HUMEDALES DE ALTITUD EN LA VERTIENTE NORTE DE GREDOS.

Al igual que se hizo para Sierra Segundera y Cabrera se realiza en este punto un análisis detallado de las principales características de las principales lagunas de Gredos, en relación con la ocupación de las nutrias. Datos morfométricos y limnológicos más detallados sobre estos ecosistemas se pueden consultar en Toro *et al.* (2001) y sobre las comunidades bióticas en Granados y Toro Eds. (2000) y también en Lizana y Ciudad (2002a,b,c). Además se disponía de varios trabajos previos de caracterización de la herpetofauna gredense en general, y de anfibios en particular realizados en el Macizo Central y algunos de ellos incluso de forma exclusiva en el circo de Laguna Grande. Los principales resultados se pueden consultar en Lizana (1990), Lizana *et al.* (1988, 1990, 1993) y Martín-Sánchez (1994).

• SG11. LAGUNA GRANDE DE GREDOS

La laguna de Gredos es uno de los puntos más emblemáticos de esta Sierra y en general de todo el Sistema Central Ibérico. Es el exponente más claro de la actividad glacial würmiense sobre un paisaje

▷ DISTRIBUCIÓN

muy vertical formado por riscos y montañas jóvenes de naturaleza granítica, y por lo tanto de gran resistencia a la erosión. Es esta zona la que atesora un mayor número de accidentes geográficos con atractivo paisajístico (Rodríguez 1996) y las mayores elevaciones de todo el Sistema Central (pico Almanzor 2.592 msm).

La complicada silueta de esta laguna (Figura 2.36) y su profunda batimetría de la cubeta de paredes casi verticales (Toro *et al.* 2001) nos indican su inequívoco origen. Siendo, junto con su altitud, una gran dificultad para la colonización biológica y la formación de comunidades de seres acuáticos. Por lo tanto se trata de una ecosistema de aguas frías, ácidas y de carácter ultra-oligotrófico, de manera que las cadenas tróficas son sencillas y los ciclos de vida activa de los animales que allí viven son rápidos para evitar los largos periodos de congelación del agua y el suelo.

El circo de la laguna Grande es el núcleo central del Parque Natural de la Sierra de Gredos y un lugar muy frecuentado por naturalistas, geólogos y público turista en general. Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna Grande de Gredos	
Altitud: 1.935 msm Longitud perímetro: 1.793 m	T. M.: Navalperal de Tormes y Zapardiel de la Ribera, AV Superficie: 7,74 Ha Diámetro máximo: 605 m Profundidad máxima: 6,5 m
<u>Comunidades acuáticas:</u> <ul style="list-style-type: none"> · praderas sumergidas de <i>Isoetes velatum</i> y sobre sustratos arenosos con <i>Juncus bulbosus</i> y <i>J. tenageia</i> · macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i>, <i>Ranunculus peltatus</i> · macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Carex nigra</i> y <i>Sparganium angustifolium</i> · peces: <ul style="list-style-type: none"> trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ABUNDANTE · anfibios: <ul style="list-style-type: none"> sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) MUY ABUNDANTE sapo corredor (<i>Bufo calamita</i>) ESCASO sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) MUY ESCASA rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ABUNDANTE salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) ABUNDANTE 	<u>Presiones ambientales:</u> <ul style="list-style-type: none"> · incendios en la subcuena: MUY BAJA · presencia de ganado en orillas: BAJA · presencia de turismo en orillas: MUY ALTA · pesca deportiva: BAJA

La laguna Grande de Gredos (SG11) es el único humedal en este área de muestreo en que se hicieron recorridos repetitivamente a lo largo de los meses durante varios años de trabajo. De los 15 recorridos que se hicieron en total todos resultaron positivos (Figura 2.37), siendo los meses de verano en los que se detectó una mayor presencia de restos fecales recientes en las orillas de la laguna y en los lagunatos y zonas someras encharcadas aledañas.

En el mes de febrero de 1995 se encontraron gran cantidad de excrementos de nutria en las partes altas de la garganta de Gredos y en el propio circo glaciar, en un momento de poca nieve en la sierra. Aunque la mayoría de los indicios no eran recientes la presencia de las nutrias durante un tiempo inmediatamente anterior pudo ser constatado.

→N

Figura 2.36 Aspecto de la laguna Grande de Gredos (laguna natural) en estiaje (verano 2011). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

Como se muestra en la Figura 4.35 los valores de frecuentación en la laguna Grande (SG11) resultaron de $TF = 0,82$, para un total de 66 excrementos localizados en sus orillas, a lo largo de los 8 recorridos completos de perimetración de la misma que se hicieron. En ellos se recorrieron 18,6 km en los meses que se detallan en la Figura 2.37, y no únicamente durante el periodo de reproducción de los sapos comunes coincidente con el deshielo primaveral (Lizana 1990).

Figura 2.37 Se muestra la tasa estacional y mensual de éxito en la localización de marcas fecales de *Lutra lutra* en la laguna Grande de Gredos y sus inmediaciones.

• SG06 – SG10. CIRCO DE CINCO LAGUNAS

Las cinco lagunas del circo glaciar al que dan nombre es otro de los puntos emblemáticos de la geología de Gredos, y se localiza en la cabecera del río del Pinar, a una altitud promedio superior a los 2.000 msm. Es un conjunto de cubetas sobre-excavadas en un fondo de valle escalado por las fracturas en la roca (diaclasas) de variados tamaños y profundidades (Figura 2.38).

▷ DISTRIBUCIÓN

En todas las condiciones climáticas tan rigurosas y las limitaciones para la producción primaria inducidas por la oligotrofia del sistema imponen una baja productividad de presas acuáticas disponibles para las nutrias. Además la profundidad de las cubetas y la verticalidad de las paredes no permiten en gran medida el asentamiento de comunidades litorales de plantas acuáticas y semiacuáticas, que apenas se desarrolla suelo en el contacto del humedal con las laderas del valle. Aun así es una zona donde habitan buenas poblaciones de anfibios, que constituyen el principal recurso trófico en este punto.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados en el verano de 1995 se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Cinco Lagunas de Gredos		T. M.: Zapardiel de la Ribera, AV	
Cimera Altitud: 2.140 msm Longitud perímetro: 1.275 m Superficie: 4,4 Ha Diámetro máximo: 177 m Profundidad máxima: 9,4 m	Galana Altitud: 2.135 msm Longitud perímetro: 680 m Superficie: 1,5 H Diámetro máximo: 111 m Profundidad máxima: 7,6 m		
Mediana Altitud: 2.130 msm Longitud perímetro: 100 m Superficie: 0,32 Ha Diámetro máximo: 100 m Profundidad máxima: 2,4 m	Brincalobitos Altitud: 2.100 msm Longitud perímetro: 150 m Superficie: 0,09 Ha Diámetro máximo: 52 m Profundidad máxima: 3,3 m		
Bajera Altitud: 2.100 msm Longitud perímetro: 505 m Superficie: 0,96 Ha Diámetro máximo: 75 m Profundidad máxima: 4,2 m			

Comunidades acuáticas:

- praderas sumergidas de *Fontinalis squamosa*
- macrofitas helofitas de aguas someras con *Sparganium angustifolium*
- peces:
 - trucha (*Salmo trutta fario*) ABUNDANTE
 - salvelino (*Salvelinus fontinalis*) ESCASO
- anfibios:
 - sapo común (*Bufo spinosus*) ABUNDANTE
 - sapo corredor (*Bufo calamita*) ESCASO
 - rana verde común (*Pelophylax perezi*) MUY ESCASA
 - rana patilarga (*Rana iberica*) ABUNDANTE
 - salamandra (*Salamandra salamandra*) ABUNDANTE

Presiones ambientales:

- incendios en la subcuenca: BAJA
- presencia de ganado en orillas: BAJA
- presencia de turismo en orillas: ALTA
- pesca deportiva: ALTA

En algunas de las lagunas se introdujo hace décadas el salvelino de montaña (*Salvelinus fontinalis*) con motivación deportiva, y aunque parece que si se mantiene una mínima población parece que la especie no se ha consolidado en la zona. Es una especie sobre la que varios estudios indican la negatividad de su presencia para la supervivencia de las poblaciones de anfibios (ver Parte II de esta memoria).

↑N

Figura 2.38 Aspecto del circo de Cinco Lagunas (lagunas naturales) en el estiaje (verano 2011) y totalmente desheladas. Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

▪ **SG14. LAGUNA DE LOS CABALLEROS**

La laguna de los Caballeros es una laguna natural localizada en un amplia circo a unos 2.000 msn en la cabecera de la larga garganta a la que da nombre junto a la línea de cumbres del macizo occidental de la Sierra. Se trata de un rellano en el terreno que permite en sus orillas mantener comunidades vegetales de orla sumergida y zonas empradizas en su litoral. Aunque dada su altitud es prácticamente una zona endorreica la topografía y los amplios límites del circo rocoso permiten el desarrollo de un ecosistema con redes tróficas más complejas, ligado en gran medida al cervunal (Figura 2.39).

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados en el verano de 1995 se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de los Caballeros	T. M.: Navalanguilla, AV
Altitud: 2.025 msn	Superficie: 14 Ha
Longitud perímetro: 450 m	Diámetro máximo: 180 m
	Profundidad máxima: 5,2 m
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i> , <i>Callitriche palustris</i> y <i>Ranunculus peltatus</i> .	· incendios en la subcuena: BAJA
· macrofitas helofitas de aguas someras con <i>Sparganium angustifolium</i>	· presencia de ganado en orillas: ALTA
· peces:	· presencia de turismo en orillas: MUY BAJA
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ESCASA	· pesca deportiva: MUY BAJA
· anfibios:	
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) MUY ABUNDANTE	
sapo corredor (<i>Bufo calamita</i>) ESCASO	
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) MUY ESCASA	
rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ABUNDANTE	
salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) ABUNDANTE	

▷ DISTRIBUCIÓN

↑ N

Figura 2.39 Aspecto la laguna de Caballeros (lagunas naturales) en estiaje (verano 2011). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

▪ SG13. LAGUNA DE LA NAVA

Tal y como se muestra en las siguientes ortofotografías esta laguna represada sufre oscilaciones de nivel muy importantes durante el final del estiaje (Figura 2.40), lo que incide gravemente en su calidad y en la posibilidad de tener una cierta productividad de presas para las nutrias. Derivada tanto de su baja estabilidad como de las dificultades para la reproducción de la fauna acuática en sus orillas debido a la banda árida. Así como otras derivadas del intenso uso ganadero que se hace del circo glaciar en el que se asienta el humedal.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de la Nava	T. M.: Nava del Barco, AV
Altitud: 1.945 msm	Superficie: 92,3 Ha
Longitud perímetro: 1.100 m	Diámetro máximo: 336 m
	Profundidad máxima: 11 m
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· macrofitas sumergidas de fondos arenosos dominados por <i>Fontinalis squamosa</i>	· incendios en la subcuenca: MEDIA
· peces:	· presencia de ganado en orillas: MUY ALTA
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ESCASA	· presencia de turismo en orillas: MUY BAJA
· anfibios:	· pesca deportiva: MUY BAJA
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ABUNDANTE	· usos consuntivos del agua: MUY ALTA
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ESCASA	
rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ESCASA	
salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) ABUNDANTE	

El año en que se muestreó la presencia de nutrias en esta garganta hasta la parte del circo glaciar donde está la laguna el verano fue muy largo y árido en la zona, y la masa de agua presentaban un nivel anormalmente bajo y con una extensa banda árida desprovista de vegetación hasta el cervunal que hace las veces de orillas en la cota máxima.

↑ N

Figura 2.40 Aspecto la laguna de la Nava (laguna represada) en estiaje (verano 2010) y completamente llena (julio de 2011). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

▪ SG12 Y SG15. LAGUNA DEL BARCO

Al igual que la laguna de la Nava este embalse de montaña presentaba una banda árida muy amplia por efecto del intenso y prolongado estiaje, mayor al efecto que se aprecia en la ortofotografía de la siguiente Figura 2.41. Sus oscilaciones de nivel, que provocan la gran banda árida, son debido a los ritmos de aprovechamiento del agua almacenada en la cubeta para suministro en los pueblos del valle, de manera que al final del verano el caudal de la garganta de la Vega es mantenido mediante la suelta de agua desde él, lo que podría ser en principio beneficioso para el mantenimiento de las características fluviales y la presencia de presas para las nutrias en todo el sistema hidrográfico de Galín-Gómez.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna del Barco	T. M.: Puerto Castilla, AV
Altitud: 1.785 msm	Superficie: 7,47 Ha
Longitud perímetro: 535 m	Diámetro máximo: 535 m
	Profundidad máxima: 14,75 m
<u>Comunidades acuáticas:</u> <ul style="list-style-type: none"> · praderas sumergidas sobre sustratos arenosos de <i>Isoetes velatum</i> · macrofitas sumergidas de fondos fangosos dominados por <i>Antinoria agrostidea</i> y <i>Ranunculus peltatus</i> · peces: <ul style="list-style-type: none"> trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ESCASA · anfibios: <ul style="list-style-type: none"> sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ABUNDANTE rana de S Antonio (<i>Hyla molleri</i>) MUY ESCASA rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ABUNDANTE rana patilarga (<i>Rana iberica</i>) ESCASA salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) ESCASA 	<u>Presiones ambientales:</u> <ul style="list-style-type: none"> · incendios en la subcuenca: MEDIA · presencia de ganado en orillas: MUY ALTA · presencia de turismo en orillas: MEDIA · pesca deportiva: BAJA · usos consuntivos del agua: MUY ALTA

Aguas arriba de este embalse se localizan dos pequeños humedales. Uno de ellos (laguna Cuadrada, SG15) fue prospectada también en 1995 para la localización de indicios de presencia de nutrias y de poblaciones de anfibios (ver Figura A.8).

Figura 2.41 Aspecto de la laguna de Barco (laguna represada) en estiaje y en verano con nivel completo. Ortofotografías PNOA de septiembre de 2008 (izqda.) y julio de 2011, respectivamente (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

2.4 RESULTADOS DE PROSPECCIÓN EN LA SIERRA DE FUENTES CARRIONAS

2.4.1 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – ALTO CARRIÓN –

En esta zona de la Cordillera Cantábrica se realizaron únicamente muestreos en 2014, y en ellos se documentó la presencia al final de la primavera de las nutrias en zonas de altitud. Se realizaron 8 recorridos a lo largo de 5 días de trabajo de los meses de mayo, junio y julio.

2.4.1.A RESULTADOS POSITIVOS DEL SONDEO DE *Lutra lutra* EN EL ALTO CARRIÓN.

A partir de los 8 recorridos realizados, 4 en humedales de altitud y 4 en los tramos altos del Carrión, se obtuvieron datos de presencia de nutria en 5 (el 62,5%). Los indicios de su presencia fueron tanto excrementos recientes como depredaciones sobre anfibios. Se realizó un esfuerzo conjunto de 5,16 km en los que se detectaron 27 marcas fecales en 17 lugares diferentes.

La máxima abundancia de señales de nutria encontrada se corresponde con la laguna del Pozo de Curavacas (FC09) con un valor I/D= 1,86 marcas/hm; donde además se detectaron gran cantidad de indicios de su presencia a través de restos de sapos comunes depredados (ver más adelante).

Los valores del parámetro de frecuentación TF fueron también más elevados en este humedal que en los cuatro puntos del río donde se constató la presencia de indicios recientes de nutrias, con valores muy similares entre ellos. Lo que está en relación con el argumento de la ocupación de zonas altas únicamente para la explotación de estos recursos tróficos de una manera muy puntual y estacional; sin establecer poblaciones permanentes en los tramos intermedios de acceso a las partes altas. El mismo patrón ya localizado en los demás macizos montañosos de la Cuenca del Duero.

Figura 2.42 Cantidad de indicios de presencia de *Lutra lutra* en los tramos estudiados en Fuentes Carrionas (A) y valor de los parámetros TF e I/D (ver texto) a lo largo del gradiente altitudinal.

La presencia de sapos depredados se pudo constatar en el río durante el mes de mayo en el punto de menor altitud (FC11, a 1.385 msm), y después se encontró en otros puntos más arriba. En la Parte III de esta memoria se realiza un análisis en detalle de este asunto.

2.4.2 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR RANGOS ALTITUDINALES.

A partir de los pocos datos de que se dispone únicamente se puede realizar una análisis de presencia en rangos altitudinales en función de la tipología de tramo recorrido; ya sea el cauce o las orillas de un humedal. En la Figuras 2.42 y 2.43 se presentan los datos de cantidad de marcas fecales recogidas en cada estación de muestreo y la variación de los parámetros de actividad lutrina en función de la altitud.

En el mes de julio se visitaron los tres circos glaciares más elevados con resultados negativos en cuanto a la presencia de nutrias (Figura 2.43_A). Los resultados durante el mes de mayo de 2014, con el caudal del río muy alto por el deshielo tardío, mostraron una tasa de frecuentación similar a los encontrados en junio en la laguna del Pozo de Curavacas, mientras que en los tramos fluviales del alto Carrión que dan acceso a ese humedal lo valores resultaron durante todo el perfil del río menores.

Lo que podría indicar una presencia desigual en el tiempo de ocupación de las zonas altas en espera de poder acceder a las lagunas en incipiente deshielo, para hacer coincidir de forma sincrónica su presencia allí con la reproducción masiva de los sapos comunes.

Como se muestra en la Figura 2.43_B a lo largo del estudio los valores de TF en los tramos del río a una altitud próxima al límite fisiológico teórico de 1.500 msm se mantuvieron bajos, comparados con los obtenidos en Gredos y Sanabria para esa altitud; pero constantes. Siendo en realidad muy similares a los obtenidos en la única laguna ocupada (unos 1.800 msm) que hemos podido confirmar en este macizo montañoso. El resto de humedales (por encima de 2.000 msm) no reciben la visita del mustélido.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 2.43 Evolución del parámetro TF (A) a lo largo del periodo de muestreo y su relación con el rango altitudinal de los lugares muestreados (B).

2.4.3 ANÁLISIS DETALLADO DE LA OCUPACIÓN DE ALGUNOS HUMEDALES DE ALTITUD EN EL ALTO CARRIÓN.

Se dispone de muchos menos datos sobre las lagunas de esta zona que de las demás áreas de estudio. En las siguientes páginas se recogen todos los datos propios y bibliográficos encontrados sobre estas lagunas y el interés que pueden tener para poder caracterizar el uso por parte de las nutrias.

• FC01. LAGUNA DE FUENTES CARRIONAS

En conjunto en el circo glaciar existen dos humedales de entidad, la propia laguna (FC01) y una pequeña lagunilla mucho más somera (FC02) y ocupada por vegetación macrofítica. Ambas son de aguas ligeramente ácidas y poca productividad, en especial la laguna, y por lo tanto de tipología ultra-oligotrófica (Negro 2005). En estos humedales no se tienen datos de presencia de sapos comunes, y las comunidades de anfibios están compuestas fundamentalmente por el tritón alpino y el sapo partero común.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de Fuentes Carrionas	T. M.: Cervera de Pisuerga, PA
Altitud: 2.195 msm	Superficie: 2,93 Ha
Longitud perímetro: 741 m	Diámetro máximo: 254 m
	Profundidad máxima: desconocida
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
• macrófitos sumergidos y de orla MUY ESCASOS	• incendios en la subcuenca: MUY BAJA
• peces:	• presencia de ganado en orillas: MUY BAJA
sin datos	• presencia de turismo en orillas: BAJA
• anfibios:	• pesca deportiva: VEDADA
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ESCASA	
tritón alpino (<i>Mesotriton alpestris</i>) ABUNDANTE

↑ N

Figura 2.44 Aspecto de la laguna y turbera de Fuentes Carrionas (laguna natural) en estiaje (verano 2007). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

• FC09. LAGUNA DEL POZO DE CURAVACAS

En la ubicación geográfica de la laguna, a umbría del macizo central de Curavacas, existen numerosas masas de agua de tipo permanente más someras que la laguna. Se consideró el muestreo de la laguna y la principal de las lagunillas asociada a la vaguada del pozo. En esta zona, de altitud intermedia, existen buenas poblaciones de anfibios; en el verano de 2015 resultaron especialmente abundantes los tritones alpinos y los sapos comunes. Abundantes neveros quedaban todavía en el entorno de la laguna por esas fechas, y en las gargantas que vierten hacia ella. Si bien el contorno de la misma estaba totalmente libre de nieve o hielo y los sapos comunes ya habían terminado su freza.

Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Pozo de Curavacas	T. M.: Cervera de Pisuerga, PA
Altitud: 1.795 msn	Superficie: 2,87 Ha
Longitud perímetro: 732 m	Diámetro máximo: 247 m
	Profundidad máxima: desconocida
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· macrófitos sumergidos y de orla MUY ESCASOS	· incendios en la subcuenca: MUY BAJA
· peces:	· presencia de ganado en orillas: MUY BAJA
trucha (<i>Salmo trutta fario</i>) ESCASA	· presencia de turismo en orillas: BAJA
· anfibios:	· pesca deportiva: VEDADA
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ABUNDANTE	
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE	
rana verde común (<i>Pelophylax perezi</i>) ESCASA	
rana bermeja (<i>Rana temporaria</i>) ESCASA	
tritón alpino (<i>Mesotriton alpestris</i>) MUY ABUNDANTE	
tritón palmeado (<i>Lissotriton helveticus</i>) MUY ESCASA	

La proximidad de esta laguna al valle principal y su relativa poca altitud ofrecen a las comunidades de anfibios las posibilidades ecológicas de ser ocupada por más especies, por lo que destaca sobre las demás en cuanto a riqueza batracológica.

▷ DISTRIBUCIÓN

Además las nutrias disponen aquí de tres especies de anuros de gran tamaño (las tres especies ibéricas más grandes) para depredar sobre ellas: el sapo común, la rana bermeja y también la rana verde común; que resulta la cita más elevada que hemos conseguido.

↑ N

Figura 2.45 Aspecto de la laguna del Pozo de Curavacas (laguna natural) en estiaje (verano 2007). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

• FC12. LAGUNILLAS DEL POZO DEL VIÉS

En estos dos humedales no se tienen datos de referencia sobre cualquiera de los aspectos aquí tratados. Se desconoce la posible presencia de sapos comunes y las comunidades de anfibios están compuestas fundamentalmente por el tritón alpino y el sapo partero común. Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Pozo del Viés	T. M.: Cervera de Pisuerga, PA
1/ Altitud: 2.098 msm Longitud perímetro: 634 m	Superficie: 1,35 Ha Diámetro máximo: 180 m
2/ Altitud: 2.035 msm Longitud perímetro: 435 m	Superficie: 0,92 Ha Diámetro máximo: 173 m
	Profundidad máxima de ambas: desconocida
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
• macrófitos sumergidos y de orla MUY ESCASOS	• incendios en la subcuenca: MUY BAJA
• peces:	• presencia de ganado en orillas: MUY BAJA
sin datos	• presencia de turismo en orillas: MUY BAJA
• anfibios:	• pesca deportiva: VEDADA
tritón alpino (<i>Mesotriton alpestris</i>) ESCASA	

La inaccesibilidad de esta zona elevada, situada en la umbría supone un cierta barrera para la llegada de las nutrias, y la rigurosidad climática en la zona no permite el desarrollo de comunidades muy productivas en lo que se refiere a sus presas esenciales.

• FC05. LAGUNA DE LAS LOMAS

En conjunto en el circo glaciar existen varios humedales de entidad, la propia laguna (FC05) y unas pequeñas lagunillas mucho más someras (FC03 y FC04). Todas son de aguas ligeramente ácidas y poca productividad y por lo tanto de tipología ultra-oligotrófica (Negro 2005).

→ N

Figura 2.46 Aspecto de las lagunillas del Pozo del Viés (laguna natural) en periodo de estiaje (verano 2007). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

En estos humedales no se tienen datos de presencia de sapos comunes, y las comunidades de anfibios están compuestas fundamentalmente por el tritón alpino y el sapo partero común, aunque se tienen referencias antiguas de presencia de más especies. Se desconoce la profundidad máxima del humedal principal, pero las orillas de la cubeta presentan pendientes compatibles en mucha parte de su perímetro con la sedimentación y el asentamiento de comunidades de macrofitas sumergidas y helofíticas.

Esta es una diferencia con las demás lagunas de máxima cota en las que las orillas apenas presentan producción primaria. Las principales parámetros morfométricos y bióticos de los muestreos realizados se presentan en el siguiente cuadro sombreado.

Laguna de las Lomas	T. M.: Velilla del río Carrión, PA
Altitud: 2.035 msm	Superficie: 1,96 Ha
Longitud perímetro: 615 m	Diámetro máximo: 205 m
	Profundidad máxima: desconocida
<u>Comunidades acuáticas:</u>	<u>Presiones ambientales:</u>
· macrófitos sumergidos y de orla MUY ESCASOS	· incendios en la subcuenca: MUY BAJA
Praderas de <i>Sphagnum teres</i> y <i>Carex nigra</i> #	· presencia de ganado en orillas: MUY BAJA
· peces:	· presencia de turismo en orillas: BAJA
sin datos	· pesca deportiva: VEDADA
· anfibios:	# datos tomados de Negro (2005)
sapo común (<i>Bufo spinosus</i>) ESCASO	tritón alpino (<i>Mesotriton alpestris</i>) ABUNDANTE
rana bermeja (<i>Rana temporaria</i>) MUY ESCASA	salamandra (<i>Salamandra salamandra</i>) ESCASA
sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>) ABUNDANTE

↑ N

Figura 2.47 Aspecto de la laguna de las Lomas (laguna natural) en estiaje (verano 2007). Ortofotografía PNOA (fuente: Junta de Castilla y León, www.cartografia.jcyl.es/)

2.5 RESULTADOS DE PROSPECCIÓN EN LOS PIRINEOS CENTRALES

2.5.1 ANÁLISIS POR SUBCUENCAS

Para conocer el nivel de presencia de las nutrias en las subcuencas durante la primavera se dispuso una red de puntos de muestreo por el territorio y un protocolo de visita de una única vez a cada punto en los meses de mayo y junio; coincidiendo con el momento del deshielo y la posibilidad del inicio de la estación reproductora para los anfibios en esos lugares. En los tramos fluviales se hicieron recorridos por las orillas de 150 – 750 m de longitud; y en los humedales de altitud se recorrió, por lo general, todo el perímetro deshelado del mismo y en los grandes embalses se hicieron recorridos selectivamente en las ensenadas preseleccionadas como más propicias “a priori” para la detección del mustélido en distancias similares a los transectos en ríos.

En las cuencas hidrográficas estudiadas de los ríos Cinca y Segre se dispuso una red de 66 puntos de muestreo, 47 (el 71%) ubicados a más de 1.500 msn, y se agruparon en subcuencas funcionales según se muestra en la siguiente Tabla 2.15 y en la Figura 2.48.

	Subcuenca		Nº tramos	Presencia de nutria	% positivo
CUENCA DEL CINCA	ALTO CINCA	CI	6	1	16,7%
	ÉSERA - ISÁBENA	ES	8	0	0,0%
CUENCA DEL SEGRE	N. RIBAGORZANA	NR	10	3	30,0%
	N. PALLARESA	NP	37	6	16,2%
	SEGRE	SE	5	0	0,0%

Tabla 2.15 Porcentaje de éxito en las prospecciones de *Lutra lutra* en el ámbito de muestreo de Pirineos centrales (PC) dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro y los puntos de monitorización de ocupación en 1998 de las zonas de cabecera de las subcuencas por nutrias (presencia: círculos verdes, ausencia: cuadrados rojos). Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

A partir de la clasificación en ecotipos propuesta por la Directiva Marco del Agua (DMA, Art. 5 y 6) para los ríos ibéricos es posible agrupar los puntos de muestreo en tres grupos (Tabla 2.16). La mayoría de estos puntos son tanto tramos fluviales como humedales (la mayoría son tipo masa de agua 201: lago septentrional dimíctico-frío de aguas ácidas) que quedan incluidos dentro de la región montañosa

asumible a la tipología 127: ríos de alta montaña; en total fueron el 72% de los puntos muestreados. Sin embargo en ellos se obtuvieron los peores resultados de detección de indicios de presencia de nutrias (el 8,5% positivos). En relación con el gradiente altitudinal (Figura 2.48) el grupo de puntos incluidos en el ecotipo 126 presentó resultados más positivos.

Ecotipo:	Nº estaciones de muestreo	Presencia de nutria	% positivo
127 - RÍOS DE ALTA MONTAÑA	47	4	8,5%
126 - RÍOS MONTAÑA HÚMEDA CALCÁREA	18	5	27,8%
112 - RÍOS MONTAÑA MEDITERRÁNEA CALCÁREA	1	1	100,0%

Tabla 2.16 Porcentaje de éxito en las prospecciones de *Lutra lutra* en cada grupo de cauces según su ecotipo.

Figura 2.48 Localización del ámbito de muestreo en Pirineos con localización y resultados (presencia: círculos verdes, ausencia: círculos rojos) para la red de puntos en los tres ecotipos de cauce (A) y a lo largo del gradiente altitudinal de pre-Pirineo (B).

2.5.1.1 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – ALTO CINCA

En esta subcuenca del Alto Cinca se realizaron recorridos en cinco puntos de muestreo, todos situados por encima de 1.000 msn de altitud, en una superficie hidrográfica de unas 34.780 Ha en la que los ríos Cinca y Cinqueta son los principales cauces (Figura 2.49).

En un único punto del valle (PC01, 1.050 msn) se localizó la presencia de nutrias (el 16,7%), y en los otros tramos de cauces, arroyos y humedales de altitud no se pudo comprobar su presencia. Se trata de valles bastante cerrados con grandes desniveles entre el fondo y la posición de las lagunas, embalses e ibones de altitud, por lo general situados en circos glaciares colgados o de ladera.

Esta zona pirenaica tiene especial relevancia porque representó el enclave estable de las poblaciones de nutria de la cabecera de todo el sistema hidrográfica del río Cinca y afluentes durante las décadas de máximo declive de la especie en toda la cuenca del Ebro (Ruiz-Olmo 2001).

Figura 2.49 A-B Localización y resultados del sondeo de nutria en zonas altas en las subcuencas del Alto Cinca (presencia: círculos verdes, ausencia: círculos rojos). C-D Fotografías de los ibones de Urdiceto (PC32) y Vasa de la Mora (PC34), respectivamente.

2.5.1.2 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – ÉSERA

El sistema hidrográfico del Ésera es el principal afluente de cabecera del Cinca, y en él se prospectaron un total de 8 puntos de muestreo, todos situados por encima de 1.300 msn en una superficie de unas 24.180 Ha, en las que el río Ésera es el cauce principal (Figura 2.50). En este caso se trata de valles también muy cerrados y excavados en forma de V, en donde las zonas de nacientes y de circos glaciares donde están ubicados los humedales de altitud estudiados se encuentran colgados y son de muy difícil acceso.

No se detectó la presencia de nutrias en las dos estaciones de menor altitud que se hicieron en el entorno del embalse de Paso Nuevo (PC03 y PC08, 1.360 msn).

2.5.1.3 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – NOGUERA RIBAGORZANA

En la subcuenca del Noguera Ribagorzana se realizaron 10 recorridos en estaciones de muestreo repartidas por el valle principal en zonas de pre-pirineos, y por otro lado en complejos glaciares alpinos a más de 2.000 msm (Tabla 2.17, Figura 2.54). En total aquí se considera una amplia superficie en torno a 127.430 Ha de cuenca hidrográfica.

En concreto se detectó la presencia de nutrias en el entorno del complejo de grandes embalses de Escales y Canells (PC60 y PC62, a 830 y 505 msm respectivamente), pero no en el de Sopeira (PC61, 710 msm). En el resto de puntos de muestreo del valle no se encontraron indicios de nutria, pero sí en un punto de altitud considerable (PC50, 1.630 msm). En los 4 puntos situados en altitudes superiores a 2.000 msm no se pudo constatar la presencia de la especie.

Figura 2.51 A-B Localización y resultados del sondeo de nutria en zonas altas en las subcuencas del Noguera Ribagorzana (presencia: círculos verdes, ausencia: círculos rojos). **C-D** Fotografías de embalses de Cavallers (P52) y Llauset (PC51), respectivamente. *Ambas de Wikimedia Creative Commons 3.0*

2.5.1.4 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – NOGUERA PALLARESA

Para esta amplísima zona de muestreo (unas 198.200 Ha de subcuenca hidrográfica) se dispuso una red de 36 puntos de muestreo, todos por encima de la cota 1.000 msm (Figura 2.54).

En 6 de 9 puntos situados por debajo de 1.500 msm los resultados fueron positivos (Tabla 2.17), y en ninguno de los demás se localizaron indicios de presencia del mustélido. En concreto se prospectaron tramos altos y complejos lacustres de altitud en las subcuencas de cabecera correspondientes a los ríos Flamisell, Noguera Cardós, Tabescán y Lladorre.

En este caso se visitaron una gran cantidad de sistemas lacustres con lagunas naturales y embalses de altitud, y en ninguno de los 23 recorridos efectuados entre las cotas 2.010 y 2.360 msm se pudo detectar indicios de presencia de nutrias.

Figura 2.52 A-B Localización y resultados del sondeo de nutria en zonas altas en las subcuencas del Noguera Pallaresa (presencia: círculos verdes, ausencia: círculos rojos). **C-D** Fotografías del estany Gento y Tort, respectivamente. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

2.5.1.5 RESULTADOS EN LA SUBCUENCA – ALTO SEGRE

En la subcuenca del alto Segre se realizaron 5 recorridos en estaciones de muestreo repartidas por dos complejos glaciares de altitud superior a 2.000 msn (Tabla 2.17, Figura 2.54) en los ríos Aransa y Durán. En total aquí se considera una superficie en torno a 37.900 Ha de superficie hidrográfica sumando ambos valles (Figura 2.53).

En todos los casos se obtuvieron resultados negativos para la ocupación de las nutrias en las zonas de altitud muestreadas, aunque según Ruiz-Olmo (2001) la nutria regresó al alto del Segre, en los valles principales, desde al menos el año 1992.

Figura 2.53 A-B Localización y resultados del sondeo de nutria en zonas altas en las subcuencas del Alto Segre (presencia: círculos verdes, ausencia: círculos rojos). **C-D** Fotografías de La Pera petit (PC49) y Malniu (PC46), respectivamente. Ambas de Wikimedia Creative Commons 3.0

2.5.2 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN POR RANGOS ALTITUDINALES

La red de puntos se organizó en cuatro intervalos funcionales de altitud de amplitud 500 m, de lo que resultó el siguiente conjunto de datos en los intervalos que se muestran en la Tabla 2.17.

Con un total de 6 humedales (el 9%) en las partes de menos altitud del área de estudio situadas entre las cotas 370 y 920 msm, un total de 11 humedales (17%) entre las cotas 1.020 y 1.440 msm, otros 9 humedales (14%) desde 1.620 a 1.960 y un resto de 39 humedales (el 60%) entre la cota 2.005 y 2.422 msm.

En el intervalo de menos altitud el éxito fue del 100% de los tramos (Tabla 2.17), fue del 0% en el más elevado, y en los otros dos se obtuvieron valores de éxito del 18 y 11,1%, respectivamente.

INTERVALO ALTITUDINAL (msm)	CINCA		ÉSERA		N RIBAGORZANA		N PALLARESA		SEGRE	
	pos	total	pos	total	pos	total	pos	total	pos	total
< 1000 (n=6)	0	0	0	0	2	2	4	4	0	0
1000 – 1500 (n=11)	1	2	0	2	0	2	2	5	0	0
1500 – 2000 (n=9)	0	2	0	1	1	2	0	4	0	0
> 2000 (n=39)	0	2	0	5	0	4	0	23	0	5

Tabla 2.17 Éxito (pos) en las prospecciones de nutria en rangos altitudinales de 500 m de desnivel y conjunto de humedales estudiados (n) en las cinco subcuencas.

En las subcuencas de los ríos Ésera y Segre los resultados fueron negativos en todos los intervalos altitudinales, mientras que en el resto de subcuencas el éxito en la prospección de nutrias resultó variable (aunque muy escasa) pero dependiente de la altitud (Figura 2.55). Así en las subcuencas Cinca, Noguera Ribagorza y Noguera Pallaresa los resultados positivos se concentraron de forma exclusiva en el intervalo de menor cota (Figura 2.54), y en el caso de NP6 y NR1 también en altitudes mayores.

Únicamente se pudo encontrar un medio ocupado en el intervalo 1.000-1.500 msm en la subcuenca NP6.

Figura 2.54 Resultados negativos y positivos en la prospección de nutrias a lo largo de todas las subcuencas pirenaicas. Las iniciales hacen referencia a la subcuenca: CI: río Cinca, ES: Ésera, NP: Noguera Pallaresa, NR: Noguera Ribagorza y SE: Segre.

▷ DISTRIBUCIÓN

Para este conjunto de datos de los Pirineos centrales se encontraron porcentajes muy escasos de éxito en la detección de *Lutra lutra* en el 1998, por debajo del 10% (Figura 4.55). E incluso por encima de los 1.500 msm los porcentajes fueron inferiores al 2%, con un valor neto nulo para el caso del intervalo de mayor cota con altitudes superiores a 2.000 msm (Figura 2.55_B).

Esto introduce una diferencia asimétrica clara entre lo que ocurre en las partes altas de los valles de Pirineos con respecto a lo que ocurre en las otras áreas de estudio, donde a pesar de no existir tal cantidad de humedales en altitud se encontraron tasas de presencia de las nutrias en las partes más altas muy superiores. El contraste es especialmente patente con Sanabria, donde los humedales del intervalo 1.500-2.000 msm son ocupados de forma extensiva y también permanente en el tiempo.

Figura 2.55 Resultados negativos y positivos en la prospección de nutrias a lo largo de los intervalos altitudinales contemplados en las subcuencas pirenaicas.

En los siguientes Apartados 3 a 6 se realiza una análisis de esta situación de presencia del mustélido de forma diferencial entre las cuatro áreas de muestreo, buscando los patrones de selección del hábitat y las condiciones ecológicas que las han propiciado. Se realiza un análisis pormenorizado de las características intrínsecas de cada zona y uno de comparación entre ellas.

3. UTILIZACIÓN DE LAGUNAS Y EMBALSES DE MEDIA Y ALTA MONTAÑA POR LAS NUTRIAS.

Datos ya publicados:

MORALES J., LIZANA M., GUTIÉRREZ J., DEL ARCO C. 2000.

Datos preliminares sobre la presencia de nutrias (Lutra lutra L., 1758) en lagunas de alta montaña situadas en Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León.

Conservación de los Lagos y Humedales de Alta Montaña de la Península Ibérica. Ed. UAM Madrid . Col. Estudios Nº 63. Granados y Toro (Eds.) pp 207-216.

LIZANA M., **MORALES J.** 2001.

Los vertebrados acuáticos y semiacuáticos de las lagunas de alta montaña de la Sierra de Gredos.

Las Lagunas del Parque Regional de la Sierra de Gredos. M. Toro e I. Granados. Eds Monografías REN, Serie Técnica. Junta de Castilla y León. pp 139-171.

[Ver Anexo A5]

Datos incluidos en informes inéditos:

LIZANA M., **MORALES J.**, GUTIÉRREZ J., DEL ARCO C., MARTÍN SÁNCHEZ, R. 1995.

Distribución, densidad y dieta de la nutria (Lutra lutra Linneo, 1758) en el Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores (Zamora).

Instituto de Estudios Zamoranos Florián de Ocampo. Informe Final Inédito. 86 Pp.

LIZANA M., **MORALES J.**, GUTIÉRREZ J. 1999.

Cartografía de carnívoros semiacuáticos en el área subalpina de pirineos.

Informe inédito. Generalitat de Catalunya. 25 Pp.

3.1 RESULTADOS DE OCUPACIÓN DE HUMEDALES DE ALTITUD

3.1.1 ANÁLISIS DE LA OCUPACIÓN PRIMAVERAL DE LOS HUMEDALES DE ALTITUD EN FUNCIÓN DE LA TIPOLOGÍA

La ocupación de los medios de altitud durante el periodo primaveral y tras la retirada de las nieves presenta diferencias intrínsecas debido a la distinta configuración de valles y puntos elevados con humedales en los cuatro macizos montañosos estudiados, así como otras derivadas de la presencia de núcleos estables de nutrias en las zonas de valles en las partes más bajas o en los cursos de pre-sierra (en torno a 1.000 msm).

Teniendo en cuenta los humedales con presencia de nutrias es en la Sierra de Gredos (SG, Figura 3.1_A) los valores de mediana de la distribución están muy próximos a la cota 2.000 msm. Sin embargo en los Pirineos centrales (PC), que posee mayores elevaciones promedio, los valores fueron muy diferentes; en función de la escasa ocupación en zonas altas encontrada durante el sondeo de 1997. Los valores de la zona SG son muy similares a los encontrados en Sierra Segundera y Cabrera (SSC) donde existe una gran ocupación de las partes altas por las nutrias, pero sin embargo en estas zonas las elevaciones son mucho más modestas. De esta manera las nutrias ocupan los complejos lacustres próximas a las cumbres, quedando mucho más lejos en otros macizos como PC y FC.

Figura 3.1 Rangos altitudinales en los que se localizaron nutrias en las cuatro áreas de muestreo y las correspondientes demarcaciones hidrográficas (DU: Duero, MS: Miño-Sil, EB: Ebro).

En lo que se refiere a la agrupación de los datos por Demarcaciones Hidrográficas la mayoría de los datos donde existe un amplio rango de humedales ocupados por encima de 1.500 msm y hasta la cota 2.100 msm (Figura 3.1_B) pertenecen en la Cuenca del Duero (DU); mientras que en las demarcaciones Miño-Sil (MS) y del Ebro en Pirineos (EB) la escasez de muestra no permite extraer conclusiones.

Por lo que se refiere a la tipología de medio acuático de altitud ocupado o rechazado por las nutrias se ha realizado un análisis de los medios agrupados en las 6 clases que se muestran en la Tabla 3.1 y en la Figura 3.2.

Para el caso de los medios acuáticos naturales se encontraron mayor cantidad de ellos sin nutrias que

ocupados, así como para las lagunas represadas; mientras que se encontraron tanto embalses ocupados como vacíos. Estos datos parecen dirigidos en un sentido por la influencia de la escasa ocupación y gran cantidad de medios muestreados en Pirineos, y en el otro por la buena ocupación de los embalses de Sierra Segundera.

TIPOLOGÍA	CON NUTRIA	RANGO ALTITUDINAL		SIN NUTRIA	RANGO ALTITUDINAL	
	n	min	max	n	min	max
Embalse de montaña (n=26)	13	370	1.645	13	710	2.369
Laguna (n=48)	15	1.025	2.105	33	1.860	2.480
Laguna represada (n=14)	4	1.580	1.935	10	1.400	2.370
Laguna somera (n=9)	3	1.620	1.875	6	1.080	2.040
Lagunilla somera o turbera (n=11)	2	1.720	1.935	9	1.320	2.180
Tramo fluvial o arroyo (n=4)	1	690	690	3	1.020	1.950

Tabla 3.1 Cantidad de humedales con y sin nutria agrupados según la tipología de ecosistema y el rango altitudinal de presencia.

Como se puede apreciar en la Figura 3.2 las lagunas y otros medios acuáticos que no presentaron indicios de nutrias mostraron mediadas altitudinales mayores para todas las tipologías de ecosistema acuático; mostrando en ambos casos mayores valores (medianos y máximos) para el grupo de lagunas naturales que para el resto. Las lagunas represadas se encontraron en el mayor rango altitudinal, aunque con preferencia por encima de la cota 2.000 msm, y en cuanto a la ocupación por nutrias sí parece ser relevante esta modificación de la naturaleza del humedal, ya que únicamente 4 de 14 (el 28,6%) albergaban la presencia del mustélido.

Los tramos fluviales de alta montaña así como las lagunas y lagunillas someras presentaron el menor rango de variación y malos datos de presencia del mustélido en el rango 1.300 - 2.100 msm.

Figura 3.2 Rangos altitudinales (ALT_m) de cada tipología de ecosistema acuático de altitud estudiado agrupados según la presencia o ausencia de *Lutra lutra*.

3.2 COMPARATIVA DE UTILIZACIÓN DE LOS HUMEDALES DE ALTITUD EN LOS CUATRO SISTEMAS MONTAÑOSOS

Se realizó un análisis comparativo de la tasa de utilización de los humedales en zonas elevadas en las cuatro zonas de estudio. Dada la disparidad de datos recolectados a lo largo de los cuatro sistemas montañosos y de la diferente intensidad con que cada uno de ellos fue muestreado, y de la asincronía temporal de los periodos de trabajo, se compensó este esfuerzo con el éxito comparado (EC) obtenido. Así en los puntos donde se muestreó una sola vez (es el caso de PC, FC y algunos medios de SG) es este el dato que se incluye como frecuencia relativa para el cálculo, mientras que en los humedales muestreados de forma repetida es también la frecuencia relativa calculada teniendo en cuenta toda las visitas (como es el caso de la mayoría de los medios de SG y todos los de SSC) es la utilizada en el cálculo de EC.

3.2.1 ANÁLISIS COMPARADO DE OCUPACIÓN EN LOS CUATRO SISTEMAS MONTAÑOSOS

Para el caso de los medios de Pirineos Centrales (PC) muestreados únicamente en 1998 (Figura 3.3) se encontraron valores de EC muy bajos, siempre inferiores al 10% y en el caso del nivel altitudinal de mayor elevación los resultados fueron del 0%. Para el caso de Gredos (SG) y de Fuentes Carrionas (FC) en donde se hizo un esfuerzo intenso pero dispar en el tiempo, ya que se muestrearon 1 ó 2 veces los medios acuáticos y en periodos de tiempo muy alejados, los resultados de presencia fueron muy elevados; con gran cantidad de medios ocupados por encima de la cota 1.500 msm en SG durante los veranos de 1995 y 1996, así como buenos promedios de éxito del sondeo en los tramos de cota inferior a 1.500 msm en FC y malas para los tramos más altos.

En general no se encontró la presencia del mustélido por encima de la cota 2.000 msm en la Sierra de Gredos, por encima de 1.800 en Sanabria (Sierras Segundera y Cabrera) y en Fuentes Carrionas; ni por encima de 1.600 en Pirineos.

Figura 3.3. Resultados de éxito comparado en el sondeo de nutria en humedales de altitud (n) agrupados por tramos altitudinales para las cuatro zonas de estudio. Se indica el año(s) de los trabajos de campo.

En el caso de las Sierras Segundera y Cabrera (Sanabria, SSC) el mayor esfuerzo de sondeo sostenido en el tiempo nos muestra valores más fiables en cuanto a la ocupación de zonas altas. Ya que la presencia del mustélido lutrino se pudo certificar hasta en un 33% de los medios (n) de altitud superior a 1.500 msm; incluyendo en este caso visitas en todas las épocas del año. Lo cual da mayor estabilidad y robustez a los datos y a las posibles conclusiones a extraer en esta zona.

3.2.2 ANÁLISIS COMPARADO DE LA PRESENCIA EN GREDOS Y SANABRIA CON INTENSIDAD DE MUESTREO MANTENIDA EN PERIODOS PLURIANUALES

Precisamente el estudio mantenido en el tiempo de los medios de SG y SSC nos puede ofrecer mayor fiabilidad del análisis al aumentar el tamaño de la muestra y abarcar toda la variabilidad intranual, y se presenta en la Figura 3.4. Se puede apreciar como en el caso de tener en cuenta la cantidad de muestreos (m) en cada punto de trabajo los resultados de EC se mantienen muy elevados (superiores a la mitad de las veces) tanto en SSC como en SG para las zonas de montaña.

En el caso de Gredos en el 88% de las 25 visitas de primavera-verano a las zonas elevadas de cota superior a 1.900 msm se detectó la presencia de nutrias; valores muy similares a lo encontrado en el valle principal y la base de las gargantas (92%). Mientras que en Sanabria los valores del valle fueron superiores a lo encontrado en las zonas altas, pero en este caso para una mayor cantidad de muestreos a lo largo de todo el año. En concreto se localizó indicios de presencia de nutrias en más de la mitad de los muestreos (50 y 52%, respectivamente) realizados en los intervalos altitudinales correspondientes a los cañones fluviales dan acceso (1.000-1.500) a los complejos lacustres de la penillanura glaciar de Sierra Segundera y los valles colgados de la Sierra Cabrera (rango 1.500 - 2.000 msm).

Por lo tanto los datos parecen indicar que las nutrias utilizan habitualmente al menos la mitad del año, o una buena parte de los meses cuando existen condiciones aptas para ascender, en las partes altas de estas zonas montañosas.

Figura 3.4. Resultados de éxito comparado en el sondeo de nutria por tramos altitudinales para las cuatro zonas de estudio muestreadas de forma repetida (m).

4. FACTORES QUE INDUCEN A LAS NUTRIAS A UTILIZAR LAGUNAS Y EMBALSES DE ALTITUD. ¿CÓMO ENCUENTRAN LAS NUTRIAS LAS LAGUNAS?.

MORALES J., RUIZ-OLMO J., LIZANA M., GUTIÉRREZ J. 1998b.

Diferencias en la ocupación por la Nutria euroasiática (*Lutra lutra*) de lagunas y embalses de altitud en el centro y norte de la Península Ibérica.

Galemys 10: 253-264.

[Ver Anexo A5]

4.1 VARIABLES FISIOGRAFICAS EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DE HUMEDALES DE ALTITUD POR LAS NUTRIAS

Tanto la conexión de los humedales de zonas altas como la dificultad de acceso hasta los mismo deberían ser a priori variables importantes en relación con la presencia estacional de nutrias en estas zonas. Las nutrias ocupan con preferencia zonas basales de los valles en las que encuentran satisfacción para todos sus necesidades ecológicas de alimentación y refugio, por tanto la orografía y la disposición de los medios acuáticos potenciales en una red fluvial conectada a la parte de la cuenca ocupada por la población residente de nutrias son importantes para comprender estos movimientos migratorios estacionales hacia las partes altas.

En lo que respecta a las variables del territorio a las que se pueda asignar una cierta correlación con la posible presencia primaveral de las nutrias cabe destacar la pendiente del cauce y el desnivel total entre la base del valle ocupado y la situación del complejo lagunar al que deben acceder. Estos dos factores se analizan pormenorizadamente en el siguiente apartado.

Para estudiar la relación de la topografía local sobre la llegada de las nutrias a los humedales de altitud se han utilizado 16 descriptores limnológicos o variables agrupadas bajo el epígrafe de "fisiográficos", tal y como se describe en el Anexo A3.16.

4.1.1 ANÁLISIS DE LA MORFOMETRÍA Y TAMAÑO DEL HUMEDAL DE ALTITUD COMO FACTOR SELECTIVO PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS.

En concreto se utilizó para definir la morfometría de los ecosistemas la longitud del perímetro (PER, en m) del humedal a nivel máximo (en el caso de medios con banda árida), la superficie del mismo (AREA, en m²) y el descriptor denominado *desarrollo del humedal* (DES) según describe Wetzel (1981):

DES: se trata de un parámetro morfológico adimensional que relaciona el perímetro del humedal con el hipotético perímetro de una circunferencia del mismo área.

$$DES = PER / (2 * \sqrt{3,1416 * AREA})$$

Para valores de $DES \approx 1$ el humedal tiene una silueta redondeada, aunque el caso más habitual es que sea $1 < DES < 2$, lo que se refleja en formas subcirculares y elípticas. Las morfometrías más alargadas con valores superiores a 2 indican por lo general masas acuáticas que han inundado valles fluviales profundos; como suele ser el caso de los embalses y también algunos valles glaciares colgados.

Más allá de la forma geométrica de la silueta, el parámetro DES tiene un interés considerable, y es habitualmente utilizado en estudio de caracterización limnológica de los complejos glaciares, porque refleja la potencialidad de un mayor desarrollo de las comunidades litorales respecto al volumen total del humedal; lo que representa mayor complejidad en las redes tróficas y los hábitats disponibles para peces y anfibios; y finalmente por lo tanto potencial trófico para las nutrias.

▷ DISTRIBUCIÓN

En lo que respecta a los parámetros básicos de morfometría de los ecosistemas acuáticos de altitud la mayoría de los lugares, con o sin presencia de nutria (Tabla 4.1), presentaron perímetros inferiores a 1.000 m de orilla, y desde superficies inferiores a 1 Ha hasta unas 5 Ha.

PERIMETRO PER (km)	Id	CON NUTRIA (n)	SIN NUTRIA (n)	SUMA
< 1	1	16	35	51
1 - 5	2	12	26	38
> 5	3	1	1	2

SUPERFICIE AREA (Ha)	Id	n	n	
< 1	1	9	35	44
1 - 5	2	11	26	37
5 - 25	3	7	1	8
> 25	4	2	0	2

Tabla 4.1 Valores de los intervalos de datos (y su identificador codificado Id) para las dos variables morfométricas consideradas y valores de humedales con presencia o ausencia de nutrias.

Los valores mayores de ambos parámetros se presentaron para el grupo de embalses estudiados (Figura 4.1), con valores muy amplios en función de la topografía local del valle inundado. Los medios más someros en buena lógica presentaron los menores valores de estos parámetros.

Figura 4.1 Rangos de valores y mediana muestral para ambas variables morfométricas (perímetro y superficie) en relación con la tipología de ecosistema acuático.

Como ya se ha descrito antes además se ha calculo el parámetro denominado desarrollo (DES) para cada humedal como descriptor de las posibilidades de mayor complejidad de ecosistema, y por lo tanto de mayor potencial trófico para las comunidades de vertebrados que son las presas principales (peces y anfibios) que dirigen de alguna manera la ocupación por parte de las nutrias. En el gráfico de la Figura 4.1 y en la Tabla 4.2 se muestra la descriptiva básica de estos cálculos.

La mayoría de los medios estudiados (70,3%) presentaron valores de desarrollo en el intervalo de valores menores de 1,43 (Id:1, Tabla 4.2), tanto para el caso de que estén como que no estén ocupados por las nutrias.

En general, los valores más habituales fueron menores de 2 y únicamente 4 humedales (el 4,4%) presentaron valores $DES > 2,26$; es decir que mayoritariamente se corresponden con medios de origen glaciar y por lo tanto de formas subcirculares y elípticas.

Y esto afecta tanto a los medios totalmente naturales como a las lagunas represadas, en las que su perímetro actual describe la forma de un valle también de excavación glaciar.

DESARROLLO DES	Id	CON NUTRIA (n)	SIN NUTRIA (n)	SUMA
< 1,43	1	15	49	64
1,43 - 1,85	2	7	11	18
1,85 - 2,26	3	4	1	5
2,26 - 2,67	4	1	1	2
2,67 - 3,09	5	1	0	1
3,09 - 3,50	6	0	0	0
3,50 - 3,91	7	0	0	0
3,91 - 4,32	8	1	0	1

Tabla 4.2 Valores de los intervalos de datos (y su identificador codificado Id) para el parámetro desarrollo (DES) y cantidad de humedales con presencia o ausencia de nutrias.

Únicamente los embalses más grandes, con siluetas en planta muy complejas en función de los valles tributarios que inundaron, presentaron valores superiores del parámetro DES. Así los valores encontrados en embalses de Sierra Segundera (SSC, ver datos en Anexos A2.1 - 4) presentan una gran dispersión (Figura 4.2), al contrario de lo hallado para las lagunas y las zonas de muestreo donde no se incluyen embalses de entidad como FC y SG.

En estos casos el desarrollo siempre presenta valores muy próximos a 1, lo que indica siluetas casi circulares y orillas con pocas ensenadas y complejidades litorales que favorecen el asentamiento de comunidades litorales.

Figura 4.2 Rangos de valores y mediana muestral para el desarrollo morfométrico de los ecosistemas acuáticos en función de su tipología o localización geográfica, y la presencia o ausencia de nutrias.

4.1.2 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE Y EL DESNIVEL DEL CAUCE COMO FACTOR SELECTIVO PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A UN HUMEDAL DE ALTITUD

La pendiente del cauce por donde transitar y el desnivel total que deben las nutrias superar desde el valle de residencia habitual son los dos factores más limitantes para parecen "a priori" determinar al posible o no ocupación de un complejo lagunar de altitud por el mustélido. Al tratarse de una especie muy ligada a los cauces, tanto para los desplazamientos como para la alimentación, y una estrecha banda de superficie en las riberas las dificultades físicas que la vía de agua les ofrece son limitaciones que los ejemplares deben superar o bien tener en cuenta a la hora de seleccionar su ascenso hacia esas zonas o no.

A través del análisis de estos dos parámetros sobre modelos digitales de elevaciones del terreno (MDE), en un sistema de información geográfica GIS construido para cada caso, se han obtenido con precisión (equidistancia de líneas de cota: 10 m) mapas de pendientes y perfiles de los cauces principales que dan acceso a los complejos lagunares elevados, o que conectan en su caso, con los valles principales ocupados por la especie.

Así, se han cuantificado (Tabla 4.3) como descriptores de esta dificultad de acceso parámetros como el desnivel total hasta cada ecosistema (DESN_{tot}, en m), la longitud total del trayecto desde el valle (DIST_{rio}, en m), la distancia a recorrer por encima de la cota 1.500 msn (DIST_{lag}, en m) y la pendiente promedio (PEND_{lag}, en %) obtenida en cada perfil del cauce desde esa cota hasta el humedal o complejo lacustre. Más detalles en Anexos A2.1 - 4.

DESNIVEL A LAGUNA					PENDIENTE CAUCE				
DESN _{tot} (m)	Id	n	n		PEND _{lag} (°)	Id	n	n	
< 500	1	1	2	3	< 8	1	5	8	13
500 - 700	2	11	11	22	8 - 13,4	2	14	18	32
700 - 910	3	8	14	22	13,4 - 19	3	26	2	28
910 - 1.115	4	7	2	9	19 - 24,5	4	10	1	11
1.115 - 1.325	5	15	0	15	24,5 - 30	5	1	0	1
1.325 - 1.530	6	11	0	11	30 - 35,4	6	2	0	2
1.530 - 1.740	7	5	0	5	35,4 - 41	7	2	0	2
> 1.740	8	4	0	4	> 41	8	1	0	1
DISTANCIA A LAGUNA					DISTANCIA AL VALLE				
DIST _{lag} (km)	Id	n	n		DIST _{rio} (km)	Id	n	n	
< 2	1	4	7	11	< 2,7	1	2	1	3
2 - 3,8	2	15	9	24	2,7 - 5,5	2	10	3	13
3,8 - 5,7	3	25	7	32	5,5 - 8,2	3	9	4	13
5,7 - 7,6	4	5	6	11	8,2 - 10,9	4	18	10	28
7,6 - 9,5	5	7	0	7	10,9 - 13,6	5	12	8	20
9,5 - 11,5	6	2	0	2	13,6 - 16,4	6	7	1	8
11,5 - 13,3	7	1	0	1	16,4 - 19,1	7	3	1	4
> 13,3	8	2	0	2	> 19,1	8	0	1	1

Tabla 4.3 Valores de los intervalos de datos (y su identificador codificado Id) para cuatro variables, y la cantidad de humedales con presencia o ausencia de nutrias en cada caso.

Las diferencias en los distintos gradientes de las cuatro variables para los distintos tipos de medios acuáticos se presentan en las gráficas de la Figura 4.3. En general, excepto para DISTrio, se aprecian diferencias en cuanto al resultado de los valores medianos para el caso de ocupación por parte de las nutrias con respecto al resto de medios.

Así los grupos de humedales con medianas menores de 10° para la pendiente del cauce de acceso (PENDlag), con desniveles totales (DESNtot) menores de 800 m y distancias desde la cota 1.500 msm (DISTlag) menores de 4 km parecen ser ocupadas con preferencia por parte de *Lutra lutra*.

Figura 4.3 Rangos de valores y mediana muestral para las cuatro variables morfométricas de los ecosistemas acuáticos clasificados en función de su tipología y la presencia o ausencia de nutrias.

En los siguientes apartados se realiza un análisis detallado de los gradientes altitudinales y de la pendiente de los valles por donde las nutrias deben moverse para poder acceder a los humedales de altitud en cada una de las cuatro zonas de estudio, y en cada uno de los sectores.

4.1.2.1 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN GREDOS (SG).

En la Sierra de Gredos se trabajó sobre un conjunto de 15 humedales de altitud en los que se pudo comprobar la presencia de nutrias en 11 ecosistemas. De los cuatro medios acuáticos en los que no se pudo comprobar la ocupación por parte del mustélido en los veranos de 1995 y 1996 dos de ellos son pequeños lagunatos de escaso calado y otras dos son zonas húmedas de mayor entidad. La relación de la tipología de humedales y la presencia o no de nutrias a través del gradiente altitudinal se presenta en la Figura 4.4.

Los medios ocupados por las nutrias se ubicaban dentro de una amplio rango de altitudes, con una mediana para las lagunas naturales ($n= 10$) superior a 2.000 msm; por el contrario para las lagunas intervenidas ($n= 2$), mediante el represamiento para uso del agua distinto de la producción eléctrica, lo habitual es que se presenten por debajo de esa cota. Tanto unas como otras dieron mayoritariamente resultados positivos de presencia de nutrias en esas fechas.

Figura 4.4 Distribución de los tipos de ecosistemas muestreados en relación con la presencia o ausencia de nutrias en el rango altitudinal de la Sierra de Gredos (SG).

En el Macizo Central de la Sierra de Gredos fue algo mayor altitud de las lagunas ($ALT_m: 1.968 \pm 110$ msm) frente a los medios estudiados en el Occidental ($ALT_m: 1.928 \pm 100$ msm), con resultados positivos muy similares; destacando en el primero el conjunto de datos de presencia en el complejo lacustre de Cinco Lagunas. En el primero además las lagunas presentaron un tamaño significativamente menor pero con unas mismas configuraciones de morfología; en ambos casos el desarrollo resultó ligeramente superior a 1, es decir predominaron las lagunas de tipo "circular" o ligeramente "ovoide", con valores de desarrollo DES: $1,22 \pm 0,22$ y $1,15 \pm 0,12$, respectivamente.

En lo que respecta a la variabilidad en los desniveles y las distancias a los lugares de la red hidrográfica ocupados por los núcleos estables en los valles principales se encontraron diferencias entre ambos macizos. Con valores de mayor pendiente, desniveles totales y distancia al valle en el caso del Occidental, frente a menores en el Central; que a su vez presentó mayores distancias promedio desde el punto de cota 1.500 (DISTlag) hasta las lagunas que en el otro.

En la Tabla 4.4 y en los Anexos A2.1 - 4 se presenta la información detallada de estos aspectos.

	n	ALT_m	PER_m	AREA_Ha	DES	DESNtot	PENDlag	DISTlag	DISTrio
CENTRAL 11									
M		1.968	488	2	1,22	750	11	5.324	11.092
CV		5,59%	97,2%	149,2%	18,3%	14,6%	25,9%	24,9%	12,9%
OCCIDENTAL 4									
M		1.928	745	4	1,15	903	18	4.640	17.916
CV		5,21%	53,2%	78,4%	10,1%	11,1%	57,0%	31,4%	13,0%

Tabla 4.4 Valores promedio (M, media de la distribución de datos) de las variables fisiográficas y variabilidad de las mismas medida a través del coeficiente de variación de Pearson (CV).

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL MACIZO CENTRAL

En el Macizo Central se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes humedales: el conjunto lacustre de Cinco Lagunas (SG06-SG10), en la laguna de Majalaescoba (SG01), la Laguna Grande de Gredos y su entorno (SG11) y los lagunatos de la llanura de Prado Pozas en el río de las Pozas (SG04, SG21) (Figura 4.5).

Figura 4.5 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Macizo Central de Gredos, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

A partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno en las gargantas se calcularon tanto los perfiles del recorrido del cauce desde la cota 1.500 msn al humedal, como la pendiente promedio de los tramos

▷ DISTRIBUCIÓN

como media aritmética de las pendientes instantáneas de cada tramo de cauce entre dos nodos de la línea (intervalos) en la capa vectorial de líneas (shapefile). Así en el caso del Macizo Central se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.7 y en la Tabla 4.5.

Macizo Central	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
PRADOPOZAS	1	8,9	302	5,4	desembocadura en Ggta. Gredos
CERVUNAL	1	19,2	160	2,0	desembocadura en Ggta. Pinar
LAGUNA GRANDE	2	9,2	419	6,1	desde cota 1500
MAJALAESCOBA	2	10,2	302	4,5	desde cota 1550
CINCO LAGUNAS	5	12,3	411	6,8	desde cota 1500

Tabla 4.5 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.6 el perfil de la Garganta de Laguna Grande y el modelo de pendientes creado a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce. El resto de perfiles se de este grupo de lagunas presentan en el Anexo A3.3.

Figura 4.6 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para la garganta de Gredos (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE).

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL MACIZO OCCIDENTAL

En el Macizo Occidental se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes humedales: el conjunto lacustre del Barco (SG12, SG15), en la laguna la Nava (SG13) y en la de los Caballeros (SG14) (Figura 4.7). Representan por lo tanto un conjunto de cuatro humedales con tres vías de acceso independiente desde el valle principal.

Figura 4.7 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Macizo Occidental de Gredos, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

A partir del modelo MDE de elevaciones del terreno en las gargantas se calcularon como en el caso anterior los perfiles del recorrido del cauce desde la cota 1.500 msn al humedal y la pendiente promedio de los tramos. En el Macizo Occidental se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.3 y en la Tabla 4.6. En este macizo los complejos glaciares se encuentran situados a mayor distancia del valle principal del Tormes a través de largas gargantas de pendiente continua, sin grandes saltos de agua ni tampoco encajonamientos de paredes casi verticales.

Macizo Occidental	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
BARCO	1	7,6	278	4,2	desde cota 1500
CUADRADA	1	31,1	90	1,1	desembocadura en Lag. Barco
CABALLEROS	1	13,1	436	6,3	desde cota 1500
NAVA	1	18,9	210	2,9	desde cota 1500

Tabla 4.6 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msn, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

▷ DISTRIBUCIÓN

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.67 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta la Laguna Cuadrada desde el embalse del Barco, y el modelo de pendientes para todo el conjunto de cursos de agua del Macizo Occidental creado a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce.

Los accesos en las gargantas por lo tanto presentaron pendientes relativamente suaves y constantes menores de 10° , con excepción de los accesos hasta la laguna Cuadrada en la que existen tramos de más verticalidad e inaccesibilidad por la matriz rocosa del cauce con valores de entre 19° y 42° de desnivel.

Figura 4.8. Se muestra el mapa de pendientes en el macizo occidental de Gredos (A) y el perfil del cauce calculado para la garganta del Barco (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE)

4.1.2.2 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN SIERRA SEGUNDERA Y CABRERA (SSC).

En las Sierras Cabrera y Segundera se trabajó sobre un conjunto de 21 humedales de altitud en los que se pudo comprobar la presencia constante de nutrias en 16 ecosistemas. La relación de la tipología de estos humedales (de naturaleza natural, seminatural intervenida y artificial) y la presencia o no de nutrias a través del gradiente altitudinal se presenta en la Figura 4.9.

Los medios ocupados por las nutrias se ubicaban dentro de un amplio rango de altitudes, con una mediana para las lagunas naturales en su conjunto ($n=13$) superior a 1.700 msn; por el contrario para las lagunas intervenidas ($n=3$), mediante el represamiento para uso del agua distinto de la producción eléctrica, lo habitual es que se presenten por debajo de esa cota y que sean perfectamente ocupadas por las nutrias. Los humedales asimilables a los embalses de montaña ($n=6$) presentaron la menor altitud (en torno 1.600 msn) y una elevada tasa de presencia del mustélido (en 6, el 83%). Tanto unos como otros dieron mayoritariamente resultados positivos de presencia de nutrias en el periodo de 1995-2000.

Figura 4.9 Distribución de los tipos de ecosistemas muestreados en relación con la presencia o ausencia de nutrias en el rango altitudinal de las Sierras Segundera y Cabrera (SSC).

En los dos conjuntos lacustres de montaña del NO de Zamora se encontraron medios acuáticos de distintos tamaños, entidades, naturalezas y estados de conservación. En el caso de la Sierra Cabrera, donde dominan las lagunas naturales y/o represadas, se caracterizó por ser ecosistemas pequeños, en general someros y con grandes distancias a recorrer desde el valle ocupado de forma estable; por lo tanto con valores elevados de desnivel y pendiente. En el caso de la Sierra Segundera, donde se localizan los embalses los datos fisiográficos, son en consecuencia más elevados para los parámetros relacionados con las dimensiones y con valores menores de distancia a los núcleos de nutria estables del fondo del valle principal; el río Tera. E incluso algunos de ellos se encuentran localizados en el curso principal del tramo alto.

En la Segundera los valores de desarrollo de la silueta del humedal son mucho más elevados en función de la forma intrincada que tienen las orillas de los embalses; son embargo esta relación $DES > 2$ en general no repercute en una mayor disponibilidad de nichos y hábitats en estas masas de agua debido a

▷ DISTRIBUCIÓN

la presencia de una amplia banda árida. Respuesta a las oscilaciones de nivel que presenta la lámina de agua debido a que el nivel está completamente condicionado por la producción eléctrica y tiene numerosas e intensas variaciones en breves periodos de tiempo.

	n	ALT_m	PER_m	AREA_Ha	DES	DESNtot	PENDlag	DISTlag	DISTrio
S. CABRERA 7									
M		1.795	36.093	716	1,22	770	9	3.862	9.730
CV		6,5%	129,5%	74,7%	15,0%	19,2%	27,5%	68,2%	33,8%
S. SEGUNDERA 11									
M		1.628	197.215	2.669	2,09	602	10	2.114	8.049
CV		5,7%	182,2%	102,3%	34,9%	11,4%	58,0%	71,0%	44,61

Tabla 4.7 Valores promedio de las variables fisiográficas y variabilidad de las mismas medida a través del coeficiente de variación de Pearson (CV).

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN SIERRA CABRERA

En la zona estudiada de la Sierra Cabrera se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes humedales: el conjunto lacustre de Cubillas (C01) y de la laguna de Peces (C03, C04 y C11), y por otro lado el de Truchillas (C10, C13) (Figura 4.10). Representan por lo tanto un conjunto de cuatro humedales con dos vías de acceso totalmente independiente desde diferentes valles principales; en el primer caso desde el Tera y en el segundo desde el Eria.

A partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno en las gargantas se calcularon como en el caso anterior los perfiles del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta el humedal, y también la pendiente promedio de los tramos. En este caso se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A2.13 y en la Tabla 4.8.

En este macizo los complejos glaciares se encuentran situados a menor distancia del valle principal que en Gredos, a través de cortas y amplias gargantas de pendiente casi continua, sin grandes saltos de agua ni encañonamientos de paredes casi verticales.

Sierra Cabrera	Número de humedales	PENDlag		DISTlag (m)	Origen
		(°)	intervalos		
TRUCHILLAS	2	8,48	332	2.046	desde cota 1500
CUBILLAS	1	6,43	826	4.512	desde cota 1500
PECES	2	11,50	407	2.620	desde cota 1500
PATOS	3	5,89	1600	8.984	desde cota 1500
VENTOSA	2	9,80	613	4.980	desde cota 1500

Tabla 4.8 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

A modo de ejemplo se muestra en las Figuras 4.11 y 4.12 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta la Laguna de Truchillas y de Cubillas, respectivamente; así como el modelo de pendientes para todo el conjunto de cursos de agua de ambos núcleos montañosos, creados a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce.

Figura 4.10 Se muestra la localización de los humedales estudiados en la Sierra Cabrera, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones MDE creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

Los accesos en las gargantas por lo tanto presentaron pendientes relativamente suaves y constantes menores de 15° , con excepción de la parte central del Cañón del río Forcadura, en la que existen tramos de más verticalidad e inaccesibilidad por la matriz rocosa del cauce con valores de entre 41 y 60° de desnivel.

Por el contrario los accesos desde el río Lago (subcuenca Eria) hasta los humedales de Truchillas y Malicioso presentan pendientes menos constantes aunque menores, con niveles máximos de $32 - 36^\circ$ en las gargantas. Zonas que por otra parte presentan una fisiografía muy abierta y orientada al norte con orillas amplias en zonas de prados de montaña.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.11 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para laguna de Cubillas (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE)

Los perfiles de los sistemas hidrográficos muestran accesos totalmente diferentes, con un cierto escalonamiento constante y progresivo en el caso de la llegada hasta Truchillas (Figura 4.12_B) que responde a un valle fluvio-glaciar ancho; y otro totalmente escalonado cuyo perfil “a saltos” revela una mayor dificultad de acceso por el interior del cauce y unos valles más cerrados y encañonados.

Figura 4.12 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para la laguna de Truchillas (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE)

PENDIENTE Y DESNIVEL DE LOS CAUCES EN SIERRA SEGUNDERA

En la zona estudiada de la Sierra Segundera se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río Truchas (laguna de Sotillo, S05), del río Segundera (laguna de la Pedriña, S17; lagunatos de Majadavieja, S04; lagunas de la Clara, S09; embalse de Puente Porto, S23; e. de Playa, S08) y del río Cárdenas (e. de Cárdenas, S02; e. de Garandones, S22) (Figura 4.13). Representan por lo tanto un conjunto amplio de humedales, de muy variables dimensiones, con dos vías de acceso totalmente independiente desde diferentes valles principales; en el primer caso desde el curso medio del Tera y en el segundo desde el Tera alto, aguas arriba del lago de Sanabria.

A partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno en las gargantas se calcularon los perfiles del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal, y también la pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea. Para caso se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.3 y en la Tabla 4.9.

En esta penillanura glacial los complejos lacustres se encuentran situados a mayor distancia del valle principal que en la Cabrera, a través de largas y estrechas gargantas de pendiente casi continua, con grandes saltos de agua y encañonamientos de paredes casi verticales. En algunos casos de forma consecutiva y con grandes pendientes provocadas por los escarpes agrestes debido a los depósitos morrénicos.

A diferencia de los complejos anteriores existe una topografía muy poco escarpada en la parte alta de la penillanura, de manera que una vez se haya completado el acceso hasta esa altitud (unos 1600 msm) la posibilidad e conectividad entre ellos es muy elevada a través de toda la red fluvial, y también a través de los valles ocupados por praderas turbosas y también por pequeñas turberas de ladera donde hay ecosistemas estaciones que son ocupados masivamente por los anfibios durante su estación de reproducción.

Sierra Segundera	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
SOTILLO	1	4,72	218	1.965	desde cota 1492
LACILLO	2	4,78	733	4.771	desde cota 1500
CÁRDENAS	1	15,74	578	3.711	desde cota 1020
PLAYA	4	10,15	306	839	desde cota 1500
PUENTE PORTO	2	5,69	437	3.280	desde cota 1500
GARANDONES	1	20,27	568	3.710	desde cota 1020
LA CLARA	2	6,08	378	3.875	desde cota 1500
PEDRIÑA	3	11,00	423	2.381	desde cota 1480
MAJADAVIEJA	2	16,99	272	1.435	desde cota 1480
PIATORTA	2	11,99	800	4.375	desde cota 1500

Tabla 4.9 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

Figura 4.13 Se muestra la localización de los humedales estudiados en Sierra Segundera, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) en el río de las Truchas hasta la laguna de Sotillo y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

Los accesos por las gargantas presentan pendientes relativamente suaves y constantes menores de 12° en el caso del río de las Truchas; mientras que los demás predominan grandes tramos de pendiente entre 20 y 42° , con localizaciones puntuales de más verticalidad donde se superan valores de 50 - 60° de desnivel.

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.14 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta la Laguna de Sotillo, así como el modelo de pendientes para todo el curso principal del río de las Truchas, creado a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce. En el gráfico del perfil del cauce se puede observar el mayor desnivel existente en estas montañas, la cascada de Sotillo, con localizaciones de pendiente superior a 70° .

Figura 4.15 Se muestra la localización de los humedales estudiados en Sierra Segundera, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msnm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

▷ DISTRIBUCIÓN

En este caso a modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.16 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta las Lagunas de la Clara, así como el modelo de pendientes para el curso principal del Cárdenas y el Segundera, creado a partir del MDE y su correspondiente buffer. En el segundo caso la base del cauce es la vía de acceso para gran cantidad de humedales accesibles desde la cota 1.500 msn.

Figura 4.16 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para los humedales de La Clara (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE)

Por último y para el caso de los humedales localizados en la cabecera de los ríos Tera y Bibey se realizó un estudio por separado de estos ejes fluviales hasta los siguientes puntos de muestreo: embalses del eje principal (Vega de Tera, T02; Vega del Conde, T01), el circo de Lacillo (S13); y también las lagunillas de la Piatorta (S12) (Figura 4.17). Por lo tanto representan dos posibles accesos por valles muy independientes (más difícil el segundo) que incluso pertenecen a cuencas hidrográficas diferentes.

A modo de ejemplo en el caso de los humedales de la parte más elevada de la Sierra Segundera se muestra en la Figura 4.18 el perfil altitudinal para el acceso hasta el complejo glaciar del circo de Lacillo (Figura 4.18_B); así como el modelo de pendientes para el curso principal del alto Tera y el alto Bibey, creados ambos a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce.

En el primer caso la base de este cauce es la vía de acceso para gran cantidad de humedales accesibles desde la cota 1.500 msn, y también desde la base del cañón fluvial del Tera ubicado en la llanura del valle principal cerca del lago de Sanabria.

Como se puede comprobar a través de los perfiles mostrados (información completa en Anexos A3.11 - 12) los accesos hasta la penillanura son complicados en cuanto que el encañonamiento geomorfológico con fuertes saltos (pendientes $> 28^\circ$) que tienen los ríos Segundera y Cárdenas (mayor aún); sin embargo el acceso que se consigue hasta el complejo lacustre glaciar lleno de pequeños humedales y lagunas y embalses de gran tamaño y una cierta conectividad entre ellas a través los valles turbosos y la red hidrográfica de arroyos compensa en gran medida este esfuerzo de ascenso.

A

PENDIENTE

- 0 - 3
- 4 - 9
- 10 - 14
- 15 - 20
- 21 - 27
- 28 - 37
- 38 - 64

B

DESNIVEL ALTITUDINAL (m)

Recorrido del cauce desde el punto de cota 1.210 (m)

Laguna Lacillo

Embalse Vega Tera

Figura 4.18. Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para Iso húmedales de la cabecera del Tera (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE)

4.1.2.3 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN LAS SUBCUENCAS PIRENAICAS

En las cabeceras de los ríos pirenaicos se trabajó sobre un conjunto de 46 humedales de altitud en los que se pudo comprobar la presencia de nutrias en uno. La relación de la tipología de humedales con la presencia o no de nutrias a través del gradiente altitudinal se presenta en la Figura 4.19.

Los medios no ocupados por las nutrias se ubicaban dentro de un muy amplio rango de altitudes, con una mediana para las lagunas naturales o ibones en su conjunto ($n= 29$) superior a 2.200 msm. Las lagunas intervenidas ($n= 11$), mediante el represamiento para uso de la producción eléctrica, lo habitual es que se presenten cotas más elevadas aun y en su totalidad se encontraron ausentes de nutrias. Los humedales asimilables a embalses de alta montaña ($n= 19$) presentaron también altitud mediana en torno a 2.050 msm y una ausencia total del mustélido.

La única referencia de altitud con muestreo positivo resultó un embalse construido en el cauce principal del valle. La menor altitud la presentaron los tramos fluviales ($n= 3$) en los que no se pudo constatar la presencia de nutrias en ninguno.

Figura 4.19 Distribución de los tipos de ecosistemas muestreados en relación con la presencia o ausencia de nutrias en el rango altitudinal de las subcuencas alpinas de Pirineos centrales (PC).

La principal diferencia de este grupo de ecosistemas sobre el resto de puntos en la Cuenca del Duero es la gran altitud promedio en todas las zonas, tanto de los humedales naturales como de los embalses y las lagunas represadas. En todas las subcuencas muestreadas éstos presentaron altitud promedio superior a 2.100 msm y distancias muy elevadas desde las posibles zonas ocupadas en los valles principales por poblaciones estables de nutrias. En los cuatro grupos (Tabla 4.10) el desnivel total desde el valle principal fue superior a 1.100 m, lo que supone el doble o más de los humedales de Sanabria o Gredos, por ejemplo.

El promedio de tamaño del humedal entre 2 y 12 Ha y la poca oscilación del desarrollo entre los cuatro grupos de complejos lagunares alpinos nos indica una cierta abundancia de morfotipos de humedales de silueta semicircular, tanto para los ibones glaciares naturales como para los artificiales, en función de la morfología de excavación glaciar para todos los valles colgados donde se han construido.

La mayor pendiente promedio (Tabla 4.28) se encontró en las lagunas del alto Segre (datos completos en Anexo A3.2.8), así como la mayor distancia (< 15 km) desde el grupo de humedales hasta el río principal ocupado por poblaciones estables de nutria. Cabe resaltar que en los cuatro sectores de cabeceras fluviales la distancia desde el punto de cota 1500 msm hasta ellos resultó muy similar (unos 5-6 km), resultando por lo tanto un parámetro presuntamente poco discriminador entre localidades.

	n	ALT_m	PER_m	AREA_Ha	DES	DESNtot	PENDlag	DISTlag	DISTrio
CINCA-ÉSERA	10								
M		2.134	974	7	1,21	1.354	18	6.026	7.124
CV		9,0%	58,1%	114,2%	9,6%	20,7%	37,4%	47,3%	37,2%
NOGUERA RIBAGORZANA	5								
M		2.199	1.432	3	1,42	1.369	17	5.319	9.226
CV		15,2%	78,1%	99,3%	23,6%	24,4%	26,8%	46,8%	42,1%
NOGUERA PALLARSA	26								
M		2.143	1.560	12	1,40	1.171	16	5.439	9.487
CV		7,2%	73,7%	114,9%	19,3%	13,7%	34,3%	59,2%	32,4%
ALTO SEGRE	5								
M		2.264	596	2	1,18	1.789	28	5.116	15.220
CV		3,6%	44,6%	85,1%	5,0%	4,5%	57,4%	55,3%	0,6%

Tabla 4.10 Valores descriptivos de las variables fisiográficas y variabilidad de las mismas medida a través del coeficiente de variación de Pearson (CV).

En los siguientes apartados se hace un análisis pormenorizado de cada uno de estos cuatro sectores del área subalpina de los Pirineos centrales.

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO CINCA

En la zona estudiada de las Sierras de Marqués y Sardaneda (cabeceras de los ríos Cinca y Cinqueta) se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río Cinca (embalse de Urdiceto, P33, ibón de Urdiceto, P33; Ibón de Cao, P66; embalse de Pineta, P02) y del río Cinqueta (laguna de Basa de la Mora, P34; embalse de Plandescún, P01) (Figura 4.20).

Representan por lo tanto un conjunto amplio de humedales, de muy variables dimensiones y gran dispersión altitudinal, con dos vías de acceso totalmente independientes desde diferentes valles principales; en el primer caso desde el alto Cinca y en el segundo desde el Cinqueta. Toda la red hidrográfica estudiada al norte y aguas arriba del complejo de embalses El Grado-Sobrarbe del Cinca medio.

A partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno en las gargantas se calcularon los perfiles del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal, y también la pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea. Para caso se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.3 y en la Tabla 4.11.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.20 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Alto Cinca, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

En general en esta vertiente estudiada las distancias hasta los humedales desde el punto en que el valle de acceso tiene cota aproximada de 1.500 msm son pequeñas, aunque con grandes desniveles que producen pendientes medias muy altas (Tabla 4.11).

CINCA	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
URDICETO	3	30,82	796	2.565	desde cota 1.515
IBÓN DEL CAU	1	16,95	1908	5.461	desde cota 1.507
VASA DE LA MORA	1	19,33	189	1.960	desde cota 1.532

Tabla 4.11 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde una cota próxima a 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.80 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta el ibón represado de Urdiceto, así como el modelo de pendientes para todo el conjunto de cauces principales, creado a partir del MDE en un buffer de 100 m. También suponen valles cerrados que nacen de un único humedal y apenas tienen comunicación posible por la red hidrográfica de altitud con los demás.

En el gráfico del mapa de pendientes de la red hidrográfica principal se puede observar la constancia de los mayores desniveles (18-34 °) en los barrancos, con localizaciones puntuales de tramos superiores a 42° y hasta 85° en las laderas más encajonadas.

Figura 4.21 Se muestra el mapa de pendientes de los valles principales del Alto Cinca (A) y el perfil del cauce calculado para el embalse de Urdiceto (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.20_B

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO ÉSERA

En la zona estudiada en la cabecera del río Ésera (sierras de Possets, Maladeta y Montes Malditos) se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río Cinca (embalse de Urdiceto, P33, ibón de Urdiceto, P33; Ibón de Cao, P66; embalse de Pineta, P02) y del río Cinqueta (laguna de Basa de la Mora, P34; embalse de Plandescún, P01) (Figura 4.22).

Figura 4.22 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Alto Ésera, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

▷ DISTRIBUCIÓN

En general en la zona de la cabecera del Ésera los humedales estudiados en altitud están formando parte de complejos interconectados por la red fluvial; aunque también en general por tramos formados por barrancos de gran pendiente y dificultad de acceso. En muchos casos el valor promedio de la pendiente supera los 14º en recorridos de más de 8 km (Tabla 4.12), lo que es un buen indicador de la inaccesibilidad de estos medios acuáticos.

Los tres sistemas hidrográficos estudiados nacen en un entorno común (Paso Nuevo) en torno a los 1.500 m de altitud, y en todos los casos no se pudo constatar la presencia de nutrias. En el eje principal del río Ésera aguas debajo de esta zona tampoco se localizó al mustélido en tramos de menor altitud.

ÉSERA	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
FORAU DE AIGUALLUT	2	6,15	254	9.891	desde cota 1.520
VALLIBIERNNA	2	12,60	379	9.270	desde cota 1.528
LLOSÁS	1	14,72	390	8.838	desde cota 1.528
CORONAS	2	16,29	332	8.284	desde cota 1.528
BATISIELLES	3	18,95	228	4.186	desde cota 1.521
LAIGÜETA BATISIELLES	3	23,8	271	4.776	desde cota 1.521

Tabla 4.12 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde una cota próxima a 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.23 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta el ibón de Coronas (río Vallibierna), así como el modelo de pendientes para todo el conjunto de cauces principales, creado a partir del MDE en un buffer de 100 m.

Figura 4.23 Se muestra el mapa de pendientes en el Alto Ésera (A) y el perfil del cauce calculado para el Ibón de Coronas (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.22_B

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO NOGUERA RIBAGORZANA

En la zona estudiada de las Sierras Feneruit y Llats (cabecera del río Noguera Tort) se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río N. Tort (embalse de Cavallers, P52) y del Sant Nicolau (embalse de Llebreja, P50) (Figura 4.24). Representan por lo tanto NR1 un pequeño conjunto de humedales de fondo de valle que comparten la vía de acceso desde el valle principal del Noguera Ribagorzana.

A partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno se calcularon los perfiles del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal, y también la pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea. Para este grupo de puntos de muestreo se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.3 y en la Tabla 4.13.

Figura 4.24 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Alto Ribagorzana, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msnm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.25 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta el embalse de Llebreja (río Llebreja), así como el modelo de pendientes para todo el conjunto de cauces principales, creado a partir del MDE en un buffer de 100 m.

Además en la cabecera del Noguera Ribagorzana se analizó la presencia de humedales con posibilidad de albergar nutrias en el macizo de los Montes Malditos (sector NR2), en concreto en las Sierras de Maladeta, Llauset y Sarronera (ríos Llauset, Ribereta e Ixalenques). En ellos se incluyeron el siguiente conjunto de humedales: valle del río Llauset (embalse de Llauset, P51; ibón de Botornés, P36), río Ribereta (ibón de Mulleres Pletá, P54) y barranco de Ixalenques (ibón de Angliós, P35) (Figura 4.26).

▷ DISTRIBUCIÓN

NOGUERA RIBAGORZANA		Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
NR1	LLEBRETA		9,12	163	1.238	desde cota 1.506
	CAVALLERS		9,86	207	2.744	desde cota 1.500
NR2	LLAUSER		17,31	441	5.439	desde cota 1.500
	BOTORNÉS		20,55	499	5.379	desde cota 1.500
	ANGLIÓS		16,76	648	6.787	desde cota 1.500
	MULLERES DE PLETÀ		19,26	897	7.752	desde cota 1.500

Tabla 4.13 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

En este caso también a partir del modelo MDE de las elevaciones del terreno se calcularon los perfiles del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal, y también la pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea. Para este subconjunto de medios acuáticos se obtuvieron los perfiles y pendientes que se presentan en el Anexo A3.3 y en la Tabla 4.13.

Figura 4.25 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE).

En la Figura 4.27 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zona NR2 y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al ibón Botornés (río Llauset). Los medios acuáticos estudiados, tanto ibones naturales como embalses de producción eléctrica pertenecen por lo tanto a tres valles diferentes, en cuyas zonas media y alta no se detectó la presencia de nutrias.

Figura 4.26 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el sector NR2, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

Figura 4.27 Se muestra el mapa de pendientes de los cauces estudiados (A) y el perfil del cauce calculado para el ibón de Botornés (rio Llauset) (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.26_B.

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO NOGUERA PALLARESA – PALLARS JUSSÀ

Dentro del ámbito comarcal del Pallars-Jussà (Lleida) se incluyeron en el estudio 17 humedales de altitud en la subcuenca del Noguera Pallaresa, repartidos en los tres sectores (NP3-5) que se indican en la Tabla 4.14. En ella además se indican los valores de pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal. Los perfiles y pendientes se presentan en el Anexo A3.3.

NOGUERA PALLARESA		Número de humedales	PENDlag (%)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
NP3	LA GOLÁ	3	25,5	643	3.082	desde cota 1.500
	AIROTO	5	18,2	631	3.823	desde cota 1.504
	ROSARI DE ARREU	2	14,7	529	2.865	desde cota 1.500
	MUNTARENYO	3				desde cota 1.500
	PUDÓ	2	11,3	931	6.154	desde cota 1.500
NP4	GERBER	3	6,15	255	9.891	desde cota 1.520
	NEGRE CABANES	5	22,1	856	4.796	desde cota 1.504
	AMITGES	5	6,8	1.345	14.425	desde cota 1.500
	E. RATERA	4	6,21	1.011	11.236	desde cota 1.500
	E. SANT MAURICI	7	12,8	830	5.144	desde cota 1.500
	VALL DE RATERA	5	8,1	1.344	13.420	desde cota 1.500
	TRESCURO	3	19,3	450	2.939	desde cota 1.500
	LLADRÉS	2	20,1	421	2.560	desde cota 1.500
NP5	MORERA	2	23,9	578	5.247	desde cota 1.500
	ESTAGENIN	6	9,97	377	3.499	desde cota 1.500
	TORT	2	17,9	856	5.341	desde cota 1.500
	NERIOLO	2	18,9	902	6.915	desde cota 1.500
	GENTO	4	19,1	655	4.673	desde cota 1.500

Tabla 4.14 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

En la zona estudiada del sector NP3 en la Serrat des Plans (cabecera del río Noguera Pallaresa) se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río Airotó (Ibón de Airotó, P59), del riu d'Arreu (Ibón Muntarenyo, P29; ibón de Pudó, P57; ibón Rosari d'Arreu, P58) y del Unarre (ibón de la Golá, P53) (Figura 4.28).

Representan por lo tanto NP3 un amplio conjunto de humedales de altitud pertenecientes a tres valles independientes conectados a través del fondo de valle principal del Noguera Pallaresa donde comparten la vía de acceso, en la zona del embalse de Borén (P12).

La distancia de los medios acuáticos hasta el valle principal no representó grandes distancias (inferior a 6,5 km), aunque las pendientes del cauce en gran cantidad de tramos presentaron valores superiores a 25 ° de desnivel. En general las condiciones que pueden atraer a las nutrias al ascenso es reforzado en este caso por estar compuestos por complejos glaciares con gran cantidad de humedales.

Figura 4.28 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Pallars-Jussà, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msnm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

En la Figura 4.29 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zona NP3 y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al ibón Airoto (riu d' Airoto). Los medios acuáticos estudiados, tanto ibones naturales como embalses de producción eléctrica, pertenecen por lo tanto a tres cauces permanentes de ecología alpina, en cuyas zonas media y alta tampoco se detectó la presencia de nutrias.

Figura 4.29 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para el alto Noguera Pallaresa (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.28_B.

En el sector NP4, correspondiente en gran medida con el ámbito geográfico del Parque Nacional de Aigües Tortes, (cabecera de los ríos Escrita y Bonaigua) se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del río Bonaigua (ibón de Gerber, P56; E. Nègre Cabanes, P55), del río Escrita (embalse de Amitges, P 39; E. de Ratera, P 38; ibón de Vall de Ratera, P40 y E. de Sant Maurici, P41) y los ibones Trescuro y Lladrés (P43 y P42, respectivamente) en su principal afluente, el riu de Peguera (Figura 4.30).

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.30 Se muestra la localización de los humedales estudiados en la cabecera de la Noguera Pallaresa, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

En la Figura 4.31 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zona NP4 y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al complejo de embalses y lagunas represadas hasta Amitges (río Escrita o Espot). Los medios acuáticos estudiados, tanto ibones naturales como embalses de producción eléctrica, pertenecen por lo tanto a dos grandes cauces permanentes de ecología alpina, en cuyas zonas media y alta tampoco se detectó la presencia de nutrias.

Todo el complejo estudiado está dispuesto aguas arriba del embalse del valle principal denominado la Guingueta d'Arreu o la Torrasa.

Figura 4.31 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para el embalse de Amitges (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.30_B.

Por último en esta zona del Pallars Jussà se incluyó un complejo de medios acuáticos de zonas muy elevadas en el cabecera del río Flamisell, denominado sector NP5. Se trata de una zona de gran complejidad hidrológica y nivel de intervención para uso hidroeléctrico de las masas acuáticas, situado aguas arriba de una valle bajo donde la presencia de nutrias resultó habitual durante el periodo de estudio; tanto en el cauce como en el estany de Montcortés.

Figura 4.32 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el río Flamisell, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

Figura 4.33 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce calculado para los cauces del alto Flamisell (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.32_B.

▷ DISTRIBUCIÓN

En el sector NP5 se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en los siguientes subconjuntos de humedales: valle del alto Flamisell (E. Neriolo, P17; E. de Tort, P16; E. de Fosser, P18; E. Gento, P15; y embalse de Estagenin, P14) y en el estany Morera (P19) en su principal afluente, el riu de Riquierna (Figura 4.32).

En la Figura 4.92 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zona NP5 y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al complejo de embalses y lagunas represadas hasta Neriolo (río Flamisell). Los medios acuáticos estudiados, tanto ibones naturales como embalses de producción eléctrica, pertenecen a un gran cauce permanente de ecología alpina, en cuyas zonas media y alta tampoco se detectó la presencia de nutrias.

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO NOGUERA PALLARESA –PALLARS SOBIRÁ

Dentro del ámbito comarcal del Pallars-Sobirà (Lleida) se incluyeron en el estudio 7 humedales de altitud (y algunos tramos fluviales en torno a 1.500 msm) pertenecientes a la subcuenca del Noguera Pallaresa, repartidos en los dos sectores (NP1 y NP2) que se indican en la Tabla 4.15. En ella además se indican los valores de pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal. Los perfiles y pendientes se presentan en el Anexo A3.2.9.

En el sector NP2 se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de los cauces, a través del MDE, en el subconjunto de humedales de la Serra Mitjana: valle del alto Tavescán (ibón y turbera de Mariola, P30 y P31 respectivamente; estany del Port, P28; y estany de Muntarenny, P29).

	NOGUERA PALLARESA	Número de humedales	PENDlag (%)	intervalos	DISTlag	Origen
NP1	CERTASCÁN	1	18,5	870	3.112	desde cota 1.500
	ROMEDO D'ALT		11,25	924	3.918	desde cota 1.500
	ROMEDO BAIX		12,37	798	2.675	desde cota 1.500
	A. de GUILÓ		13,1	923	4.792	desde cota 1.500
NP2	PORT	2	18,2	746	3.472	desde cota 1.500
	MONTARENYO	1	18,2	851	4.688	desde cota 1.500
	MARIOLA	2	16,2	953	3.473	desde cota 1.500

Tabla 4.15 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msm, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

Asimismo en el sector NP1 (valle del alto Lladorre) se estudió parte del complejo lacustre de la Serra de Llurri; en concreto se incluyeron el embalse de Certascán (P26), el Aiguamoll de Guiló (P25), el ibón Romedo d'Alt (P24) y el embalse Romedo Baix (P23) (Figura 4.34).

Figura 4.34 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el Pallars-Sobirà, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

En la Figura 4.35 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zonas NP1 y NP2, y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al complejo de lacustre del ibón de Mariola (río Tavescán).

Los medios acuáticos estudiados, tanto ibones naturales como embalses de producción eléctrica, pertenecen a un gran cauce permanente de ecología alpina, en cuyas zonas media y alta tampoco se detectó la presencia de nutrias.

Figura 4.35 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce (B) calculado a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) para el acceso al ibón de Mariola.

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO SEGRE

Dentro del ámbito del alto Segre se incluyeron en el estudio 5 humedales de altitud pertenecientes a las subcuenca del río Durán y del río Aranser, repartidos en los dos sectores (SE1 y SE2) que se indican en la Tabla 4.16. En ella además se indican los valores de pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal. Los perfiles y pendientes se presentan en el Anexo A3.3.

En esta zona se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel de dos únicos cauces de la vertiente norte del Alto Segre, a través del MDE, en dos subconjuntos de humedales. Uno situado en el valle del río Aransa (Serra d' Airosa): ibones de la Pera inferior (P48) y superior (P49); y otro en la Serrat de Perdius Blanques (valle del río Durán): ibones Malniu (P46), Malniu superior (P47) y estany Sec (P45) (Figuras 4.36 y 4.38, respectivamente).

Figura 4.36 Se muestra la localización de los humedales estudiados en la cuenca alta del río Durán, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msn (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

	ALTO SEGRE	Número de humedales	PENDlag (%)	intervalos	DISTlag	Origen
SE1	LA PERA inf.	2	10,8	849	8.285	desde cota 1.504
SE2	MALNIU inf.	2	36,9	462	3.461	desde cota 1.500
	SEC	3	43,9	325	2.290	desde cota 1.500

Tabla 4.16 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msn, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

En la Figura 4.37 se presenta el mapa de pendientes de los cauces incluidos en esta zona SE2, y a modo de ejemplo de la pendiente de estos cauces se muestra el acceso al complejo de lacustre del ibón de Malniu (Rec des Foguerades). En la Figura 4.39 se presenta el mapa de pendientes de los cauces de la zona SE1, y a modo de ejemplo la pendiente de acceso al complejo lacustre de La Pera (Ríu del Molí).

Figura 4.37 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce para el ibón de Malniu (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.36_B.

Los medios acuáticos estudiados en estos dos valles del Alto Segre, todos ibones naturales, se incluyen entre los de ecología alpina, y en sus valles de acceso en las zonas media y alta tampoco se detectó la presencia de nutrias.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.38 Se muestra la localización de los humedales estudiados en la cuenca alta del río Aransa, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

Figura 4.39 Se muestra el mapa de pendientes (A) y el perfil del cauce para La Pera (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.38_B.

4.1.2.4 ANÁLISIS DE LA PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN FUENTES CARRIONAS

En la cabecera del río Carrión se trabajó sobre un conjunto de 14 humedales de altitud en los que se pudo comprobar la presencia de nutrias únicamente en uno. La relación de la tipología de humedales con la presencia o no de nutrias a través del gradiente altitudinal se presenta en la Figura 4.40.

Los medios acuáticos no ocupados por las nutrias se ubicaban dentro de un muy amplio rango de altitudes, con una mediana para las lagunas naturales profundas en su conjunto ($n=5$) superior a 2.050 msm y de casi 2.200 para las lagunillas someras ($n=9$). La única referencia de altitud con muestreo positivo resultó ser el Pozo del Curavacas, una laguna natural con fácil acceso al cauce principal del valle del Carrión. La menor altitud la presentaron los tramos fluviales ($n=4$) en los que se pudo constatar la presencia de nutrias durante toda la primavera-verano para cotas de hasta 1.500 msm.

Figura 4.40 Distribución de los tipos de ecosistemas muestreados en relación con la presencia o ausencia de nutrias en el rango altitudinal de Fuentes Carrionas (FC).

En los dos valles muestreados las lagunas presentaron altitud promedio superior a 2.000 msm y distancias poco elevadas (inferiores a 6 km) desde las posibles zonas ocupadas en el valle principal por poblaciones estables de nutrias. En los cuatro conjuntos lacustres estudiados (Tabla 4.17) el desnivel total promedio desde el valle principal fue en torno a 500 m con una pendiente promediada del 14%.

Sin embargo la principal diferencia de este grupo de ecosistemas sobre el resto de puntos de muestreo de la Cuenca del Duero es su gran nivel de aislamiento, a partir de una serie de grandes embalses de gran antigüedad, en la cabecera de la cuenca hidrográfica.

	n	ALT_m	PERIMETRO_m	AREA_Ha	DES	DESNtot	PENDlag	DISTlag	DISTrio
FUENTES CARRIONAS 9									
M		2.046	345	1,08	1,13	534	14	4.423	5.997
CV		8,1%	67,8%	110,8%	5,1%	25,8%	18,9%	31,6%	73,6%

Tabla 4.17 Valores promedio de las variables fisiográficas y variabilidad de las mismas medida a través del coeficiente de variación de Pearson (CV) para los 9 humedales de altitud estudiados.

▷ DISTRIBUCIÓN

El promedio de tamaño del humedal en torno a 1 Ha y la poca oscilación del desarrollo de los complejos lagunares del valor 1 nos indica abundancia de morfotipos de humedales de silueta semicircular que responden perfectamente a la morfología de excavación glaciaria para todos los valles colgados.

La mayor pendiente promedio (Tabla 4.18) se encontró en el valle del río de las Lomas (Anexo A3.3), así como la mayor distancia (unos 6,5 km) desde el circo glaciar de las Fuentes Carrionas hasta el río principal ocupado por poblaciones estables de nutria. Cabe resaltar que en los cuatro sectores de cabeceras fluviales la distancia desde el punto de cota 1.500 msm hasta ellos resultó muy diferente (unos 5 km para Fuentes Carrionas, unos 11,5 km para las Lomas y menos de 1,5 km para Pozo de Curavacas); resultando por lo tanto un parámetro presuntamente discriminador entre localidades con respecto a la presencia del mustélido.

En el siguiente apartado se hace un análisis pormenorizado de cada uno de estos conjuntos de humedales.

PENDIENTE Y DESNIVEL DEL CAUCE EN EL ALTO CARRIÓN Y LAS LOMAS

Dentro del ámbito del alto Carrión se incluyeron en el estudio 3 conjuntos de humedales (Tabla 4.36) de altitud pertenecientes a los macizos de Curavacas y la Sierra de las Orpiñas, en los que se detectó la presencia de nutrias únicamente en el de menor cota, el Pozo de Curavacas.

En dicha tabla además se indican los valores de pendiente promedio de cada uno de los tramos y el número de intervalos en los que se midió la pendiente instantánea del recorrido del cauce desde una cota próxima a 1.500 m hasta cada humedal. Los perfiles de los cauces y pendientes del valle, medidas a partir del MDE, se presentan en el Anexo A3.3. y en la Figura 4.41. En el ámbito del río de las Lomas se analizó un único grupo de humedales de altitud en la cabecera del valle, en el que se obtuvieron resultados negativos.

Figura 4.41 Se muestra la localización de los humedales estudiados en el macizo de Fuentes Carrionas, los resultados de prospección de *Lutra lutra* (presencia: círculo verde, ausencia: rojo), los cauces de acceso a los mismos a partir de la cota 1.500 msm (línea azul gruesa) y el modelo digital de elevaciones creado mediante las líneas hipsométricas de equidistancia 10 m.

En esta área de estudio se hizo un análisis detallado de la pendiente y desnivel del único cauce de esta vertiente de la Sierra de Orpiñas para la laguna de las Lomas (FC05). En la vertiente del río Carrión se hizo el análisis para los complejos lacustres de Fuentes Carrionas (laguna y turbera, FC01), del Pozo del Viés (FC13 y FC16) y del Pozo de Curavacas (FC09) (Figura 4.41).

Fuentes Carrionas	Número de humedales	PENDlag (°)	intervalos	DISTlag (m)	Origen
POZO DEL CURAVACAS	3	9,8	350	2.715	desde cota 1.500
POZOS DEL VIÉS	2	15,1	542	4.881	desde cota 1.500
FUENTES CARRIONAS	2	13,8	1.158	6.522	desde cota 1.500
LAS LOMAS	2	16,3	601	3.836	desde cota 1.500

Tabla 4.18 Valores promedio de las pendientes de los cauces analizados (PENDlag) y la longitud total de los tramos a recorrer desde la cota 1.500 msn, o el punto de desembocadura, hasta los humedales (DISTlag).

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 4.42 el perfil altitudinal para el acceso por el cauce hasta la Laguna de Fuentes Carrionas desde el valle principal, y el modelo de pendientes para todo el conjunto de cursos de agua del Macizo, creado a partir del MDE en un buffer de 100 m a cada lado del cauce.

Los accesos en las gargantas presentaron pendientes relativamente fuertes y constantes superiores a 15°, con excepción de los accesos a algunos escarpes próximos a la lagunas con saltos de agua en los que el cauce presentó más verticalidad e inaccesibilidad por la matriz rocosa del cauce con valores de entre 25 y 48° de desnivel.

Valores superiores resultaron muy poco frecuentes, y únicamente se pueden considerar en el entorno de fallas rocosas o saltos de agua; en general bastante franqueables lateralmente por las nutrias.

Figura 4.42 Se muestra el mapa de pendientes para los cauces estudiados en el macizo de Fuentes Carrionas (A) y el perfil del cauce calculado para la laguna de Fuentes Carrionas (B) calculados a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) del gráfico 4.41_B.

4.2 OTRAS VARIABLES EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DE HUMEDALES DE ALTITUD POR LAS NUTRIAS

Además de las variables fisiográficas, que pueden aportar una cierta explicación a la presencia o ausencia de las nutrias en altitud por la simple accesibilidad de las vías de acceso hasta los humedales con potencialidad se comprobó el poder explicativo de otro conjunto de parámetros y variables que forman parte de la naturaleza de los humedales y que condicionan de alguna manera su funcionalidad ecológica y por lo tanto afectan a la potencialidad trófica para las nutrias.

Se analizan también en los siguientes apartados la relación entre variables de tipo biótico, básicamente las poblaciones de anfibios, su principal recurso trófico en las partes altas; y otras relacionadas con uso del territorio (alteración y usos de las lagunas) para dar explicación a la presencia o no de nutrias en zonas de altitud a lo largo de las cuatro áreas de trabajo.

4.2.1 ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES DE ANFIBIOS COMO FACTOR SELECTIVO PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A UN HUMEDAL DE ALTITUD

La presencia de buenas poblaciones de anfibios en los humedales de alta montaña, siempre que su estado conservación cumpla unas condiciones mínimas, supone un recurso potencial para las nutrias que dado que estos ecosistemas son sistemas oligotróficos necesitan diversificar su dieta para cumplir sus necesidades metabólicas mínimas.

La simple riqueza de especies que habitan en la laguna puede ser un indicador preliminar de potencialidad de uso para los mustélidos, aunque según todos los datos previos conocidos son los anuros el principal ingrediente de su dieta; y entre ellos destaca la presencia de ranas verdes y pardas de gran tamaño (como *Pelophylax perezi* o *Rana temporaria*), así como sapos del género *Bufo*, mayormente los sapos comunes *Bufo spinosus*. Éstos últimos son de mayor tamaño y además su ecología reproductiva los hace mucho más accesibles para las nutrias (ver Apartado 7.1.1) que los sapos corredores (*Bufo calamita*) que utilizan masas acuáticas de pequeño tamaño no frecuentadas por ellas y además no presentan concentraciones de ejemplares tan masivas localmente.

Además de analizar en cada humedal de altitud la riqueza batracológica se realizó un recuento de ejemplares en las orillas en los momentos de la prospección en búsqueda de indicios de presencia de nutrias. Dada la heterogeneidad del muestreo en algunas de las lagunas y embalses en las que se realizó una única visita el dato de presencia de anfibios de cierto tamaño (ranas y sapos) es únicamente el tomado en ese transectos. Mientras que en los lugares en los que se hicieron conteos repetidos el dato utilizado es el promedio de todos los muestreos; por lo general realizados en la época de primavera y por el día. Finalmente en la laguna de Peces, dados los objetivos particulares que allí tenía el estudio, se hicieron además transectos nocturnos de recuento de anfibios (censos del Apartado 8.3), mayormente en este caso para trabajar sobre los sapos comunes.

Con los datos de presencia de anfibios en las orillas y riqueza de especies de cada humedal (censos y

datos bibliográficos) se realizó el análisis de distribución de frecuencias que se presenta en las gráficas de las Figuras 4.43 y 4.44. La riqueza osciló entre 3 y 8 anfibios en cada humedal, siendo las medianas de la distribución en torno a 4 ó 5 especies para los humedales sin nutrias, y de 3 ó 5 para aquellos con presencia del mustélido; sin detectarse diferencias en cuanto a la tipología de humedal.

Figura 4.43 Cantidad de especies de anfibios (ANF) y de ejemplares vivos recontados (promedio) en los transectos de las orillas (ANFV) según la tipología de humedal.

Por lo que se refiere a la cantidad de anfibios contabilizados durante los transectos (Figura 4.43_B) no se detectan diferencias entre los dos subconjuntos de ecosistemas, y tampoco entre diferentes tipologías, excepto para el caso de las lagunas represadas con poblaciones de nutrias que absorbe los datos cuantitativos de los recuentos en laguna de Peces y en Sotillo, mucho mayores que en el resto por la diferente intensidad de la metodología empleada. En la Figura 4.44 se muestra esta variabilidad en función de las cuatro áreas de estudio. Lagunas naturales y represadas se muestran como los mejores ecosistemas para albergar buenas y diversas poblaciones de anfibios en los que se fundamente la presencia de las nutrias a esas altitudes en los sistemas montañosos de la Cuenca del Duero.

Figura 4.44 Reparto de los datos de riqueza de especies de anfibios (A) y de ejemplares vivos recontados (promedio) en los transectos de las orillas (B) según la tipología de humedal y la zona de estudio.

▷ DISTRIBUCIÓN

A lo largo de los 91 ecosistemas de altitud no se encontraron diferencias en los recuentos de sapos comunes vivos encontrados en las orillas durante los muestreos de primavera (Figura 4.45). La mediana de la distribución entre los humedales con y sin nutrias resultaron muy similares; y solo los datos de Sierra Segundera mostraron una gran amplitud gracias a los censos específicos de ranas y sapos que se hizo en dos de los puntos de trabajo; lo que se ve claramente reflejado en la amplitud del rango intercuartílico (25%-75%) en las lagunas represadas.

En función de este mayor esfuerzo en ambas lagunas represadas la mediana de sapos en C03 es de 144, mientras el promedio es de 7,6 sapos/transecto, con un rango intercuartílico de Q_1 : 1 – Q_3 : 10.

Figura 4.45 Cantidad de sapos comunes (Bspi) vivos recontados (promedio) en los transectos repartidos según la tipología de humedal (B) y la zona de estudio (B).

Para el caso de las ranas verdes los gráficos de cajas con bigotes de la Figura 4.46 muestran una variabilidad muy similar, como la descrita en el caso anterior para las medianas y para los rangos intercuartílicos. En función de este mayor esfuerzo en ambas lagunas represadas la mediana de ranas verdes en S05 es de 221, mientras el promedio es de 6,1 ranas/transecto, con un rango intercuartílico de Q_1 : 0 – Q_3 : 2.

Figura 4.46 Cantidad de ranas verdes comunes (Pper) vivos recontados (promedio) en los transectos repartidos según la tipología de humedal (B) y la zona de estudio (B).

4.2.3 ANÁLISIS DE FACTORES LIGADOS A LA DISPONIBILIDAD DE HÁBITATS COMO FACTOR SELECTIVO PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A UN HUMEDAL DE ALTITUD

4.2.3.1 FACTORES LIGADOS A LA PRESENCIA DE HÁBITATS EN LAS ORILLAS DE LOS HUMEDALES

Del conjunto de variables incluidas en este grupo destacamos como las más relevantes tanto la presencia de orla de vegetación macrofítica como el porcentaje de orilla en el que el humedal no presenta vegetación acuática o semiacuática sumergida. Estas dos variables son muy relevantes “a priori” para poder explicar parte de la productividad del ecosistema a través de las cadenas tróficas hacia las presas vertebradas en que se fundamenta la dieta de las nutrias.

En cuanto a la presencia de una orla vegetal (Id_ORLA) en la periferia del humedal (Figura 4.47) la posibilidad más habitual, dada la ecología de alta montaña de la mayoría de ellos, resultó ser su ausencia o poca representación con un rango intercuartílico de Q_1 : 0 – Q_3 : 1. A lo largo de las áreas de estudio no se encontraron diferencias aparentes entre los grupos de lagunas con nutrias o no.

Figura 4.47 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia de una orla vegetal en las orillas. Variable cualitativa codificada de 0: “sin orla” a 3: “orla muy abundante”.

Por lo que se refiere a la variable de porcentaje sin vegetación en las orillas (Figura 4.48) los resultados fueron muy similares, sin contraste en cuanto al área de estudio y en cuanto a la tipología. Los valores medianos resultaron muy similares, siendo los recorridos intercuartílicos también similares, para los grupos de humedales que tenían presencia de nutrias y para los que no se detectó su presencia.

Sin duda esta presencia de vegetación, acuática sumergida y semiacuática, en las orillas debe resultar importante para la constitución de comunidades litorales que puedan mantener una cierta complejidad en las redes tróficas del humedal y hacerlos más productivos. Deben ser relevantes para las poblaciones de peces y también para las de anfibios, pero a su vez puede que su presencia/ausencia reflejen otras características propias del ecosistema.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.48 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia de cobertura vegetal en las orillas.

4.2.3.2 FACTORES LIGADOS A LA PRESENCIA DE ANFIBIOS EN REPRODUCCIÓN EN LAS ORILLAS

En relación con la presencia de anfibios adultos como presas en las orillas de los humedales, que seleccionan a su vez las orillas con adecuada morfología y cantidad de vegetación para su cortejo y freza, se estudió la posibilidad de que las señales y marcas fecales fueran dispuestas por las nutrias en relación esta. Así se estudió mediante recuentos de anfibios (sapo por la noche y ranas por la noche y el día) en varios humedales de Sanabria la presencia selectiva de los anfibios en determinados tramos del perímetro del ecosistema y la relación con la cantidad de indicios recientes que se puede encontrar en ellos.

En concreto se determinaron ambos factores en la laguna de Peces (C03) y en la laguna de Sotillo (S05), donde la presencia de las dos especies de anfibios de mayor talla de la fauna ibérica se concentran en abundancia durante la primavera y el verano (ver datos de censos y densidad en Apartado 8.3.3).

• C03 Laguna de los Peces.

Este humedal se eligió para este objetivo de conocer la relación entre la intensidad de marcaje con marcas fecales y depredaciones de las orillas ocupadas en la primavera por nutrias en zonas altas y las poblaciones de anfibios que por su tamaño o composición podrían constituir parte fundamental de la dieta. En la laguna de los Peces tanto el sapo común (*Bufo spinosus*) como la rana verde común (*Pelophylax perezi*), las dos especies ibéricas con mayor biomasa, son abundantes. En distintos capítulos del Apartado 8.3 se muestran los análisis de densidad de estas dos especies en esta laguna.

El perímetro de la laguna se dividió en 9 tramos de homogeneidad topográfica y fisiográfica (Figura 4.49) y se dispuso en sus orillas una malla de censado de anfibios mediante itinerarios (ver también el Apartado 8.3.4) de unidades de 10 m de lado sobre el retículo UTM. En total se utilizaron 214 cuadrantes a lo largo de un perímetro total de 1.635 m (Tabla 4.19).

La relación entre la intensidad con la que las nutrias marcan las orillas de esta laguna y la presencia de ranas en los transectos diurnos parece tener alguna relación, ya que las mejores zonas para los anfibios son las más intensamente marcadas, y viceversa.

LAGUNA DE PECES C03	L: Longitud del tramo (m)	M: Nº de cuadrículas de la malla 10x10 m	S: Censo de sapos comunes	R: Censo de ranas verdes	A: Censo de anfibios	I: Nº indicios de nutria marcas fecales/depredaciones
LP1	248	30	136	8	144	44
LP2	303	41	538	10	548	340
LP3	125	14	56	33	89	183
LP4	192	25	124	23	147	80
LP5	127	13	214	2	216	79
LP6	133	19	64	4	68	23
LP7	161	19	226	15	241	163
LP8	195	27	79	0	79	54
LP9	170	24	1	17	18	33

Tabla 4.19 Resultados de los recuentos de indicios de presencia de nutria y de los dos principales anfibios presa en la laguna de Peces.

La comparación de medianas de distribución mediante el test de los signos de Wilcoxon detecta diferencias significativas en cuanto a la relación que hay entre el número de marcas fecales que depositan las nutrias y la cantidad de anfibios censados en esos tramos (Tabla 4.19, ver Anexo A6.2).

Dado que los tramos en los que se dividió la laguna (Figura 4.49_A) tienen extensiones diferentes se procedió a estandarizar los datos en función de la longitud del tramo (L) y del número de cuadrículas en la malla 10x10 (M). Los valores obtenidos y los test χ^2 de independencia y comparación de las muestras se presentan en el Anexo A6.2. y en la Tabla 4.20

Figura 4.49 Relación cuantitativa entre los censos de sapos comunes y restos de sus predales (pellejos) abandonados en las orillas por las nutrias tras su ingestión parcial y la intensidad de marcaje de las nutrias

▷ DISTRIBUCIÓN

Los cartogramas de la Figura 4.50 muestra el reparto de resultados de los recuentos de indicios y censo de anfibios a lo largo del perímetro del ecosistema, con los valores normalizados para el tamaño de la muestra considerada en cada caso. En la Figura 4.50_A se aprecia cómo es la orilla oeste de la laguna la que concentra la mayor parte de las citas de sapos y la norte de ranas verdes; siendo en conjunto estas dos orillas (tramos LP1 a LP5) las que concentran la mayor actividad de marcaje por parte de las nutrias. En los tramos LP7 y LP9 existe una cierta intensidad de marcaje con señales fecales, aunque no se corresponden con zonas de querencia ni para las ranas ni para los sapos.

Los valores más bajos encontrados para estos tres elementos en todo el perímetro se encuentran en las zonas de la presa (LP6) y en la zona de umbría de la desembocadura de un arroyo (LP8).

Figura 4.50 Relación cuantitativa entre la intensidad de marcaje de los tramos con excrementos por parte de las nutrias y los censos de anfibios, sapos comunes (A) y ranas verdes comunes (B).

En este caso el test de los signos de Wilcoxon encontró diferencias para estos datos estandarizados entre el patrón de disposición de los indicios y los censos de anfibios (sapos, ranas, y ambos) en los nueve tramos dispuestos por todo el perímetro de la laguna (Tabla 4.20). Los resultados fueron significativos para sapos y ranas, y además lo fueron altamente significativos cuando se considera su suma.

Por lo tanto la disponibilidad global de toda la biomasa que aportan sapos y ranas parece ser un patrón importante en el comportamiento de marcaje de determinados tramos de las orillas de lagunas.

• **S05 Laguna de Sotillo.**

En el caso de esta laguna represada las poblaciones de anfibios que por su tamaño podrían constituir la base de la dieta de las nutrias está fundamentada en las ranas verde comunes (*Pelophylax perezi*), ya que los sapos comunes (*Bufo spinosus*) son mucho menos abundantes (ver Apartado 8.4). Además existen otras especies que son presas potenciales, pero de mucha menor importancia cuantitativa.

Laguna:	chi ² / T _{signos}	marcas fecales de nutria	indicios estandarizados L	indicios estandarizados M
C03	sapos	** / *	NS / NS	** / NS
	ranas	** / *	NS / NS	** / NS
	anfibios	** / *	NS / *	** / *
S05	ranas		* / NS	** / NS

Tabla 4.20 Resultados de los test de independencia y comparación de muestras en las dos lagunas indicadas.

Para ello se dividió la laguna en 6 tramos de homogeneidad topográfica y fisiográfica (Figura 4.51) y se dispuso en sus orillas una malla de unidades de 10 m de lado sobre el retículo UTM para el censo de anfibios mediante itinerarios. En total se utilizaron 267 unidades a lo largo de un perímetro total de 2.325 m (Tabla 4.21).

Las ranas verdes, cuya presencia es muy notoria en el verano, no se distribuyen por las orillas de forma uniforme o aleatoria, sino que tiene una cierta querencia por algunas ensenadas en las que las orillas presentan mejores condiciones de hábitat para ellas (Figura 4.51_B), y que en general son aquellas que poseen mayor cobertura vegetal y una potente orla de vegetación sumergida en las orillas.

LAGUNA DE SOTILLO S05	L: Longitud del tramo (m)	M: Nº de cuadrículas de la malla 10x10 m	R: Censo de ranas verdes	I: Nº indicios de nutria marcas fecales/depredaciones
LS1	0,628	72	135	126 / 5
LS2	0,281	33	29	45 / 0
LS3	0,297	35	120	4 / 1
LS4	0,289	32	99	42 / 3
LS5	0,394	43	215	24 / 1

Tabla 4.21 Resultados de los recuentos de indicios de presencia de nutria y de los dos principales anfibios presa en la laguna de Sotillo.

La relación aquí entre la intensidad con que las nutrias marcan las orillas de la laguna y la presencia de ranas en los transectos diurnos no parece tener una relación intensa, ya que las mejores zonas para las ranas no son las más intensamente marcadas, y viceversa. Dado que las zonas en las que se dividió la laguna tienen extensiones diferentes se procedió a estandarizar los datos en función de la longitud del tramo y del número de cuadrículas. Los valores obtenidos y los test de independencia y comparación de muestras se presentan en el Anexo A6.2. El test de los signos de Wilcoxon no encontró diferencias (Tabla 4.20) para estos datos estandarizados entre el patrón de disposición de los indicios y los censos de ranas en los seis tramos dispuestos por todo el perímetro de la laguna.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.51 Relación cuantitativa entre la intensidad de marcaje de los tramos con excrementos por parte de las nutrias y los censos de ranas verdes comunes.

4.2.3.3 FACTORES LIGADOS A LA SIMPLICIDAD DE LAS ORILLAS

Otro grupo de factores estudiados es el de la simplicidad de las orillas en las que se desarrolla la freza de los anfibios y las pautas de marcaje de las nutrias. Este segundo aspecto tiene una doble componenda a tener en cuenta, ya que además de ser relevante el hecho de la una cierta complejidad estructural de las orillas mejora la ecología de la zona litoral del ecosistema, no es meno relevante que la presencia de gran cantidad de rocas en las orillas o emergiendo en las zonas someras facilita la tarea de la detección de señales de actividad lutrina por parte del investigador.

Se considera en la simplicidad de orillas básicamente dos parámetros: Id_ORILLA, o proporción relativa de perímetro del humedal que tiene configuración apropiada para los anfibios y las zonas de querencia de las nutrias, y también Id_ROCAS en función de la cantidad de elementos receptores de información de actividad lutrina. En las Figuras 4.52 y 4.53 se muestra la descriptiva básica de los resultados.

Los humedales seleccionados en Gredos y Fuentes Carrionas por su naturalidad presentan valores de Id_ORILLAS mayores que el resto en el conjunto de datos, mientras que en la zona de Pirineos se encontraron los valores más bajos en promedio. Las mayores oscilaciones se dieron en SSC, incluyendo lagunas ocupadas habitualmente por las nutrias (Figura 4.52).

Para el caso de la cantidad de rocas disponibles (Id_ROCAS) para la función de marcaje se encontraron diferencias claras entre los humedales con nutrias y aquellos en los que no se detectó su presencia (Figura 4.53). Las diferencias también afectaron por completo a la intensidad de transformación de los humedales, ya que en aquellos más transformados (embalses) se encontró mayor diferencia con respecto a la ocupación que en otros menos intensamente modificados (lagunas represadas).

En el caso de las Sierras Segundera y Cabrera, donde se incluyeron gran cantidad de humedales modificados para la producción hidroeléctrica, los mejores resultados para la conservación de las orillas repercutieron especialmente en los mejores datos de la ocupación lutrina.

Figura 4.52 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia de orillas adecuadas. Variable cualitativa codificada de 0: “sin orillas” a 4: “orillas muy abundantes”.

La cantidad de rocas en las orillas, tomadas como puntos de deposición de indicios fecales de nutria, resultó con diferencias aparentes (Figura 4.53) en todas las áreas de estudio, salvo en el caso de humedales pequeño de carácter somero. Son lo tanto las lagunas y lagunillas las que menos optimización positiva para la ocupación potencial por las nutrias presentaron, incluso en el caso de Gredos (SG) (Figura 4.53_B) donde se incluyeron mayor cantidad de elementos de esta tipología.

Figura 4.53 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia de rocas en las orillas o el contorno del humedal. Variable cualitativa codificada de 0: “sin rocas” a 5: “rocas muy abundantes en el contorno”.

4.2.3.4 FACTORES LIGADOS A LA PRESENCIA DE REFUGIOS Y NIVEL DE COBERTURA EN LAS LADERAS

Se consideró en este apartado en el nivel de cobertura y refugios en las orillas básicamente dos parámetros: Id_REFG, o proporción relativa de perímetro del humedal que ofrece refugios apropiados

▷ DISTRIBUCIÓN

para los anfibios y las zonas de querencia de las nutrias (zona de ecotono agua-monte circundante); Id_COBV o nivel de refugio en las orillas (ver Anexo A3) y también BANDArída en función de la entidad que esta zona sin posibilidad de albergar hábitats tiene para las poblaciones de presas y también en cuanto a la variación de las orillas como fuente de información de actividad lutrina. En la Figura 4.54 se muestra la descriptiva básica de los resultados que resultaron relevantes sobre la banda árida.

La descriptiva de los datos para este parámetro mostró un nivel promedio bajo de banda árida (M: 3,9 m; Me: 0,5 m; Ds: 9,4 m; rango intercuartílico Q₁: 0 a Q₃: 3 m) ya que en la mayoría de los casos por la naturalidad de los ecosistemas montanos estudiados no se presentaba este elemento, más allá de una pequeña banda en el perímetro fruto de las oscilaciones del nivel del agua durante el verano. En el caso de humedales con explotación hidroeléctrica la mayor banda árida medida resultó de 55 m, desde el borde del agua hasta la cota máxima de la cubeta.

En este sentido las áreas de estudio en las que no se incluían este tipo de humedales fuertemente modificados, Gredos y Fuentes Carrionas, presentaron promedio muy bajos de banda árida frente al grupo de Sierra Segundera y Cabrera (SSC). En el caso de Pirineos sí se incluyeron numerosos humedales modificados para la producción eléctrica, pero se midieron en general menores bandas áridas.

Figura 4.54 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a tamaño de una banda árida alrededor de la lámina de agua.

4.2.4 ANÁLISIS DE LAS PRESIONES DEL USO DEL TERRITORIO COMO FACTOR SELECTIVO PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A UN HUMEDAL DE ALTITUD

Lutra lutra es una especie no especialmente considerada como afectada por la presencia permanente de elementos antropizantes de los ecosistemas, a pesar de sus hábitos noctámbulos y huidizos. Sin embargo parece tolerar una cierta presencia de actividades en las orillas de los ríos y humedales que utiliza; aunque existen datos discrepantes sobre este sentido (ver discusión en Mason y McDonald 1986, pág. 149).

Para valorar este aspecto se incluyeron dos grupos de variables de presiones por uso del territorio. Por un lado la presión directa sobre las orillas a través del uso turístico y las actividades turísticas

relacionadas con el agua, y por otro las alteración producidas sobre la hidrología por el represamiento en zonas de montaña para la producción hidroeléctrica y el abastecimiento de poblaciones.

4.2.4.1 FACTORES LIGADOS A LA PRESENCIA HUMANA EN EL TERRITORIO

La presencia humana intensa en el territorio fue valorada a través de la variable de intensidad de uso turístico de cada humedal (Id_TUR) y la utilización por el ganado (Id_GAN) de los valles de montaña donde se asientan los complejos lacustres estudiados.

En el primero de los casos no se encontró relación entre la presencia habitual de personas en actividades turísticas (mayormente senderismo) en las orillas de los humedales con la ocupación regular por parte de las nutrias de la masa acuática. Siendo las medianas de distribución de las lagunas represadas muy frecuentadas por la gente (por ejemplo en Sierra Segundera) las que presentaron mejores valores, aunque con un amplio rango intercuartílico (Q_1 : 1 a Q_3 : 7).

Figura 4.55 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia habitual de personas en las orillas o el entorno más próximo del humedal. Variable cualitativa codificada de 0: "sin presencia masiva de personas" a 9: "turismo muy masificado todo el año".

EL factor de presencia ganadera en los humedales (Figura 4.56) presentó unos resultados remarcables en el caso de Sierra Segundera y Gredos (SSC y SG) en función de su gran tradición en la ocupación de las partes altas por ganado local y también por trashumante, que se traduce tanto en la presencia esporádica de vacas o/y ovejas en las orillas como en la utilización de las vaguadas o las propias cubetas como majadas de retención de las reses. Así como una presencia mucho más extensiva, y menos presionante sobre la cubeta del ecosistema, de ganadería caballar.

Sin embargo en Pirineos la presencia intensa de ganado en los propios humedales resultó muy baja en todas las tipología, aunque dada la escasez de puntos con nutrias no resultó discriminante en el análisis de factores a tener en cuenta. En Fuentes Carrionas la perspectiva que se tuvo en el muestreo de 2014 es que la presencia ganadera en los humedales no es relevante.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 4.56 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a presencia de ganado en las orillas o el contorno del humedal. Variable cualitativa codificada de 0: “sin presencia de ganado” a 7: “ganado masificado todo el año”.

4.2.4.2 FACTORES LIGADOS A LA ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO

En este grupo de factores de presión antrópica se valoró la utilización económica del humedal para diferentes tipos de gestión, la creación de barreras absolutamente infranqueables para las nutrias (por represamientos con muros o inundación de valles muy cerrados y de paredes verticales) en los accesos directos e inmediatos desde valles principales ocupados por la especie y la distancia del conjunto lacustre hasta la primera gran barrera de aislamiento poblacional (grandes embalses) en el valle principal de la subcuenca.

En la Figura 4.57 se muestran los resultados más relevantes en cuanto a este último parámetro. Siendo los puntos de Fuetes Carrionas (FC) los que disponen de una región menor de aislamiento (en torno a unos 20 km aguas arriba del embalse de Compuerto) y los de Sierra de Gredos (SG) las mayores distancias, superiores a 60 km. En los casos intermedios de las otras dos áreas de muestreo se muestra un patrón de poblaciones aisladas (aunque con gran dispersión de datos) unos 25 km aguas arriba de la barrera y un conjunto de humedales sin nutria con mayores distancias.

Figura 4.57 Variación en las cuatro áreas de estudio (A) y las seis tipologías (B) de humedales en cuanto a la distancia (m) del humedal de la última barrera (presa de grandes dimensiones) de aislamiento poblacional de la especie.

4.3 ANÁLISIS MULTIPARAMÉTRICO DE LAS VARIABLES EN RELACIÓN CON LA UTILIZACIÓN DE HUMEDALES DE ALTITUD POR LAS NUTRIAS

4.3.1 ANÁLISIS DE LOS FACTORES MÁS SELECTIVOS PARA LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A UN HUMEDAL DE ALTITUD

Se utilizó la técnica de correlación múltiple GLM para detectar la relación lineal entre la presencia o ausencia de nutria (variable independiente en este caso) y otras predictoras tomadas del medio natural estudiado.

Se trata de un método agregativo que suma factores a la ecuación de regresión lineal para hacerse múltiple a partir de la correlación parcial entre las variables predictoras y cada uno de los subconjuntos de independientes considerados en cada análisis parcial de búsqueda secuencial (paso a paso o “*stepwise*”), con el objetivo de evitar la colinearidad entre ellas. De esta manera en el primer paso la altitud (ALT) es la primera variable regresiva ya que presentó el mayor coeficiente de correlación con la posible presencia de nutrias (LL) en los humedales. En el segundo paso se suma como variable independiente la disponibilidad de sustratos rocosos en las orillas (ROCAS) por ser la que más correlación parcial tiene con la altitud, y se realiza un nuevo análisis GRM en esos términos en este caso con una combinación binaria de independientes. Con sucesivas incorporaciones de variables (ternaria, cuaternaria, etc.) se consigue tener la regresión múltiple hasta que las incorporaciones dejan de ser significativas o únicamente se podrían incorporar variables con alta colinearidad, y por lo tanto no explican más cantidad de varianza. Detalles sobre este proceso y estadígrafos parciales se muestran en el Anexo A6.1.8.

Para cumplir las exigencias matemáticas inherentes del análisis de regresión (normalidad, homocedasticidad, independencia de los residuos y normalidad en los errores, Hair *et al.* 2007) se procedió a la transformación de los datos mediante la fórmula de Box-Tidwell ($x\ln(x)$) previa codificación en intervalos para estabilizar los rangos de variación de las variables numéricas métricas cuantitativas y las no métricas (ver más atrás Apartado 4.1). Para los 91 medios acuáticos y la preselección inicial de 34 predictores se realizó un filtrado de todas aquellos con baja capacidad explicativa para la presencia de nutrias debido a la poca variación encontrada para ellos en el conjunto de muestras (cuatro fueron quitados por esta causa: SUP_{hel}, PER_{hel}, USO y ELEC) y además en el caso de URO y ANU fueron retirados de causas de colinearidad con su variable integradora ANF.

Por lo tanto la regresión paso a paso se realizó sobre los 28 predictores que se presentan en la tabla del Anexo A6.1.8. En total durante el proceso se añadieron a la ecuación inicial de regresión de la altitud sobre la presencia/ausencia de nutrias otros 8 factores hasta que el proceso dejó de ser significativo en el poder explicativo de la varianza. Se incorporaron a la ecuación inicial de regresión lineal unifactorial ($LL = 1,186 - 0,079 ALT$) un total de 6 factores pertenecientes al grupo de los fisiográficos y los dos principales de tipo abiótico ligados a la riqueza específica de presas en la montaña como los más explicativos a la hora de conocer la probabilidad de ocupación de las nutrias del ecosistema. En la siguiente Tabla 4.22 se presentan los resultados principales del proceso.

▷ DISTRIBUCIÓN

	Factores de regresión	Expresión de la combinación lineal	p
PASO 1		Máxima correlación de LL con ALT ($r = -0,612$)	$< ,001^{**}$
PASO 2	Primer factor añadido	ALT + ROCAS ($r = 0,46$)	$< ,001^{**}$
PASO 3	Segundo factor añadido	ALT + ROCAS + DES ($r = 0,38$)	$< ,001^{**}$
PASO 4	Tercer factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF ($r = -0,36$)	$< ,001^{**}$
PASO 5	Cuarto factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF + DIST _{rio} ($r = 0,27$)	$< ,001^{**}$
PASO 6	Quinto factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF + DIST _{rio} + PEZ ($r = 0,31$)	$< ,001^{**}$
PASO 7	Sexto factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF + DIST _{rio} + PEZ + PEND _{lag} ($r = -0,30$)	$< ,001^{**}$
PASO 8	Séptimo factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF + DIST _{rio} + PEZ + PEND _{lag} + DESN _{tot} / DIST _{lag} ($r = -0,37$)	$p : 0,007^{*}$
PASO 9	Octavo factor añadido	ALT + ROCAS + DES + ANF + DIST _{rio} + PEZ + PEND _{lag} + DESN _{tot} / DIST _{lag} + MASAS ($r = 0,31$)	$> 0,01$ NS

Tabla 4.22 Resultados del proceso paso a paso de la regresión múltiple.

La ecuación de regresión múltiple obtenida en el proceso es:

$$LL = 1,186 - 0,079 \text{ ALT} + 0,118 \text{ ROCAS} + 0,34 \text{ DES} + 0,55 \text{ ANF} + 0,71 \text{ DIST}_{\text{rio}} + 0,86 \text{ PEZ} - 0,41 \text{ PEDN}_{\text{lag}} - 0,29 (\text{DESN}_{\text{tot}}/\text{DIST}_{\text{lag}}) + 0,47 \text{ MASAS}$$

Dado que la regresión paso a paso es una técnica confirmatoria en la que el investigador decide las variables que se van a incluir, y tiene completo control sobre el valor teórico de la regresión en términos de predicción y de explicación, es preciso un esfuerzo confirmatorio que valide la combinación lineal. Según Hair *et al.* (2007) es suficiente para validar el proceso el control del error estándar (R^2) durante el proceso, dado que si el R^2 ajustado se mantiene durante las inclusiones de variables siempre por debajo el modelo estimado no está sobreajustado en relación con la muestra y mantiene un adecuado ratio de observaciones respecto a variables en el valor teórico.

paso	R^2	R^2_{ajustado}	ratio	paso	R^2	R^2_{ajustado}	ratio
1	37,7	37,0	1,02	6	52,5	38,0	1,38
2	85,1	72,5	1,17	7	48,1	33,3	1,44
3	64,9	52,2	1,24	8	47,5	20,8	2,28
4	44,1	59,4	0,74	9	35,15	19,8	1,78
5	57	43,09	1,32				

Tabla 4.23 Resultados del proceso equilibrado entre R^2 y R^2_{ajustado} de la regresión múltiple.

A lo largo de los pasos de la regresión se ha mantenido la ratio $R^2 / R^2_{\text{ajustado}}$ por encima de 1 en casi todos ellos (salvo paso 4, Tabla 4.23), de manera que el modelo queda validado para ser aplicado a un modelo predictivo en el conjunto de la población ya que no es específico de la muestra analizada.

En la siguiente Tabla 4.24 se muestra un resumen de las principales conclusiones obtenidas a través del análisis de regresión múltiple y que nos ha permitido la simplificación de la batería de características y

parámetros elegidos para caracterizar la presencia de las nutrias en los ecosistemas de altitud. En concreto son nueve las variables predictoras (independientes) que acompañan a la altitud, como principal, y que podrían explicar los resultados obtenidos de similitud entre los ecosistemas en el trabajo de campo a través de un análisis multidimensional, clarificando las relaciones existentes entre ellas y con la variable dependiente. Este será el objetivo del Apartado 4.3.2.

	Dependiente	Predictoras			
		Variable principal	Variables agregadas	Variables no agregadas	Variables no utilizadas
FISIOGRAFÍA		ALT_m	DES DISTrio DESNtot DISTlag PENDlag MASAS	AREA_m PERIM_m AFLU EFLU DISTBarra VIA	% SUPHel %PERhel
CARACTERÍSTICAS HÁBITAT Y COBERTURA			ROCAS	ORLA % SINVEG VEG ORILLA BANDarida REFUG COBV	
CARACTERÍSTICAS DE IMPACTO				ACCE TUR GAN	USO ELEC
CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS	LL		ANF PEZ	ANFV PEZV	ANU URO

Tabla 4.24 Agrupaciones de variables discriminadas por el proceso de regresión múltiple.

Sin embargo muchas de las 35 variables tenidas en consideración en el proceso de elaboración de los datos no fueron incorporadas al proceso de regresión múltiple (Tabla 4.24). En concreto cuatro de ellas por carecer de suficiente variabilidad en el gradiente ambiental y por lo tanto de poder explicativo; y otras dos (ANU, URO) por tener alto grado de redundancia en la información con una tercera (ANF). Pero además otras 18 no pudieron ser incorporadas al modelo regresivo múltiple por presentar escasa correlación parcial con la variable dependiente o elevada colinearidad entre ellas.

Cabe destacar en este punto que no fueron incorporadas al modelo ninguna de las variables clasificadas en el grupo de características de impacto, y que la mayoría de las incluidas en características de hábitat y cobertura también fueron consideradas prescindibles. Por otro lado el grupo de variables que describen la topografía local de la zona donde se asientan los complejos lacustres y las dimensiones de las masas de agua tampoco fueron consideradas relevantes.

Por último hay que resaltar como resultado importante que el modelo clasifica como decisivos los valores de diversidad de presas (ANF + PEZ), aunque no considera las dos variables que indican de forma indirecta las dimensiones relativas de sus poblaciones, o al menos la abundancia de ejemplares en la primavera en las orillas. Por lo tanto ambas variables basadas en recuentos de ejemplares fueron eliminadas de la regresión múltiple.

4.3.2 ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LOS FACTORES QUE INDUCEN LA LLEGADA DE LAS NUTRIAS A LOS HUMEDALES DE ALTITUD

Los principales resultados observados en la primera fase del muestreo en sistemas montañosos de la cuenca del Duero y de Pirineos fueron incluidos en el trabajo Morales *et al.* 1998a. Aunque en aquel caso se incluyeron más sistemas montañosos que luego no han sido tratados en la Tesis.

Sin embargo, cabe resaltar que los análisis multivariantes para los medios acuáticos de altitud incluidos en ésta, es decir todos los de la primera etapa de muestreo excepto las Sierras de Candelario (Salamanca), Babia y Mampodre (León) y de la Demanda y Urbión (Burgos y Soria), más los de la segunda etapa de trabajo en 2014 muestran una cierta similitud con los resultados del citado trabajo, mostrando mayor resolución para las variables de tipo biótico (cantidad de presas, básicamente sapos comunes) y para algunas de las fisiográficas que indican el nivel de dificultad de acceso desde los valles ocupados por las poblaciones estables hasta las zonas de circos glaciares.

En este caso el análisis multivariante de factores se ha realizado mediante dos técnicas complementarias: primero un análisis aglomerativo de bloques para conocer la similitud de la estructura de los conjuntos de datos agrupados en un proceso jerárquico de tipo "clúster" (denominado también análisis Q o de clasificación y taxonomía numérica); y luego un análisis de componentes principales (ACP) para conocer las similitudes entre los grupos de ecosistemas que permiten explicar la presencia o ausencia de nutrias agrupando las variables y minimizando la variabilidad intra-grupo frente a la intergrupar a través de su transformación en una combinación lineal sin utilizar los valores reales medidos.

El análisis clúster es utilizado habitualmente en estadística como técnica exploratoria de similitud, dado que no tiene poder inferencial, y el posterior análisis factorial como técnica explicativa de la agrupación de las variables más simple pero maximizada con el número mínimo de éstas (Hair *et al.* 2007). Estos análisis necesitan cumplir con la exigencia matemática de igualdad de varianzas en las variables por lo que se realizó una transformación de los datos codificados mediante la función x' : $\ln(x+1)$.

4.3.2.1 ANÁLISIS MULTIVARIANTE - CLUSTER -

Para definir la estructura del conjunto de datos de los 91 ecosistemas y analizar las características (con las 11 variables anteriormente definidas) que permiten agruparlas en el menor número posible de grupos homogéneos se utilizó el análisis cluster.

Los datos transformados y estandarizados fueron sometidos al proceso de obtención de conglomerados jerárquicos mediante un método aglomerativo, para lo que se utilizó como algoritmo de disimilitud entre los centroides de los grupos la distancia euclídea. En todos los casos se utilizó UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic) como método aglomerativo para establecer los nodos y las distancias del árbol de representación (dendrograma). Como técnica exploratoria de validación del análisis se realizó el análisis a partir del conjunto completo de variables para los 91 humedales, así como los mismos procedimientos fueron analizados utilizando otros algoritmos como el "city-block" (average manhattan distances) o la distancia de Mahalobis, que es capaz de reducir el impacto de la colinealidad entre las variables; aunque no se presentan los resultados dado su escasa variación con respecto a estos.

Figura 4.58 Cladogramas de afinidad entre las variables (A) y los puntos de muestreo (B) para el análisis de agrupación de los 91 medios acuáticos considerados. Claves de lugares como en Anexo A3.

▷ DISTRIBUCIÓN

En la Figura 4.58 se presentan los cladogramas de afinidad encontrada con esta técnica entre las variables y también entre los humedales. El primer nivel de agrupación de los lugares de muestreo (A, en Figura 4.58_B) supone la separación entre el lugar PC13 (río Sallente, en el propio curso principal del valle) y el resto de puntos que son humedales o conjuntos lacustres. De la segunda rama principal (B) se deducen de nuevo dos grupos claramente, por un lado los humedales de Sierra Segundera (B1) casi todos con nutrias y a una altitud baja y morfologías muy similares, ya sean medios naturales o lagunas represadas; y por otro lado el resto de ecosistemas (B1). En este segundo grupo se incluyen todos los demás, independientemente de la presencia o ausencia de nutrias, dado que como denominador común tienen mayor altitud, accesos de fuertes pendientes y están alejados del valle que ocupan las poblaciones residentes.

Dentro de la rama B2 es posible detectar dos nuevos grupos: B2a serían los humedales de Fuentes Carrionas y Pirineos con nutrias en cotas de altitud media, y el resto (B2b) serían un conjunto más heterogéneo. Entre el que podríamos resolver las lagunas de Gredos tanto en el macizo central (C1) como en el occidental (D1) como otros medios sin nutrias de similares características fisiográficas y bióticas. Finalmente el clado o rama D2 agruparía la mayoría de las lagunas sin nutrias y de mayor altitud en cualquiera de las áreas de estudio (en general a más de 2.000 msm).

4.3.2.2 ANÁLISIS MULTIVARIANTE - COMPONENTES PRINCIPALES, ACP -

Con el mismo grupo de variables y el conjunto de los 91 humedales de altitud se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para conocer la influencia de las características ambientales en el gradiente sobre la posibilidad de que puedan o no estar ocupadas, al menos en primavera, por las nutrias. Los valores propios de los cuatro primeros ejes o componentes son los que superan el valor de 1 ("criterio de Kaiser"), de manera que son éstos los que tienen que ser considerados para explicar la mayoría de la varianza; en este caso suman el 71,4% (Tabla 4.25).

El primer componente PC1 sería la resultante de la combinación:

$$\bullet \text{ 0,494 ALT} - \text{0,310 DES} + \text{0,220 DIST}_{\text{rio}} + \text{0,434 DESN}_{\text{tot}} + \text{0,360 DIST}_{\text{lag}} + \text{0,255 PEND}_{\text{lag}} + \text{0,208 MASAS} - \text{0,171 ROCAS} - \text{0,370 LL} + \text{0,013 ANF} - \text{0,136 PEZ}$$

y las otras tres combinaciones esenciales serían:

$$\bullet \text{ PC2: } -\text{0,032 ALT} + \text{0,150 DES} + \text{0,374 DIST}_{\text{rio}} + \text{0,151 DESN}_{\text{tot}} + \text{0,264 DIST}_{\text{lag}} - \text{0,241 PEND}_{\text{lag}} + \text{0,455 MASAS} + \text{0,224 ROCAS} + \text{0,309 LL} + \text{0,322 ANF} + \text{0,479 PEZ}$$

$$\bullet \text{ PC3: } -\text{0,090 ALT} + \text{0,192 DES} - \text{0,209 DIST}_{\text{rio}} + \text{0,284 DESN}_{\text{tot}} - \text{0,363 DIST}_{\text{lag}} + \text{0,194 PEND}_{\text{lag}} - \text{0,037 MASAS} - \text{0,482 ROCAS} - \text{0,198 LL} + \text{0,519 ANF} + \text{0,344 PEZ}$$

$$\bullet \text{ PC4: } \text{0,086 ALT} + \text{0,408 DES} + \text{0,165 DIST}_{\text{rio}} + \text{0,137 DESN}_{\text{tot}} - \text{0,204 DIST}_{\text{lag}} + \text{0,601 PEND}_{\text{lag}} + \text{0,004 MASAS} + \text{0,270 ROCAS} - \text{0,003 LL} + \text{0,344 ANF} + \text{0,302 PEZ}$$

El valor de correlación intensa ($r > 0,300$) del primer componente PC1 se muestra positiva con la altitud, el desnivel total y la distancia a la laguna desde el punto de altitud 1.500 msm en el valle, mientras que es negativa para la presencia de *Lutra lutra* y el desarrollo del humedal (Tabla 4.25).

La relación es siempre positiva e intensa de las variables bióticas en los componentes PC2 y PC3, y en caso de PC3 además es negativa con la cantidad de rocas disponibles en las orillas y con la distancia al punto de cota 1.500 msn en el valle de acceso al humedal (detalles en Anexo A3). Dado que los tres primeros componentes absorben el 62 de la variación estas combinaciones positivas y negativas deben representar la explicación más plausible de la presencia/ausencia de las nutrias en los lugares estudiados.

	varianza	% explicación	% acumulado	correlación + intensa con:	correlación - intensa con:
PC1	3,50	31,8	-	ALT , DESNtot , DISTlag	DES, LL
PC2	2,11	19,2	51,0	DISTrio , MASAS , LL, ANF, PEZ	
PC3	1,21	11	62,0	ANF, PEZ	DISTlag , ROCAS
PC4	1,03	9,4	71,4	DES, PENDlag , PEZ	ANF
resto PC5 - PC11	3,14	28,6	100	-	-

Tabla 4.25 Cantidad de varianza explicada por cada uno de los componentes y relación de cada una de estas combinaciones de variables con los predictores.

La ordenación en la plano principal (primer/segundo componente) de los vectores y los lugares de muestre permite reconocer patrones de afinidad entre distintas variables que a su vez provocan la agrupación en bloques de los ecosistemas. Dado que a través de la combinación de estos dos primeros componentes únicamente se puede explicar el 51% de los resultados tendríamos que ayudarnos del tercer y cuarto componentes para alcanzar una mayor certidumbre en la explicación.

Redundando estos dos nuevos componentes en la importancia de las variables bióticas para la presencia de nutrias en altitud, sobre los dos primeros en los que recae mayor carga para las variables fisiográficas.

Figura 4.59 Representación simultánea en el plano principal (I/II) de los componentes principales para los 91 ecosistemas estudiados y las 11 variables seleccionadas (A), así como representación vectorial de las 11 variables seleccionadas (B) en este espacio bidimensional del plano principal.

▷ DISTRIBUCIÓN

En el plano principal representado en la Figura 4.60_A se observa un claro patrón de agrupación de los ecosistemas con nutrias en el cuadrante I, donde recae el peso de las variables bióticas y las fisiográficas no relacionadas con la dificultad de acceso hasta el lugar sino con la composición de las orillas (ROCAS) similar a un tramo fluvial con suficientes lugares de marcaje con indicios fecales; y la propia naturalidad del humedal (el desarrollo morfológico, DES).

Figura 4.60 Representación simultánea en el plano principal (I/II) de los 91 ecosistemas estudiados agrupados en función de estar o no ocupados por las nutrias en primavera (A), así como agrupación en este espacio bidimensional de los puntos de muestreo en función del área geográfica de estudio (B). (Se indica la clave de identificación de los humedales, Id_LAG, las abreviaturas como en el texto)

Por el contrario en los cuadrantes II y III se localizan la mayoría de los ecosistemas sin nutrias, sobre todo de Pirineos y Fuentes Carrionas, en relación con su dificultad de acceso (pendiente, desconexión de la red hidrográfica, etc.) y su nivel de aislamiento con respecto a las poblaciones de los valles.

5. UTILIZACIÓN DE LAS ORILLAS DE LOS ECOSISTEMAS

5.1 CONDUCTA DE MARCAJE E INTENSIDAD DE OCUPACIÓN DEL TERRITORIO

Se recorrieron con especial referencia a este objetivo los tramos habituales pero con un mayor detalle que permitiera detectar la frecuencia de utilización de los mismos por parte de las nutrias y los posibles patrones de variación estacional. Esta conducta de marcaje, mediante la deposición de excrementos y otras señales en lugares prominentes y visibles, concretos y finalmente predecibles por el investigador, permite realizar un seguimiento de las zonas frecuentadas para la comunicación entre individuos y el uso dentro de sus dominios vitales.

Aunque este método de estudio se conoce que está muy condicionado por factores de tipo etológico como el estado de condición, el alimento ingerido o la fisiología reproductiva (Mason y MacDonald 1986, Ruiz-Olmo 1995) permitió en la década de los 80's desarrollar las técnicas de sondeo de nutrias que en la actualidad se siguen aplicando (Ruiz-Olmo y Delibes 1998a, López-Martín y Jiménez 2008), por su relativa simplicidad. Para ello se incluyen en este análisis los datos de 40 estaciones de muestreo repartidas por todo el ámbito territorial de Sierra Segundera y Cabrera procedentes de los muestreos de 1995-98, y también de 2014.

Además de los excrementos ("spraints") propiamente dichos existen otros dos tipos de indicios de origen gastrointestinal y rectal (glándulas anales), denominados gelatinas ("jellies") y manchas o marcas fecales ("smears"), que les permiten a los ejemplares adultos discriminar entre diferentes individuos (Durbin 1989). Por lo tanto les sirven para indicar la presencia de los recursos y/o la prioridad de uso (Kruuk 1991, Ruiz-Olmo 1995), aunque no es posible relacionar la frecuencia de las deposiciones y la densidad de ejemplares en un tramo.

En concreto se utilizaron para este objetivo 302 transectos de recuento de indicios de presencia en los que además se anotó el tipo de contacto: excrementos (EXC), marcas fecales (MAR), gelatinas (GEL), huellas (HUE), restos de presas (PRE), madrigueras (MAD), avistamientos de ejemplares (AVI) y ejemplar foto-trampeado (FOT). En el caso de los indicios fecales o similares se tuvo en cuenta la cantidad de sitios distintos (SIT) donde se encontraron, en relación a la posibilidad de ser lugares de señales de paso o bien letrinas. Los datos completos se presentan en el Anexo A3.1.1.

Se recogieron para este análisis un total de 3.659 datos de presencia relativamente reciente de las

▷ DISTRIBUCIÓN

nutrias, de los cuales 3.154 (el 86,2%) se corresponden con indicios fecales; mientras los restos de presas (básicamente sapos despellejados, ver Apartado 10) con 489 indicios representaron el segundo grupo de datos en importancia. Entre los indicios fecales el principal aporte de información fue la recolección de excrementos que con 2.979 datos representa el 81,4% del total (Figura 5.1_A). El resto de indicios resultó una cantidad despreciable (16, el 0,44%) en cuanto a la cantidad de información que aportan frente a los primeros.

En la Tabla 5.1 se presenta la cantidad de estos indicios encontrados en cada uno de los 3 ámbitos del área de estudio del NO de Zamora y en la Figura 5.1_B la referencia gráfica. En todos los casos es mayoritario el dato correspondiente a los excrementos, aunque en SC la gran cantidad de restos de presas localizados en la Laguna de Peces contrarresta este efecto. Del resto, el único tipo de indicio que tiene valores superiores al 2% son las marcas o manchas oleosas.

	Marcas fecales			Restos de presas	Avistamientos	Fototrampeo	Madrigueras	suma
	EXC	GEL	MAR	PRE	AVI	FOT	MAD	
VT	1.609	18	72	3	2	1	10	1.715
	93,82%	1,05%	4,20%	0,17%	0,12%	0,06%	0,58%	
SS	540	9	29	0	0	0	0	578
	93,43%	1,56%	5,02%					
SC	754	7	32	472	2	0	1	1.268
	59,46%	0,55%	2,52%	37,22%	0,16%		0,08	

Tabla 5.1 Reparto de indicios de actividad de nutrias localizados en este objetivo para los tres ámbitos de Sanabria, VT: valle del Tera, SS: Sierra Segundera y SC: Sierra Cabrera. (Abreviaturas como en el texto)

5.1.0 AVISTAMIENTOS DE NUTRIAS EN SANABRIA.

Los avistamientos de ejemplares en su medio natural son el único típico de indicios de tipo directo que se puede obtener dados los hábitos reservados de esta especie (Rosoux 1995, Rosoux y Libois 1996). De hecho los censos de población pueden ser estimados con gran precisión a partir de la frecuencia de estas observaciones y la recurrencia de los datos en un mismo punto de observación, y en combinación con el estudio de las huellas y rastros que dejan en sus movimientos solitarios o grupales (Ruiz-Olmo 1994b, 1995e, Bravo *et al.* 1998, Hertweck *et al.* 1998, García-Díaz *et al.* 2011).

La dificultad (casi imposibilidad) de localizar huellas en las estaciones de muestreo de Gredos y Sanabria, y la elevada cobertura vegetal de los cauces donde se desarrolló el trabajo que impide en gran parte del año tener una perspectiva suficiente para los avistamientos nos condujo a la desestimación de estos métodos de trabajo. No obstante sí se hizo un esfuerzo de avistamiento de ejemplares a través de las esperas desde la orilla o en emplazamientos elevados y con buena perspectiva como puentes o salientes rocosos. Generalmente se hicieron en las horas de puesta del sol y con equipamiento de visor nocturno con multiplicador de luz y visión en el infrarrojo.

En concreto, se consiguieron únicamente 4 avistamientos de ejemplares en el primer periodo de estudio para un esfuerzo total de 13 esperas (6 en 1998, 6 en 1999 y 1 en 2000) desde la orilla de los ecosistemas. Además durante los trabajos nocturnos en la Laguna de Peces se observó un grupo familiar de nutrias (hembra y dos crías) el 11 de mayo de 1998. Asimismo durante 2014 se consiguió fotografiar

un ejemplar a través de la técnica de fototrampeo en las orilla del lago de Sanabria (ver apartado 5.3).

Los avistamientos fueron preferentemente nocturnos, alrededor de 1-2 horas después del ocaso; aunque uno de ellos se obtuvo de forma espontánea a las 12:15 hora solar (marzo de 1998) en el valle del Tera. En la Figura 5_0 se muestra la sucesión de intervalos de duración del día (líneas de orto y ocaso) y los momentos de esperas a las nutrias.

Figura 5.0 Fechas y horas de las esperas y los avistamientos de nutrias en Sanabria.

La escasez del conjunto de datos y la casi ausencia total de observaciones de huellas y rastros nos impiden utilizar este sistema de muestreo para extraer cualquier tipo de resultado o conclusión sobre la población lutrina sanabresa.

5.1.1 EVOLUCIÓN ESTACIONAL DEL MARCAJE

A pesar de las variaciones a lo largo del estudio, la prevalencia estacional de los excrementos sobre los demás indicios fue siempre superior al 70% (Figura 5.2_A), dato correspondiente a la primavera; gracias al peso que tuvo aquí la localización de restos de presas consumidas por las nutrias en zonas de altitud (ver Parte III). Si exceptuamos los restos de sapos depredados en las lagunas de altitud de la Sierra Cabrera (y algunas otras depredaciones en zonas bajas) el conjunto de los otros datos apenas supone el 10% a lo largo de todo el año.

Figura 5.1 Proporciones que reflejan la importancia de los distintos tipos de datos de indicios de presencia de nutrias recogidos para este objetivo(A) y reparto de los indicios en los tres ámbitos del área de estudio de Sanabria. (Abreviaturas como en Tabla 5.1)

▷ DISTRIBUCIÓN

El patrón descrito se presenta por igual en los tres ámbitos de estudio, y es casi totalmente igual en el caso de Sierra Segundera (SS) y el valle del Tera (VT) donde los excrementos representaron en todas las estaciones más del 90% de los datos. Es el ámbito en la Sierra Cabrera (SC) la única zona que presenta un cierto nivel de reparto entre el conjunto de indicios posibles; aunque en las cuatro estaciones los excrementos suponen más de la mitad. Las diferencias en SC provienen de la depredación masiva de anfibios en algunos de los ecosistemas de altitud, aspecto no encontrado en ningún otro lugar, aunque sí se detectó la presencia esporádica de pellejos de sapos en algunos puntos durante la primavera.

Figura 5.2 Prevalencia relativa de los excrementos como principal tipo de indicio de actividad lutrina en Sanabria.

El promedio de indicios conseguido en cada estación de muestreo con estratificación estacional fue de 10, 15, 7 y 6, respectivamente para INV, PRI, VER y OTO. Por lo que parece establecerse un patrón de mayor tasa de deposición en los meses más fríos, y de menor actividad o deposición en el periodo más cálido del año.

La relación entre en la cantidad de indicios encontrados en cada estación a lo largo de la recolecta de datos en los tres ámbitos estudiados de Sanabria no resultó estadísticamente significativa (Tabla 5.2) mediante el análisis de varianza de la mediana por rangos de Kruskal-Wallis (K-W): $H' = 7,6$ (3, $N = 300$), $p = 0,55$.

	PRI R:167,45	OTO R:131,72	VER R:140,32	INV R:153,84
PRI		0,07	0,33	1,00
OTO	0,07		1,00	0,77
VER	0,33	1,00		1,00
INV	1,00	0,77	1,00	

Tabla 5.2 Resultados de la ANOVA no paramétrica de K-W para los datos de indicios encontrados a lo largo de las sucesión estacional.

5.1.2 VARIACIÓN DEL MARCAJE A LO LARGO DE LOS ÁMBITOS DE ESTUDIO

A lo largo del gradiente ambiental (altitud, pendiente del cauce, poblaciones de presas y tipología de las orillas) que suponen los tres ámbitos de estudio se detectaron ciertas diferencias. Siendo el promedio de datos por muestreo de 14,8 / 12,0 / 7,93 respectivamente para SC / SS y VT, la mayor dispersión de datos se encontró para los dos ámbitos serranos (Figura 5.3_A). A lo largo de la sucesión estacional en cada uno de estos ámbitos las mayores medianas y rangos intercuartílicos fueron para los datos de primavera (Figura 5.3_B), mientras que apenas se detectó variación en las otras estaciones, aunque en otoño en tanto en la zona serrana como en el valle los valores de cantidad de indicios localizados fue el más bajo.

Figura 5.3 Reparto de los rangos de datos de cantidad de indicios encontrados en cada estación de muestreo para los tres ámbitos de estudio en Sanabria.

El conjunto de datos menos completos, si tenemos en cuenta los resultados en cada estación de muestreo, resultó ser el de la Sierra Segundera (SS). Allí no se incluyen datos de localización de madrigueras, restos de presas consumidas por las nutrias o avistamientos de ejemplares. Tanto en el valle del río Tera (VT) como en la Cabrera (SC) sí se recogieron datos de todos los posibles indicios de presencia de nutrias (Figura 5.4_A y C). Sin embargo en 2014 en ambas zonas se intentó el fototrampeo de ejemplares con resultados muy bajos en el primero (ver más adelante Apartado 5.3 en el lago de Sanabria, T06 y T07) y nulos en el segundo (Laguna de Peces, C03).

Figura 5.4 Reparto de los tipos de indicios encontrados en las 40 estaciones de muestreo. (Abreviaturas como en Tabla 5.1)

▷ DISTRIBUCIÓN

En la Tabla 5.3 se resumen los resultados de comparación de medianas para la distribución de los indicios fecales y el número de sitios diferentes en los que fueron hallados a través del test K-W con el ámbito de trabajo como el factor agrupante de los datos. En ninguno de los casos se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, de manera que no se puede considerar diferencias cuantitativas en la evolución de las señales de actividad a través del gradiente ambiental.

	Marcas fecales (MAR)			Excrementos (EXC)			Sitios de deposición (SIT)		
Kruskal-Wallis test:	H' (2, N= 301) =2,82 p =,24			H' (2, N= 300) =1,01 p =,60			H' (2, N= 301) =2,82 p =,24		
	SC R:159,77	SS R:158,55	VT R:146,45	SC R:159,77	SS R:158,55	VT R:146,45	SC R:159,77	SS R:158,55	VT R:146,45
SC		1,00	0,99		0,36	0,95		1,02	1,7
SS	1,00		1,00	0,36		0,53	1,02		0,51
VT	0,99	1,00		0,95	0,53		1,7	0,51	

Tabla 5.3 Resultados de la ANOVA no paramétrica de K-W para datos de indicios a lo largo de los tres ámbitos de estudio en Sanabria.

5.1.3 EVOLUCIÓN DEL MARCAJE CON INDICIOS FECALES

Para conocer si además se puede establecer alguna diferencia cualitativa en cuanto a los indicios de actividad a través de las señales fecales se realizó un análisis de la relación entre las tasas de deposición de los distintos tipos de elementos considerados.

Así en la Figura 5.5 se reconoce el patrón conjunto de abundancia de marcas y excrementos, con zonas de repuntes y valles muy similares en las épocas de invierno y primavera, en menor medida en el verano, y apenas relación en el otoño. Con lo que se define una correlación positiva (test r de Spearman) para la presencia o ausencia de cada uno de estas señales de actividad a lo largo de la sucesión estacional (Tabla 5.4) que además que además presentaron un nivel de concordancia (test W de Kendall) en su variación que resultó estadísticamente significativo (Tabla 5.4 y Anexo A6.1.4).

Figura 5.5 Relación entre la cantidad de marcas y excrementos encontrados en los 302 transectos considerados a lo largo de la sucesión estacional. (En el eje de abscisas se muestra únicamente 1 de cada 3 etiquetas de las estaciones de muestreo)

La ausencia casi total de sustratos apropiados para el conteo de huellas en todo el área de estudio en Sanabria, y así poder estimar la abundancia relativa de ejemplares o su densidad de una forma fidedigna (Ruiz-Olmo 1995) nos impide poder relacionar estas variaciones estacionales y los ritmos de presencia de señales de actividad en los distintos sitios con datos cuantitativos de población lutrina.

Spearman Rank Order Correlations: r de Spearman p < ,05	SIT	EXC	GEL	MAR
SIT	1,00			
EXC	0,92	1,00		
GEL	0,26	0,27	1,00	
MAR	0,44	0,45	0,48	1,00

Tabla 5.4 Resultados del análisis de correlación no paramétrica para los datos de indicios y lugares de marcaje en Sanabria.

Dado que las nutrias tienen ciclos poliestros (se encuentran activas sexualmente todo el año, aunque los partos sí tienen estacionalidad), estos ritmos podrían deberse más bien a la disponibilidad local de alimento y a la presencia en los territorios ocupados por adultos de nuevas señales provenientes de jóvenes en dispersión ajenos a las unidades familiares. Asimismo se debe tener en cuenta las diferencias en las tasas de desaparición de estos restos de actividad a lo largo del año y a través de un gradiente muy lluvioso y con caudales más torrenciales en las partes más elevadas.

Cabe por lo tanto concluir que existe una fuerte correlación entre la cantidad de marcas fecales que las nutrias distribuyen por sus territorios con su actividad por los mismos, pero esta relación es menos fuerte entre los excrementos y el resto de indicios fecales. Por lo tanto la distribución de gelatinas y marcas por el territorio podría tener otro significado y estar influenciado por cambios en el nicho trófico, y no tanto por el marcaje del territorio preferido dentro de sus áreas vitales debido a ritmos biológicos endógenos.

La selección de los lugares donde las nutrias depositan estas señales de su actividad no responde a un patrón aleatorio, sino que tiene una intencionalidad comunicativa y se pueden encontrar patrones de variación mensual y estacional en el número de señales, pero también de los escenarios de marcaje y de las zonas de querencia para colocar las letrinas (Ruiz-Olmo 1995).

En el siguiente apartado se explora esta posibilidad de gran importancia a la hora de planificar y entender los resultados de los sondeos de nutrias.

5.2 SELECCIÓN DE LOS LUGARES DE MARCAJE CON EXCREMENTOS

En el periodo 1995-98 en los muestreos del NO de Sanabria se recogió información sobre los lugares donde las nutrias depositaron todos los indicios de información de su actividad descritos en el apartado anterior en la cuenca del río Tera. Para un total de 468 sitios de marcaje (SIT) se anotó la naturaleza del sustrato donde se hallaron los indicios, divididos en las siguientes clases: rocas (dentro del agua y en la orilla), cepellones herbáceos (pradera de montaña de *Nardus stricta* y céspedes amacollados de *Deschampsia* sp pl., macollas de cárices: *Carex pendula*, *C. elata* var. *elata*, *C. elata* var. *reuteriana*, y otras; y las raíces de alisos), en playas arenosas (sobre los cantos o arena), ensenadas en zonas de

▷ DISTRIBUCIÓN

cambio de rumbo del cauce con remansos profundos (sobre los cantos o arena) o en construcciones humanas presentes en las riberas como muros o espigones de mampostería (por lo general cerca de puentes o construcciones de tipo molino ribereño).

5.2.1 VARIACIÓN ESTACIONAL EN LOS ESCENARIOS DE MARCAJE

En todas las épocas fue el sustrato rocoso es más utilizado (el más abundante en algunos de los tramos estudiados), mientras en primavera y otoño el reparto de datos fue mayor (resto de sustratos más del 60%). El uso de sustratos no rocosos para la deposición de señales (fecales y otras) resultó de entre el 7% y el 22% del total (Figura 5.6).

La única estación del año en el que no hubo un patrón claramente dominante de las rocas en las orillas fue la primavera, en concordancia con los resultados de mayor cantidad de lugares ocupados en los tramos altos y por lo tanto mayor variedad de lugares de deposición en las orillas. Tanto por la propia fisiografía de éstas, como por la introducción de otros tipos de ecosistemas ocupados que presentan otras posibilidades en las orillas. Es el caso, por ejemplo, de una mayor cantidad de superficies vegetales en las orillas de los arroyos y lagunas, o de rocas en orillas someras en las segundas, que en los tramos del cauce principal del Tera.

Figura 5.6 Variación porcentual de los lugares donde fueron encontrados los indicios en la sucesión estacional.

5.2.2 VARIACIÓN TIPOLOGICA DE LOS ESCENARIOS DE MARCAJE

Los distintos ecosistemas que utilizan las nutrias a través de la red hidrológica del río Tera poseen tipologías y morfologías muy diferentes según la altitud, la pendiente y la corriente del agua; variables que reflejan de alguna manera el gradiente ambiental de la cuenca hidrográfica. Los indicios se buscaron de forma detallada por las orillas y una banda periférica al punto de caudal ordinario del cauce de unos 5-9 m; excepcionalmente se buscaron más lejos.

Aunque por lo general la distancia de los puntos con marcas fecales (tanto los esporádicos como los habituales o “cagarruteros”) no fue superior a 5 m del borde del agua, en el momento de la defecación.

Así en las zonas de aguas paradas, como lagunas y embalses, donde predominan las orillas con vegetación herbácea amacollada en el borde del agua junto con las rocas (galería fotográfica del Anexo A4.1), son estos elementos los que habitualmente reciben los marcajes; en todos los casos con preferencia de las rocas en las zonas de orillas (Figura 5.7) sobre cualquier otro elemento, tanto natural como antrópico. En las orillas del río Tera existe una cierta dominancia de las orillas con rocas (galería fotográfica del Anexo A4.1.2), pero en muchos otros son los elementos típicos del suelo de la aliseda los que predominan.

Se ha encontrado una clara preferencia del sustrato de deposición en las orillas del río en las rocas de las orillas sobre cualquier otro tipo, incluyendo las propias rocas dentro del cauce; sin embargo en las lagunas y humedales de altitud son precisamente estos elementos dentro del agua (unos centímetros dentro) los que tienen clara preferencia, aunque no son los que mayor abundancia en general tienen.

Asimismo se encuentra una cierta electividad positiva por los sustratos de origen vegetal (cepellones y macollas) en las zonas de montaña (Figura 5.7_B), dada la naturaleza de la mayoría de las orillas; al menos durante la primavera con aguas altas en la cubeta. Ya que en los veranos se produce una cierta exposición de sustratos rocosos y pedregosos en los bordes del agua, debido a la formación de la banda árida (natural o artificial, ver Apartado 4.2.3.4).

La ausencia de indicios de actividad en sustratos arenosos (arenas, arcillas y limos) quizá está relacionada con la escasa disponibilidad de este sustrato, y en concordancia con la escasez de huellas detectadas en todos los periodos de estudio de las nutrias en Sanabria. Los elementos artificiales asimilables a rocas son utilizados en aquellas zonas donde existen en el entorno más próximo de las orillas, pero no son seleccionados positivamente. Además en gran parte del año la torrencialidad del cauce produce un fuerte efecto de lavado en estas zonas, que en general son pocas y de muy escasa superficie ya que suelen ser estabilizadas de manera permanente por la cubierta herbácea de las orillas.

Esta señalada ausencia de areneros en las orillas puede que también sea la principal causa por la que en Sanabria tampoco se han localizado apenas letrinas; los acúmulos que se han encontrado se corresponden con lugares de abrigo (entre bloques erráticos, huecos entre raíces al aire o cornisas rocosas) donde las nutrias juntan sus deyecciones y por lo general suelen contener menos de 25 indicios fecales, el límite que Ruiz-Olmo (1995) considera para ser identificada como letrina.

▷ DISTRIBUCIÓN

En ninguno de los casos se correspondió con lugares escarbados al efecto y únicamente en las orillas de la Laguna de Peces, donde se encontraron acúmulos de más de 45 excrementos, se identificaron escenarios frecuentemente marcados con la intensidad necesaria para ser considerada como letrina.

Figura 5.7 Variación de la frecuencia relativa de los lugares donde fueron encontrados los indicios (A) según su tipología (ver texto) a lo largo de todo el estudio y en función del tipo de ecosistema (B).

5.2.3 VARIACIÓN DE LOS SUSTRATOS DE MARCAJE DURANTE 1995

Como objetivo parcial en 1995 se dispuso recoger información directa del sustrato sobre el que se localizaba cada indicio fecal de presencia de nutrias. Así se anotó este parámetro para 468 muestras que fueron recogidas a lo largo de 59 tramos de muestreo (18 días de trabajo en campo) en los tres ámbitos de trabajo en Sanabria. Pero con especial atención a tres de las estaciones más relevantes en el conjunto de la cabecera del Tera: Laguna de Peces (C03) y dos tramos del valle del Tera (T11 y T19); ambos sitios se muestran en la galería fotográfica (Anexo A4.1).

En el Anexo A6.4 se presentan los resultados del análisis de regresión entre el éxito en el sondeo y la cantidad de indicios encontrados (IF) y su tasa de frecuentación por tramo (TF). Se encontró una cierta relación logística en la primera comparación que únicamente resultó significativa para el caso del valle del Tera (VT), y una mayor relación en la segunda. Los resultados por lo tanto más que relación con la cantidad de indicios fecales con que se marca cada estación de estudio tienen relación con la frecuencia con la que se colocan; mostrando así un cierta relevancia cualitativa en el comportamiento de marcaje.

En el conjunto de datos el 73% de estos indicios se localizaron sobre un sustrato de piedra, siendo el suelo de la orilla y las raíces de los alisos los siguientes en importancia. La escasez del sustrato arenoso dentro del área de estudio se refleja en que únicamente 2 excrementos (el 0.4%) se localizó sobre este soporte (Figura 5.8_A). A lo largo del gradiente ambiental de la sierra-piedesierra-valle se encontraron poca variaciones en cuanto a la dominancia de las piedras o rocas como sustrato elegido por las nutrias (Figura 5.8_B y C) frente a las raíces en las zonas del valle donde en la orilla se asienta la aliseda y los suelos herbosos en las zonas del litoral de las lagunas.

Figura 5.8 Selección relativa del sustrato de deposición de las señales en el conjunto de datos de 1995 y en dos estaciones de muestreo.

Los sitios más habituales para la conducta de deposición están expuestos para ser más conspicuos en el ecosistema y servir como punto de comunicación, por eso la parte más prominente de piedras grandes, rocas y bloques erráticos suponen espléndidos lugares expuestos a la intemperie (únicamente bajo la cubierta forestal, si es el caso).

▷ DISTRIBUCIÓN

La gran cantidad de estos elementos que existen tanto en las cubetas glaciares de las lagunas y embalses como en el cauce del los ríos, que transcurren en Sanabria por sustratos muy pedregosos, supone un proceso de elección del mejor lugar.

En casi todos los casos anotados con detalle en 1995 (y también se ha descrito esto en el Apartado 5.2.2) fue la misma línea de costa de la laguna o el borde del río el lugar preferido (Figura 5.9). Siendo en este sentido resaltable que en las zonas del valle la cantidad de indicios fecales encontradas dentro de rocas en el interior del agua fue muy escaso, y algo más elevado en el caso de las lagunas de altitud; y más en concreto en la Laguna de Peces (49 de 161, el 30,4%).

La comparación de los datos para 1995 mostró diferencias estadísticas significativas para la cantidad de indicios encontrados (K-W: $H' (2,44) = 6,69$, $p=0,03$) en cada ámbito de trabajo (ver Anexo A6.5.1), ya que en conjunto las estaciones del valle del Tera (VT) presentaron valores en promedio superiores de número de contratos/recorrido que las demás; estas diferencias no fueron significativas en el caso de comparar el éxito en el sondeo de las mismas estaciones (K-W: $H' (2,41) = 3,19$, $p=0,20$), aunque presentaron medianas diferentes, con valores superiores al 80% en VT y menores en el resto.

Figura 5.9 Reparto de tipologías de hábitats donde se encontraron los indicios fecales (A) durante el seguimiento de detalle en 1995 y (B) las variaciones de la electividad de distintos elementos que conforman el borde de los ecosistemas acuáticos (escala potencial, base 3).

Calculando el parámetro TF de frecuentación de cada tramo de estudio su mayor valor en VT no mostró diferencias suficientemente significativas con respecto a los otros ámbitos, y tampoco se encontró relación con la cantidad de recorridos realizados en cada tramo (Anexo A6.5.2).

En la Figura 5.9_B se muestra el reparto de los sustratos preferidos para este conjunto de datos de 1995 y la comparación entre los valores totales y los tres puntos reseñados con anterioridad; y en la Figura 5.11_C se comparan los valores para estos tres puntos, en donde se aprecian las diferencias entre orillas con rocas y cepellones en el borde y dos tramos del río Tera de tipología diferente, en los que la presencia de payas arenosas y remansos cambia el patrón de selección de sustrato para el marcaje: en T19 de orillas muy heterogéneas y corriente lenta, frente a T15 con aliseda muy cerrada y orillas muy homogéneas en un tramo de fuerte corriente. En este sentido las orillas del lago de Sanabria deben ser consideradas como un tramo “de aguas lentas”, aunque con una tasa de frecuentación más baja de lo esperado (ver el siguiente Apartado 5.3).

Aunque Ruiz-Olmo (1995) considera los excrementos como bastante perdurables en el tiempo, lo que les confiere su valor como estimador de la ocupación de los individuos en un tramo, sí sufren una progresiva degradación en el tiempo (en especial cuando están resecos y de aspecto pulverulento) que les hace desaparecer a un ritmo dependiente del lavado de la lluvia, de la exposición del punto de marcaje y por supuesto del efecto de arrastre de las crecidas del río.

Este aspecto podría haber dirigido nuestros resultados tan bajos de localización de indicios en las rocas de dentro del cauce (apenas existen islas de entidad en los tramos estudiados) de los ríos, además de la pérdida de muestras por efecto del pisoteo de los pescadores y turistas en algunas zonas concretas del área de estudio en Sanabria.

5.3 UTILIZACIÓN DE LAS ORILLAS DEL LAGO DE SANABRIA

MORALES J., LIZANA M., RUIZ-OLMO J. 2015 en prensa. Galmey's 26
Evolución del uso por la Nutria paleártica (*Lutra lutra* L., 1758) de un lago de orillas naturales con uso turístico masificado.

[Ver Anexo A5]

Se estudió a través de la recogida de indicios y el fototrampeo la ocupación por *Lutra lutra* de las orillas de un ecosistema oligotrófico profundo con buenos hábitats potenciales en las orillas para albergar nutrias, pero de amplia utilización por el turismo masificado de verano como lugar de ocio.

Se encontraron diferencias significativas en la utilización mensual y estacional de las orillas del lago de Sanabria por las nutrias, así como variaciones interanuales con tendencia decreciente durante los últimos 18 años. Se encontró una mayor presencia en épocas invernales y prácticamente un abandono completo durante sucesivas campañas estivales. Mientras aguas arriba y debajo del lago la población de nutrias se mantiene constante en toda la red fluvial del Tera. Asimismo se detectó una mayor presencia de la especie en las orillas de más difícil acceso que en las más próximas a las infraestructuras humanas y a las zonas de baño y navegación.

Este seguimiento, con perspectiva de casi 2 décadas, presenta indicios de que la población de nutrias del Tera no alcanza en el entorno lacustre su estado de conservación favorable potencial debido a la intensidad de las perturbaciones motivadas por la actividad turística masificada.

Palabras Clave

Biodiversidad, conservación, distribución potencial, influencia antrópica, turismo, Lago de Sanabria

Título abreviado

Utilización por la nutria de un lago natural con turismo masificado.

5.3.1 INTRODUCCIÓN

El lago de Sanabria, también conocido como lago de S. Martín de Castañeda, del Tera o de Villachica (Pardo 1948), se localiza en el noroeste de la provincia de Zamora en las estribaciones de la Sierra Segundera y dentro de los límites del Parque Natural al que da nombre desde 1978. El humedal y todo su entorno han sido incluido recientemente en Natura_2000 en función de los valores ambientales y paisajísticos que presenta en su entorno más próximo, y en gran parte del valle principal. El lago está cerrado en su lado E por un arco morrénico terminal y tiene una extensión en torno a 348 Ha, lo que le convierte en el lago de origen glaciar más grande de la Península Ibérica.

Precisamente la excelente calidad de las aguas así como el excepcional atractivo que tiene el paisaje, con origen en la acción del glaciar, y la densa cobertura forestal de las laderas del valle principal se constituyen en su principal atrayente turístico. En este caso, la afluencia masiva está basada en turismo de esparcimiento y baño, y secundariamente de pesca deportiva y deportes de remo, por lo que el epicentro de toda la presión turística está ubicado en las propias orillas del lago (Figura 5.10). Con este fin hace décadas se construyeron varias playas artificiales de arena en las orillas sur y este, incluyendo la deforestación de las orillas y el aporte de áridos.

Las cifras oficiales de visitantes del Parque Natural del Lago de Sanabria y Alrededores (Hidalgo 2006) ofrecen un balance desde hace más de una década superiores a 750.000 turistas/año, evolucionando con tendencia creciente casi todos los años desde los 530.000 turistas/año estimados en el año 1995; punto de inicio de los trabajos de campo realizados para esta publicación.

La afluencia en el entorno del lago presenta una marcada estacionalidad, basada esencialmente en la temporada de baños y en los principales periodos vacacionales en España y el norte de Portugal (Hidalgo 2006). Según este trabajo los meses estivales acumulan el 86,2% de las visitas, mientras que entre principios de julio y finales de agosto se registran el 74% del volumen de tránsito turístico por el lago. Agosto es todos los años el mes de máxima afluencia turística (en torno al 44%) y los meses invernales los de mínima afluencia, ya que en conjunto representan apenas el 2%.

Motivada por tal afluencia de visitantes se ha construido una amplia red de dotaciones y equipamientos para el uso público, casi todos ellos ubicados en las riberas del río Tera y el propio lago. Existían en 2003 instalados en el Parque Natural en total: 1 centro de interpretación de la naturaleza (CIN), 2 puntos de información, 3 camping, 5 merenderos, 3 refugios y 9 áreas recreativas (fuente: Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León, en Hidalgo 2006). Actualmente los equipamientos se han ampliado y existen más áreas recreativas y un nuevo CIN en el acceso al espacio natural protegido. A todo esto debemos sumar además la oferta de hostelería a pie de playa y de embarcaciones de alquiler, y también la navegación particular deportiva, de paseo y de pesca deportiva. Recientemente se ha ampliado la oferta de navegación recreativa por el lago con un barco turístico.

La oferta disponible para actividades de baño, pesca deportiva, navegación, ocio y paseo crece todos los años por no disponer el Espacio Natural de un estudio de capacidad de carga que permita establecer cupos de utilización del medio natural. Todas las instalaciones citadas (Figura 5.10) y añadidas a las segundas viviendas que ya existían en las orillas antes del boom turístico, suponen una enorme trama de discontinuidades en la aliseda que se asienta en la línea de costa del lago. Representan un intenso y difuso conjunto de molestias para la fauna semi-acuática (presencia de personas y perros de compañía en playas y sendas, arribada de barcas a cualquier punto de la costa, ruidos asociados al ocio diurno y nocturno, etc.) y en sus inmediaciones (carretera de tráfico elevado, incluso de noche; equipamientos de depuración de aguas residuales, etc.). Hidalgo (2011) concluye que todos los veranos se sobrepasa ampliamente la capacidad de acogida del Espacio Natural.

El gran peso económico que tiene el entorno del lago ha consolidado en la comarca sanabresa un turismo

▷ DISTRIBUCIÓN

basado en la masificación recreativa y poco interesado por la naturaleza. Apenas el 1,5% visita el CIN y menos del 5% visita las casetas de información (Hidalgo 2006, 2011). En los momentos álgidos del verano (los domingos de agosto, festivos del verano o el día de las regatas internacionales) se concentran en la zona de influencia inmediata del lago alrededor de 9-15 mil personas/fin de semana (J.C. Vega, com. per.).

La nutria paleártica (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) es un mustélido relativamente bien conocido en su distribución europea e ibérica. Se han realizado numerosos estudios de su ecología y seguimientos de poblaciones en tramos fluviales, zonas costeras y estuarios (Durbin 1998, López-Nieves *et al.* 1998, Morales y Lizana 1998, Ruiz-Olmo *et al.* 2001, Chanin 2003a, Clavero *et al.* 2004) y analizado los factores limitantes del biotopo y los de origen antrópico que ayudan a explicar su distribución (Erome y Broyer 1986, Chanin 2003b) y las diferencias individuales (Durbin 1996) y estacionales en la ocupación de los ríos y la tasa de marcado fecal en las orillas (Adrián *et al.* 1985, Nores *et al.* 1990, Prenda y Granado-Lorencio 1996). También se conocen datos sobre el efecto limitante de la capacidad de acogida de la red hidrográfica de los grandes embalses (Pedroso *et al.* 2007, 2008, 2009, Santos *et al.* 2008, Pedroso 2012), y la respuesta de colonización en nuevas masas de agua basada en la proliferación de ictiofauna alóctona como recurso trófico (Blanco-Garrido *et al.* 2008).

Barbosa *et al.* (2001, 2003) desarrollan una modelización predictiva de distribución potencial de nutrias en la red hidrográfica ibérica basada en variables ambientales (climáticas y topográficas), geográficas y de tipo antrópico (densidad de red viaria y núcleos de población humana). Según este modelo el NO de Zamora presenta una probabilidad casi total de presencia del mustélido en el territorio. Resultado confirmado en sucesivos sondeos nacionales con la mejora en la ocupación por cuadrículas (Morales y Gómez-Gayubo, 2009).

Meinig y Boye (2009) citan como impactos negativos para la mastofauna ribereña factores generales como el cambio climático, la destrucción del hábitat, la presencia de especies invasoras o las piscifactorías. También otros, como la fragmentación del hábitat, las muertes accidentales o los atropellos, que derivan directa o indirectamente del turismo y de la utilización intensa para uso recreativo de los ecosistemas acuáticos. El turismo como fuente de impacto para las nutrias a través de la destrucción del hábitat es citado en numerosos países mediterráneos en el Plan de Acción de la UICN (MacDonald y Mason 1990); impacto que deriva de las molestias en las áreas ocupadas, de la alteración de las riberas y la calidad del agua, derivado de las infraestructuras asociadas (Figura 5.10).

La importancia en el nivel de presencia en las vegas fluviales ha sido cuantificada a través de parámetros como la densidad de red viaria, la ocupación del suelo, la presencia de edificaciones, las actividades productivas o la densidad de población humana (Durbin 1998, Robitaille y Laurence 2002, Prigioni *et al.* 2006, Loy *et al.* 2009, Ottaviani *et al.* 2009). Por su parte Marcelli y Fusillo (2009) comprobaron la relación limitante del nivel de antropización con la ocupación y expansión por parte de la nutria en el S de Italia, en lugares con condiciones naturales potenciales superiores a los resultados.

Sin embargo, no se han realizado estudios concretos para conocer la importancia que tiene la intensidad

del uso recreativo de un lago con presencia estacionalmente masiva de personas en ellas en la compatibilización con la fauna ribereña. *L. lutra* es considerada como una especie nocturna, de hábitos secretos, muy móvil en sus campeos, huidiza y por lo tanto sensible a la presencia humana.

Mantiene su estatus de especie "bandera" y despierta frecuentemente empatía entre los niños y personas con mayor nivel de conocimientos sobre el medio natural (Bath y Farmer 2000, Torkar 2010, Stevens *et al.* 2011), incluidos los pescadores. Bifulchi y Lodé (2005) ponen en duda el valor de utilizar a la nutria como especie "paraguas" en la planificación de conservación, ya que no encuentran mayor riqueza faunística en las zonas más ocupadas por la especie. Si bien la tendencia en España es considerarla como un buen indicador de calidad del ecosistema ribereño (Ruiz-Olmo *et al.* 1998a,b), gracias a la recuperación poblacional de las últimas décadas es posible encontrar indicios de su presencia en zonas muy antropizadas de grandes ríos o en el litoral (Jiménez *et al.* 2009). Estos autores reconocen además que la densidad de población humana, por sí sola, no explica suficientemente la distribución en España.

Dada la escasez de ecosistemas lacustres de entidad en la Península Ibérica (Pardo 1948, Casado y Montes 1995, Alonso 1998), no se ha estudiado hasta el momento la disponibilidad que ofrecen para la especie las orillas naturales de una masa de agua amplia y profunda. Debido a esta presión directa sobre los recursos acuáticos que utilizan las nutrias y sus presas, se planteó como objetivo conocer el patrón de utilización del lago de Sanabria por este mustélido, y su presunta relación con la masificación estacional de personas en las orillas. Para ello se compara la tasa de frecuentación de diversos tramos en las orillas del lago dentro de un sistema fluvial ampliamente utilizado por la especie durante dos periodos, inicialmente en los años 1995 - 99, y también en 2014.

5.3.2 MATERIAL Y MÉTODOS

5.3.2.A ÁREA DE ESTUDIO

El lago presenta una morfología elongada en dirección E-O y está subdividido en dos cubetas profundas (coincidiendo con las áreas de máxima acumulación de hielo) de paredes muy verticales y separadas entre sí por un umbral. La más profunda es la cubeta E (51 m); mientras que la cubeta O alcanza 46 m (Vega *et al.* 2005, Figura 5.10). Es un lago de tipo monomítico con un volumen de agua superior a 96 Hm³ y una elevada renovación (tiempo de residencia: 5-9 meses, De Hoyos y Comín 1999). Su balance hídrico está controlado por el caudal del río Tera que aporta el 98% de los 287 Hm³ de caudal circulante promedio anual (Aldasoro *et al.* 1991) y por el régimen de precipitaciones de tipo pluvio-nival que por lo general superan 2.000 mm/año en las cumbres (Negro 2005) y 1.400 mm/año en el valle (Aldasoro *et al.* 1991).

Dada la baja solubilidad y la naturaleza de las rocas que forman el substrato predominante en la cuenca, presenta aguas oligotróficas, ácidas y de bajo contenido mineral (De Hoyos y Comín 1999). De forma funcional se puede definir como un pequeño lago alpino de media montaña con aguas salmonícolas, aunque mantiene poblaciones ciprinícolas. No se tienen datos de presencia de peces o cangrejos alóctonos (Morales, obsv. per.).

▷ DISTRIBUCIÓN

El perímetro está conformado en gran medida por las morrenas laterales, por lo que presentan una textura muy gruesa con bloques erráticos y bolos de gran tamaño asentados caóticamente sobre la matriz de sedimentos finos. Lo que ofrece gran cantidad de superficies en la línea de costa y huecos propicios para su utilización por la nutria. Las orillas están ocupadas por un bosque aluvial de alisos (*Alnus glutinosa*) y fresnos (*Fraxinus excelsior*), con sauces (*Salix* sp pl) e introgresiones puntuales del robledal de *Quercus pyrenaica*. Únicamente una pequeña porción del perímetro en la parte oeste está ocupada por comunidades de macrofitas sumergidas. En un entorno de 100 m desde la línea de costa encontramos como elementos no naturales (Figura 5.10) que distorsionen el nicho potencial para las nutrias las instalaciones derivadas del turismo (playas, embarcaderos, chiringuitos, etc. en las orillas sur y este), la presencia de la carretera ZA-106 (orilla sur), así como praderas de siega y diente con pequeños huertos (orilla oeste).

5.3.2.B SEGUIMIENTO DE LA ACTIVIDAD DE *Lutra lutra*

No existe la posibilidad de estudiar las nutrias mediante huellas y rastros en el lago de Sanabria debido a la elevada cobertura herbácea de las orillas, la textura arenosa gruesa de las pocas playas existentes, las oscilaciones del nivel del agua y la acción del oleaje. Por lo tanto, se recurrió a la localización de indicios (excrementos, marcas oleosas, gelatinas y los restos de depredación sobre peces y anfibios), así como la observación de individuos. La técnica de muestreo esencial consistió en localizar señales de actividad de las nutrias en las orillas desde el interior de la aliseda y las rocas, ya que la gran pendiente en los bordes de la cubeta y lo abrupto del contorno del lago impide realizar búsquedas desde el interior del agua. Las señales de presencia reciente del mustélido, mayormente excrementos, fueron retiradas en cada repetición de los tramos recorridos, según se indica en Mason y MacDonald (1987).

Los tramos fueron seleccionados en función de su representatividad en el contexto de toda la línea de costa, de su proximidad o lejanía las zonas más impactadas por las actividades turísticas, y por la accesibilidad en todas las épocas del año a los puntos de marcaje de las nutrias. Aunque el lago mantiene un nivel relativamente estable oscila verticalmente unos 0,80 m durante las épocas de aguas altas, lo que añadido a la climatología (fuertes vientos y elevadas precipitaciones) supone limitaciones al tránsito por algunas zonas de la aliseda y a la conservación de los indicios.

Durante el estudio se han realizado 71 transectos en los 4 tramos seleccionados (Figura 5.10) a lo largo de 42 jornadas divididas en dos periodos de trabajo; inicialmente entre noviembre de 1994 y septiembre de 1999 (32 días y 50 transectos), y posteriormente entre febrero y octubre de 2014.

Los tramos tienen una longitud diferente en función de la topografía y la naturaleza de la propia orilla del lago: entre 420 m (tramo T9) y 1.145 m para T6 (detalles en Figura 5.10, Tabla 5.6 y Anexo A4.1.2).

Cada tramo fue recorrido en diferente número de repeticiones (Tabla 5.6), lo que permitió recorrer una distancia total superior a 55 km. Para estacionalizar la presencia de las nutrias en las orillas del lago en paralelo a la afluencia turística se agruparon en trimestres de la siguiente forma funcional: verano (VER): junio-julio-agosto, otoño (OTO): septiembre-octubre, invierno (INV): diciembre-enero-febrero; y el resto corresponden a la primavera (PRI).

Foto 1. Actividades recreativas en las zonas de playas.

Foto 2. Ejemplo de una zona de baño aislada.

Foto 3. Equipamientos de uso público en las orillas.

Foto 4. Alquiler de patines turísticos de pedales.

Figura 5.10 Localización del área de estudio, los tramos recorridos (T5 a T9) de forma repetida durante el seguimiento, así como la localización y dimensiones de los principales elementos relacionados con el turismo (Fotos 1 a 4) en el entorno del lago de Sanabria. (Se muestran algunos parámetros morfológicos del lago, tomados de Aldasoro et al. 1991) Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

▷ DISTRIBUCIÓN

En el primer periodo de estudio (1995-99) se realizaron únicamente transectos a pie por la orilla en busca de los indicios habituales. En el segundo periodo (año 2014) se hizo este mismo trabajo, pero además se utilizaron cámaras de fototrampeo Scoutguard SG560C con visión infrarroja tipo LED para constatar la presencia de la especie en el entorno de dos refugios frecuentemente usados como letrina, dada la relación entre el índice de actividad de las nutrias en las orillas y la recurrencia con la que visitan las letrinas (Guter *et al.* 2008). Uno situado en la ladera norte (tramo T6) y otro en orientación sur (T7), ambos en zonas de morrena lateral al borde del agua y de difícil acceso por la orilla. Se ubicaron durante la primavera y el otoño las cámaras por parejas en la entrada de los refugios, sujetas a la vegetación leñosa y mantenidas durante periodos superiores a 48 h. El centro de la escena fue cebado para mejorar la efectividad de los mecanismos de disparo y ampliar el tiempo de grabación. En total con esta técnica no invasiva el esfuerzo realizado fue de 624 y 960 h/trampa_día, respectivamente para ambos tramos.

5.3.2.C TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Para relativizar los datos de indicios (I) encontrados en cada transecto, con respecto a la diferente intensidad del muestreo en cada momento y estación, se utilizarán las frecuencias relativas y los cocientes directos indicios/número de días de muestreo (I/N), indicios/distancia recorrida (I/D) e indicios/número de transectos (I/T) para las comparativas. Además, se define la tasa de frecuentación (TF) de las orillas como el siguiente cociente: indicios/(número de transectos + distancia recorrida (en km), $TF = I/(T+D)$).

Asimismo para mejorar la precisión de las valoraciones de uso de las orillas por la línea de costa del lago y el río Tera, en cada tramo se asignó su longitud a una serie de cuadrículas de 100 m de lado proyectadas dentro de la malla UTM 100x100m; en total se estudiaron 33 de estas cuadrículas. Para calcular la TF se asignó como recorrido estandarizado la hipotenusa de la misma (141,42 m), en sustitución de la longitud real de la línea de costa.

El análisis estadístico descriptivo de los datos y el análisis de correlación de rangos (test RS de Spearman) e independencia de variables se realizó con el software Statistica® v7.0 StatSoft Inc., tras su almacenamiento en una hoja de cálculo Microsoft®Excel®2008. Las variaciones temporales y espaciales entre series de datos no estandarizados se comprobaron mediante el test no paramétrico de contraste de hipótesis χ^2 (χ^2) y el análisis de varianza para datos no paramétricos H' de Kruskal-Wallis. En todos los casos se indica que los test de contraste de hipótesis son altamente significativos (**) con niveles de p-valor inferiores a 0,01 y los grados de libertad (df) en cada caso.

Para la referenciación geográfica de datos y cartografía temática se utilizó ArcGIS 9.0®ESRI en capas "shapefile" y ortofotografías del PNOA geo-referenciadas en datum ETRS89 proporcionadas por el servicio de cartografía digital de la Junta de Castilla y León.

5.3.3 RESULTADOS

Globalmente el 71.3 % de los transectos (51 de 71) fueron positivos en la localización de los indicios de *L. lutra* entre 1995 y 2014, con un total de 247 indicios de su presencia. La tasa promedio de

indicios I/T resultó de 2,9 (rango: 1–33, mediana: 2,4), con un total de 20 transectos negativos. Asimismo se tuvo éxito en el 9,5% (2 de 21) de las jornadas de trampeo fotográfico en los tramos T7 y T6, con un esfuerzo total de 1.680 h/trampa_día. En el segundo tramo la efectividad fue de 0,20 positivos/100 h y nula en el primero.

5.3.3.A Variación interanual y mensual

Aunque en todos los años la tasa de muestreos positivos resultó superior al 50% (Tabla 5.6), el número de indicios promedio en cada recorrido resultó de I/T: 3,59 indicios/recorrido (rango: 1–5,9) en el primer periodo de estudio (1995-99), mientras que se redujo un 31,1% para el caso de 2014, con una tasa I/T anual de 2,48 indicios/recorrido. Teniendo en cuenta los tres años (Tabla 5.1) de muestreo más intensivo (tasa de I/T: 4,1 indicios/recorrido) la reducción es del 39,6%. De los 35 meses de estudio repartidos en ambos periodos en 9 (el 26%) no fue posible localizar la presencia de indicios, entre ellos un total de 3 entre los 8 meses (el 38%) de trabajo de 2014.

No se encontró correlación entre la cantidad de indicios detectada y la afluencia turística al lago (test RS: -0,47, df: 11, $p < 0,1$), con gran estacionalidad apuntada hacia el verano (Figura 5.11). Pero sí una correlación negativa probablemente significativa entre ésta y los parámetros I/N y TF (RS: -0,63 y -0,7, $p < 0,03$ y $p < 0,01$, respectivamente).

años	N	I	T	D (km)	TF	Resultado del muestreo		
						POS	NEG	% POS
1994	1	0	1	0,42	-	0	1	-
1995	3	14	3	3,43	2,17	2	1	66,7
1996	3	4	4	3,85	0,51	3	1	75,0
1997	12	69	17	14,81	2,28	10	7	58,8
1998	6	27	11	10,39	1,26	8	3	72,7
1999	8	102	15	15,23	3,37	11	4	73,3
2014	10	52	21	17,52	1,52	17	4	81,0
suma:	42	268	71	64,8		51	20	

Tabla 5.6 Resultados de presencia de *Lutra lutra* en el lago de Sanabria a través de los indicios encontrados y el esfuerzo de muestreo de cada año de seguimiento. (NEG: muestreo negativo, POS: positivo)

La Tabla 5.6 recoge la variabilidad interanual en la actividad detectada en las orillas del lago de Sanabria. Siendo la frecuentación (índice TF) siempre de valor inferior a 3 indicios/km_recorrido, excepto en 1999. Considerando la TF mensual los valores del primer periodo son en promedio TF1995-99: 2,1 (rango 0,36–10,55) y de TF1997-99: 2,5. Frente a estos datos el promedio en 2014 resultó varias veces inferior, TF2014: 1,12 indicios/km_recorrido (rango 0,41 – 2,89).

Se han encontrado diferencias altamente significativas entre ambos periodos de estudio (χ^2 : 39,89, df: 6, **) teniendo en cuenta la TF mensual (Figuras 5.9 y 5.10). Comparando los años 1997 y 1999 (los de mayor esfuerzo de muestreo) frente a 2014 los resultados también resultaron altamente significativos (1997 vs. 2014 = χ^2 : 94,57, df: 6, **; y también 1999 vs. 2014 = χ^2 : 96,31, df: 4, **). Para el caso de 1998, con un nivel de datos menor, la prueba no resultó significativa (χ^2 : 2,7, df: 2, NS).

Figura 5.11. Tasas de utilización mensuales del lago de Sanabria por *L. lutra* a través de la intensidad de localización de indicios de su presencia y la distribución de la afluencia del turismo en el ecosistema lacustre.

5.3.3.B Variación local por tramos

En cuanto a la comparación entre tramos T5 y T9 presentaron un valor TF superior (Tabla 5.7, Figura 5.13) al promedio, siendo los otros dos tramos de valores con magnitud tres veces inferior. Situado en la orilla N es el tramo T6 el que más intensamente se ha estudiado y en él resultaron positivos 23 de los 34 (el 67,6%) transectos. En menos recorridos se localizaron el mismo número de indicios en el tramo T5 de los cuales el 68,8% resultaron positivos (Tabla 5.7).

Con 14 de transectos en T9 (recorrido de 5,9 km) se encontraron 12 positivos, lo que supone casi el 86% de éxito. Los resultados de fototrampeo de la primavera y el otoño de 2014 en T6 (312 h) fueron nulos.

tramos	I	T	D (km)	TF	Resultado del muestreo			Variación TF	
					POS	NEG	% POS	1995-99 / 2014	evolución
T5 (d: 0,99 km)	97	16	15,8	3,1	11	5	68,8	7,1 / 6,6	-7,3%
T6 (d: 1,14 km)	98	34	38,8	1,3	23	11	67,7	6,2 / 3,9	-25,0%
T7 (d: 0,62 km)	13	7	4,3	1,1	6	1	85,7	5,0 / 3,6	-28,8%
T9 (d: 0,42 km)	60	14	5,9	3,0	12	2	85,7	12,9 / 9,1	-29,4%
suma:					52	19			

Tabla 5.7. Resultados de presencia de *L. lutra* en el lago de Sanabria a través de los indicios encontrados y el esfuerzo de muestreo realizado en cada uno de los 4 tramos de estudio. (d: longitud del tramo, NEG: muestreo negativo, POS: positivo)

Figura 5.12 Variabilidad interanual (A) en los niveles de ocupación del lago por *L. lutra* en relación con la intensidad del muestreo y B) la probabilidad de que resulte negativo y evolución mensual de los resultados de frecuentación (escala logarítmica) de los tres años indicados.

En la orilla S (tramo T7) se localizaron únicamente 13 indicios en 7 transectos que sumaron 4,3 km. Este tramo fue el único en el que no hay ninguna cuadrícula 100x100 m incluida en los valores máximos de TF (Figura 5.10). Los resultados de fototrampeo mostraron un patrón de muy poca utilización del tramo, con 2 positivos en 480 h de funcionamiento, lo que representa una efectividad de 0,21 positivos h/trampa_día.

5.3.3.C Variación estacional

Estacionalmente se ha encontrado un patrón muy diferenciado entre los valores de éxito en la localización de indicios entre el verano y las demás estaciones (Tabla 5.8, Figuras 5.14 y 5.15). Siendo en éste TF entre 9 y 12 veces inferior que en las épocas invernales. La menor TF en ambos periodos se encontró en verano, seguida de primavera y otoño (Figura 5.15). No se encontró ninguna relación entre la magnitud de los recorridos y la cantidad de indicios localizados en ellos. Siendo en el verano del primer periodo y casi todo 2014 inferior al promedio (TF promedio: 1,81 indicios/km_recorrido) (Figura 5.14_B).

VER (m= 3)	0,14	5,63	1	2	33%
OTO (m= 1)	1,35	2,19	1	0	100%
INV (m= 2)	2,44	4,75	2	0	100%
promedio:	1,27	4,38			83%

Tabla 5.8. Análisis estacional de la presencia de *L. lutra* en el lago de Sanabria a través de los indicios encontrados y el esfuerzo de muestreo. (m: número de muestras mensuales, NEG: muestreo negativo, POS: positivo)

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 5.13 A) Relación entre el número de transectos en los que se detectó la presencia de *L. lutra* en el lago de Sanabria con el esfuerzo de muestreo y la cantidad de indicios sobre los que se basa la comparación de las medias mensuales. B) Diferentes niveles de actividad en función del éxito en la detección de defecaciones y otros indicios.

Figura 5.14 Variabilidad mensual en los niveles de frecuentación TF por *L. lutra* de los cuatro tramos estudiados a lo largo de los dos periodos de estudio. (Atención, diferentes escalas)

Periodo	Estación	TF	D (km)	Resultado del muestreo		
				POS	NEG	% POS
1997-99	PRI (m= 6)	1,92	8,28	4	1	80%
	VER (m= 6)	0,31	9,27	2	3	40%
	OTO (m= 3)	3,02	8,18	2	0	100%
	INV (m= 9)	4,12	9,83	8	1	89%
	promedio:	2,34	8,89			77%
2014	PRI (m= 2)	1,17	4,95	2	0	100%

Excluyendo el día 26/12/1997 en el que no se pudo encontrar actividad de *L. lutra* en el lago a pesar de realizarse transectos en T5 y T6 (probablemente por motivos climáticos de lavado de los puntos de marcaje debido al fuerte oleaje con el lago en aguas altas), la totalidad de los muestreos con resultados negativos (9 jornadas) lo fueron en época veraniega. En total 8 de 13 jornadas veraniegas dieron resultados negativos. En concreto en dos casos (25/07/1999 y 06/09/2014) se hicieron mayoritariamente transectos negativos y sólo se encontraron algunos indicios no frescos. Por su parte el día 20/08/1999 se encontraron 5 excrementos (3 muy lavados) en uno de las tres tramos visitados.

Figura 5.15 Variación estacional de la presencia de *L. lutra* en el lago de Sanabria. Se comparan la cantidad de datos (A) encontrada a lo largo de los muestreos en las cuatro estaciones del año, la tasa de frecuentación (TF) de la especie en las orillas estudiadas con los datos estandarizados según el esfuerzo de muestreo (C y D) y la tasa de actividad I/N encontrada respecto al promedio (B) en los 6 años de seguimiento.

Durante los veranos se utilizaron 13 jornadas de trabajo en los que se recorrieron un total de 17,4 km para recolectar únicamente 15 indicios. Esto se traduce en la frecuentación más baja con un valor de TF_{VER} : 0,52 indicios/km_recorrido. En invierno y primavera se recorrieron 12 y 23 transectos con valores TF_{INV} : 3,50 y TF_{PRI} : 3,06 indicios/km_recorrido, respectivamente. En el caso del otoño los 12 transectos realizados (6,5 km recorridos) ofrecieron valores intermedios de TF_{OTO} : 1,80. Los resultados del test H' detectan diferencias estacionales ($H' 3, 29 : 12,06$, **) altamente significativos.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 5.16 Variación estacional y mensual de la detección de *L. lutra* en el lago de Sanabria (A) y relación entre el esfuerzo de muestreo y los resultados de frecuentación en cada uno de los periodos estudiados (B). Se representa el origen de coordenadas de la gráfica en el promedio para ambas variables. (NEG: muestreo negativo, POS: positivo)

Se encontró un TF mensual promedio de 2,08 indicios/km_recorrido siendo la dispersión de los datos de 0,22 en verano y 3,28 en el invierno (rango: 0,14 – 4,12 indicios/km_recorrido). Los cocientes I/N de verano (I/N_{VER}) con el resto de las estaciones obtuvieron unos ratios de 8,5 con el invierno, 7,6 con la primavera y de 5,6 para el otoño, respectivamente. Y para el caso de TF_{VER} con el resto de 14,8 / 7 / 9,9 indicios/km_recorrido, respectivamente por ese mismo orden. El análisis por cuadrículas de la línea de costa muestra un notable descenso en la cantidad de indicios en todo el lago para el verano (Figura 5.10), así como en la zona T6 durante el otoño.

La zona T5 parece el único refugio de la actividad de las nutrias durante la estación veraniega, con valores puntuales de TF entre 1,0 y 10,1 indicios/km_recorrido.

5.3.3.D Evolución temporal

El conjunto de datos del estudio muestra un descenso en actividad lutrina en el lago de Sanabria en torno al 25% (de TF: 7,5 a 5,8 indicios/km_recorrido) entre 1995-99 y 2014, con diferencias en función del tramo y su diferente ocupación para actividades turísticas (Tabla 5.8 y Figuras 5.17 a 5.19).

Los tres tramos íntegramente ubicados en el lago variaron negativamente entre ambos periodos, con descensos de entre -7,3% y -28,8% para la TF anual. En el caso de T9, el tramo ligado a la salida del río Tera desde el lago, la evolución también resultó negativa, con valor de -29,4% (Tabla 5.8 y Figura 5.18).

Comparando los promedios mensuales del periodo con datos de ambas fases de estudio (meses marzo a octubre) no se encontraron diferencias (χ^2 : 84,3, df: 7, NS; RS: +0,25, NS), pero sí para las comparaciones parciales en los tramos T6 y T9 (χ^2 : 32,3, df: 7, ** y χ^2 : 42,3, df: 7, **), respectivamente.

Figura 5.17 Variación de la tasa de frecuentación TF (indicios/transecto_recorrido) en los tramos de estudio (A) a lo largo del estudio, y evolución de la cantidad de indicios (B) localizados por estaciones en las 33 cuadrículas 100x100 m.

El análisis por cuadrículas 100x100 m muestra un descenso en la cantidad de indicios y en la frecuentación TF basado en un menor uso del tramo T9 y de parte del T5 en primavera por las nutrias, y un mantenimiento en niveles bajos de uso para el resto (Figura 5.17).

5.3.4 DISCUSIÓN

Morales y Lizana (1998) presentaron los primeros datos de uso del entorno de este lago basados en dos ciclos estacionales. En un análisis por cuadrículas de malla UTM 1x1 km encuentran una ocupación de las orillas del lago menor durante la época estival y los tramos más próximos de la red hidrológica del Tera. Encontrando además altos niveles de ocupación todo el año tanto aguas arriba como debajo del lago, con tramos que constituyen un núcleo poblacional estable. En este sentido, resaltan la estacionalidad de la utilización primaveral de los cañones fluviales del Tera y sus afluentes de cabecera como recurso trófico del complejo lagunar de altitud localizado en la penillanura de Sierra Segundera (Morales *et al.* 1998), siendo el lago una mera parte del corredor fluvial desde el valle.

Figura 5.18 Evolución entre los dos periodos de estudio de los resultados de TF (indicios/transecto recorrido) en el global del estudio (A) y del resultado de cantidad de indicios (B) localizados en los cuatro tramos de estudio según la sucesión estacional.

Nores *et al.* 1990 relacionan negativamente la cantidad de marcas fecales de *L. lutra* que se localizan en la red fluvial de la montaña asturiana con la altitud de los tramos. En lugares de altitud próxima a 1000 msm encontraron una frecuentación de 1,1 indicios / 200 m, es decir se corresponden con valores de TF en torno a 5, lo que supone doblar y triplicar los valores del lago de Sanabria (ver Tabla 5.6).

Preston *et al.* (2006) encuentran en lagos de Irlanda una presencia importante de deposiciones en los puntos de control (65-100% de positivos), valores superiores a los detectados en la red fluvial (29-75%), aunque recogen menor actividad en las zonas de montaña que en los valles. Los datos de TF obtenidos en 1995-99 en Sanabria revelan una actividad lutrina mucho más baja de la esperada ($TF < 3$ en el 62% de los casos), que todavía se reduce en 2014 ($TF < 2$ en el 87,5% de los casos, y $TF < 1$ el 50% de los muestreos). En el primer periodo se obtuvieron valores de $TF > 6$ en el 14% de los transectos y ninguno

con $TF > 3$ en el año 2014.

Guter *et al.* 2008 relacionan mediante fototrampeo la poca intensidad de marcaje tanto con bajas densidades de nutrias en esos tramos, como también por escasez en la disponibilidad de presas. Thol-Schmitz (2005) registra, en un lago mediterráneo 39 veces más extenso, una completa compatibilidad entre las nutrias y la actividad de pesca local con métodos artesanales, a pesar de la ocupación de las orillas y las perturbaciones que la actividad supone para el mustélido. La productividad del lago Uluabat y sus dimensiones introducen por lo tanto un factor propicio para la estabilidad de las poblaciones de *L. lutra*, que compensa la perturbación de la actividad humana, difusa aunque intensa, en sus orillas e islas.

Según Adamic y Smole (2011) las cámaras-trampa son menos efectivas en los lugares donde la línea de costa cambia de forma frecuente, ya que en ese caso el dispositivo de disparo no se activa aunque después es posible encontrar huellas y excrementos en los mismo lugares. Algo que no ha ocurrido en este lago de orillas constantes ya que existe una coincidencia completa entre bajo nivel de indicios y de contactos en el fototrampeo.

Coincidiendo con Palomares *et al.* (1989) para zonas mediterráneas, con ríos de régimen estacional, se encuentra en Sanabria un patrón de máxima intensidad de marcaje fecal en primavera (Morales y Lizana 1998). Sin embargo las diferentes condiciones ecológicas en ambas zonas geográficas (diferente productividad y nivel de refugios) producen valores absolutos inferiores en nuestra zona. De hecho, los máximos primaverales (I/T: 2,4) encontrados en Sanabria (Morales y Lizana 1998) se corresponden con valores mínimos de otoño en el bajo Guadalquivir (Palomares *et al.* 1989).

Para ambientes mediterráneos de Portugal Mason y MacDonald (1982) encuentran una alta concentración de indicios en verano (patrón unimodal), en función de la cantidad de recursos que ofrecen a las nutrias las lagunas no temporales. En el lago de Sanabria se ha encontrado un patrón plurimodal de invierno similar al que señalan Mason y Macdonald (1986) para ríos escoceses. Aunque se obtiene presencia en muestreos de finales de primavera y en algunos de verano se trata de una utilización residual ya que su presencia se basa en muy pocos indicios durante el tiempo en el que su tiempo de desaparición de las rocas es el mayor del año debido a la bajada del nivel del agua. Esto supone una actividad lutrina mínima comparada con el resto del valle (Morales y Lizana 1998); e incluso con las lagunas de alta montaña (Lizana *et al.* 1996, Morales *et al.* 1998), también de características oligotróficas y baja producción de peces (Morales com. per.).

En verano no se han encontrado más de 3 indicios en ningún transecto y todos los resultados de más de 20 indicios se recogieron únicamente en invierno, lo que indica que la población de nutrias podría estar limitada de forma natural por la baja producción de presas, pero además por otros factores no naturales que impiden utilizar el potencial de refugio de las orillas, en especial durante el periodo veraniego cuando el lago es prácticamente abandonado. La escasa tasa de excrementos encontrada en la orillas avala la conclusión de que las nutrias del Tera apenas utilizan el lago a través de la relación que Jenkins y Burrows (1980) establecen de proximidad de los puntos de marcaje con las madrigueras ocupadas (73% de los indicios a menos de 100 m).

Figura 5.19 Variación de la tasa de frecuentación TF (indicios/transecto_recorrido) en las 33 cuadrículas 100x100 m. A) Niveles de TF durante ambos periodos a lo largo de los cuatro tramos de estudio y B) variación retrospectiva neta a lo largo de ese periodo; positiva (azul) y negativa (rojo).

En el transcurso del estudio se ha producido un suceso que podría haber ayudado a mejorar la disponibilidad trófica, la reintroducción de anguilas (*Anguilla anguilla*) por motivos piscícolas deportivos. Ésta especie es una presa importante para la nutria en otros lagos (Preston *et al.* 2007) aunque de difícil captura en las aguas profundas de gran parte del litoral del lago de Sanabria. También lo es en cauces con poblaciones naturales de nutrias (Serdio *et al.* 2001, 2002, Britton *et al.* 2006, Preston *et al.* 2006, 2007, Remonti *et al.* 2008, Kruuk 2014) y con poblaciones reintroducidas (Ruiz-Olmo *et al.* 2001b). La presencia de las anguilas como recurso en las frías aguas profundas del lago de Sanabria debería haber mejorado la capacidad del lago para albergar nutrias. Pero esta hipótesis no ha podido ser comprobada, y en todo caso la evolución de los valores de I/T y TF encontrados 15 años después del primer periodo de estudio parecen indicar lo contrario.

La pesca deportiva de la trucha, tanto en barca como desde las orillas, constituye otro de los focos de disturbio en las orillas, con presencia de personas y mascotas. A diferencia de las actividades de baño representa una alteración de la orilla y el agua de mucha menor intensidad. Ruiz-Olmo y Casadesús (1998) señalan que las nutrias no son afectadas por la presencia de pescadores y que esta actividad presenta compatibilidad con la expansión de la especie por nuevos territorios. La presencia de las nutrias tanto en el lago como en cauces de su entorno no ha mostrado variaciones en respuesta a las épocas hábiles de pesca durante el estudio (J. Morales com. per.).

Sin embargo tal y como indican MacDonald *et al.* (1978) para las riberas del río Teme la presencia de disturbios frecuentes e intensos causados por la noche por el asentamiento de caravanas es suficiente para que las nutrias rehúsen dejar marcas en ese tramo. Algo similar podría estar sucediendo en el lago, de manera que la gran potencialidad de refugio y puntos de comunicación que ofrecen sus orillas no es aprovechado por las nutrias que se ausentan durante los meses de disturbios frecuentes.

5.3.4.1 CONCLUSIONES

Como conclusión, podemos afirmar que la masificación del turismo veraniego en este entorno lacustre de reducidas dimensiones podría constituir una barrera etológica que esté limitando los movimientos de dispersión y de campeo de los efectivos desde el valle, donde la especie se asienta todo el año con poblaciones estables desde hace décadas (Morales y Lizana 1998, Morales y Gómez-Gayubo 2009). Además, en determinados momentos del año podría representar una barrera para la especie con efectivos aislados aguas arriba, con lo que el contingente que ocupa los cañones y el complejo lagunar glaciar todos los veranos (Lizana *et al.* 1996, Morales y Lizana 1998) quedaría incomunicado con la otra parte de la población que habita tramos del valle del Tera aguas debajo del lago.

Se comprueba una gran discrepancia entre el nicho potencial de las orillas (disponibilidad trófica y refugios) y el nivel de presencia de las nutrias en este lago. Cabe resaltar en consecuencia que la densidad, o al menos la ocupación de las orillas, ha disminuido notablemente durante 18 años a la par que la actividad turística se ha incrementado. Las perturbaciones que producen las playas y las infraestructuras ribereñas, parecen por lo tanto repercutir de forma negativa desde hace décadas durante gran parte del año en el poblamiento lutrino del mayor lago glaciar de la Península Ibérica.

5.4 RELACIÓN DE LA CONDUCTA DE MARCAJE DE PRIMAVERA Y VERANO CON LOS RESULTADOS DE SONDEO

Las fluctuaciones en la intensidad de conducta de marcaje de las orillas en distintas zonas geográficas de Europa fueron analizadas por Mason y Macdonald (1987) en relación con los valores de éxito en la localización de nutrias durante la primavera y verano para la realización de "otter surveys" o sondeos (Figura 5.20).

Encontraron una relación positiva entre la estabilidad de la población y las condiciones de mediterraneidad del lugar, con menores valores para las poblaciones más pequeñas y reducidas y mayores valores de ambas variables para los lugares más mediterráneos como Andalucía, Portugal o Grecia con buenas poblaciones y éxito superior a 60% de las localidades.

El promedio español está en torno a 40% de positivos y bajos valores de tasa de marcaje; lo que lo sitúa a caballo entre las poblaciones muy desestructuradas y amenazadas del S de Italia en esas fechas; y otras en mejores condiciones en Gales, pero en ríos menos productivos y ambiente mucho más oceánico.

La relación que proponen Mason y Macdonald (1987) entre los sitios positivos (y) y la distancia recorrida (x) en los sondeos en ambos casos es:

- en Gales: $y = 93 + 0,09x$ ($r = 0,97$)
- ambiente mediterráneo: $y = 148 + 0,23x$ ($r = 0,99$)

Coincidiendo con la estacionalidad de la tasa de marcaje de sus territorios en las nutrias de Sanabria se encuentran valores más elevados de densidad en la época primaveral que en el verano. Los valores primaverales se aproximan más a los promedios típicos de zonas mediterráneas en ríos más productivos (Figura 5.20_B) con comunidades piscícolas dominadas por ciprínidos y/o especies alóctonas.

Mientras que los valores de verano son más bajos y próximos a ríos de montaña o norteños, con comunidades piscícolas basadas en pequeños ciprínidos y sobre todos en salmónidos.

Este incremento está basada sobre todo en el gran peso que tiene sobre la muestra de datos la laguna de Peces (C3), en la que la presencia de las nutrias también es estacional de máximo primaveral.

En ambos casos hay que destacar una muy diferente disponibilidad trófica, en un caso debido a los estiajes y las oscilaciones del caudal (ríos de régimen mediterráneo) y en el otro a la presencia masiva de presas durante unas pocas semanas y luego la desaparición de gran parte de la biomasa disponible.

Los valores mínimos del verano son muy equiparables con los obtenidos en ríos de Gales, con una menor estacionalidad en los cauces y una mayor continuidad en los recursos tróficos, tal y como se presenta en los tramos fluviales del valle del Tera.

El análisis de esta comparativa entre las tres zonas altitudinales (Figura 5.21_A) refleja la ausencia de diferencias entre la Sierra Segundera (SS) y la Cabrera Baja (SC), y también unos niveles promedio muy similares en la densidad, pero de mayor éxito en los sondeos para las zonas del valle del Tera (VT).

También se han encontrado diferencias en cuanto a las estaciones de muestreo. Teniendo en cuenta las mejores en la localización de indicios (Figura 5.21_B) los valores menores de densidad y peores porcentajes de positivos se encontraron en el lago de Sanabria (T5-T9), bastante peores que los promedios. Sin embargo los valores para las zonas altas (representado por C3, la laguna de Peces) resultaron los mejores en cuanto a éxito en el sondeo. Por el contrario los valores de la mejor estación del valle principal del Tera (T19) resultaron con menores porcentajes positivos pero con valores de densidad muy próximos a los datos de los sondeos de Grecia o Portugal (Mason y Macdonald 1987).

Figura 5.21 Relación comparativa como en la Figura 5.20 entre la conducta de marcaje de la primavera y el verano en Sanabria (SSC, Sierra Segundera y Cabrera) y 6 sondeos de nutria (A). También se muestra la relación con el promedio de todo el estudio, y los mejores tramos de zonas altas, el lago y el valle principal (B). Abreviaturas en el texto.

6. IMPORTANCIA DE LAS LAGUNAS Y EMBALSES DE MONTAÑA COMO FACTORES DE FIJACIÓN DE LAS POBLACIONES DE NUTRIA.

6.1 ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUTRIA EN ÁREAS MONTAÑOSAS BASADO EN EL SONDEO NACIONAL DE LA S.E.C.E.M.

A través del análisis solapado de las cuadrículas con resultados positivos en los tres sucesivos sondeos nacionales (Figura 6.1) de la especie realizados por el Grupo Nutria-SECEM podemos observar un patrón de mejora secuencial del poblamiento lutrino basado en la conservación de la especie en las zonas montañosas estudiadas para las cuatro áreas de estudio.

En tres de estas áreas se ha consolidado el poblamiento lutrino en las subcuencas de acceso a las partes elevadas a partir del análisis de los primeros datos de 1984-85 (Delibes 1990), presentando resultados positivos en muchos casos los dos siguientes sondeos en las mismas cuadrículas. En las zonas mejores para la especie de las provincias de Zamora y Ávila, y en parte del área pirenaica de Lleida, las cuadrículas en el entorno más montañoso fueron positivas para los tres sondeos (Figura 6.2).

En la Tabla 6.1 se muestran los resultados de evolución de prospecciones positivas a lo largo de los 20 años de monitorización de la nutria en España en los que se realizaron los tres primeros sondeos nacionales. La evolución de las cuadrículas positivas presenta una ratio mucho mayor en la zona en que se le presupone un peor nivel inicial; y es menor, en forma progresiva, en las provincias en las que las poblaciones inicialmente presentaban mejores condiciones. Por lo tanto, el grado de expansión en cada área, por dispersión de poblaciones estables parece tener relación directa con las condiciones iniciales de la década de los 80's.

	ZA	AV	PA	HU	L	ZA %	AV %	PA %	HU %	LL %
cuadrículas posibles	154	108	120	213	158					
I sondeo	16	12	42	16	6	100	100	100	100	100
II sondeo	17	35	34	45	26	106	292	81	281	480
III sondeo	56	59	87	85	56	350	492	482	531	1.120
Ratio	3,5:1	4,9:1	4,8:1	5,3:1	11,2:1					

Tabla 6.1 Evolución de la presencia de *Lutra lutra* en las cuatro provincias a través de las cuadrículas UTM 10x10 Km positivas (ZA: Zamora; AV: Ávila; HU: Huesca; LL: Lleida) durante los tres Sondeos Nacionales. (I: 1984-85; II: 1994-96; III: 2004-06). También se muestra la ratio de cuadrículas positivas en cada una a lo largo de los 20 años de sondeos.

El análisis a través de cuadrículas 10x10 km positivas en un Sondeo Nacional permite obtener una visión global de la evolución, sin embargo no permite obtener datos precisos para pequeñas regiones.

Figura 6.1 Evolución de la presencia de *Lutra lutra* en las cinco provincias (ZA: Zamora; AV: Ávila; HU: Huesca; L: Lleida) incluidas en las áreas de estudio a lo largo de los veinte años de estudio del mustélido mediante Sondeos Nacionales. Datos de SECEM – Grupo Nutria. Datos tomados de: A) Delibes, 1990; B) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y C) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

La evolución de los resultados de los sondeos nacionales en las cuadrículas pertenecientes a las tres áreas de estudio se muestra en la Tabla 6.1; y además se realiza una estandarización de estos resultados mediante la división de los valores porcentuales por el tamaño de cada área.

La evolución de los resultados positivos presenta mejores resultados en Sanabria y Fuentes Carrionas que en Gredos, incluso tras estandarizar la comparativa con el tamaño del área de estudio (Tabla 6.2), que fueron muy distintas en los cuatro casos.

En el caso de Pirineos tenemos una situación intermedia al partir de una situación mala de poca ocupación en el primer sondeo, con una más que notable recuperación en el tercer. Evolución similar a la encontrada en el N de Palencia, aunque en este caso con ausencia total de la especie en el primer sondeo en las zonas más norteñas, pero luego han tenido una buena tasa de colonización por parte de la especie.

▷ DISTRIBUCIÓN

	I Sondeo		II		III		I	II	III	Ratio -
	cuadrículas	cuadrículas	cuadrículas	cuadrículas	cuadrículas	cuadrículas	+ %	+ %	+ %	
SSC	4	10	6	9	12	2	100	150	300	5:1
SG	5	6	8	3	8	3	100	160	160	2:1
FC	0	4	0	4	3	1	0	0	75	4:1
PC	20	112	50	83	84	59	100	250	420	1,9:1

Tabla 6.2 Evolución de la presencia de *Lutra lutra* en las tres áreas de estudio a través de las cuadrículas UTM 10x10 km positivas (SSC: Sierras Segundera y Cabrera, Zamora; SG: Sierra de Gredos, Ávila; FC: Fuentes Carrionas, Palencia; PC: Pirineos Centrales en el área subalpina de las provincias de Huesca y Lleida) a lo largo de los tres Sondeos Nacionales de la especie realizados por la SECEM (I: 1984-85, Delibes 1990; II: 1994-96, Ruiz-Olmo y Delibes 1998; III: 2004-06, López-Martín y Jiménez, 2008) y las superficies (en hectáreas) relativas de cada una. También se muestra la ratio de cuadrículas negativas en cada una de las zonas estudiadas a lo largo de los 20 años de sondeos.

La ratio de las cuadrículas negativas muestra valores mucho más elevados en la zona sanabresa (SSC) y en la cabecera del Carrión (FC), en función de la positiva evolución de las prospecciones en el entorno de las zonas montañosas del norte de la cuenca del Duero.

Sin embargo, en Gredos (SG) y en los Pirineos Centrales (PC) se produce una evolución positiva mucho más modesta, aunque por motivos diferentes ya que en el primer caso se parte de poblaciones en buenas condiciones en la década de los 80's y en el segundo de la recolonización de los territorios perdidos en esas subcuencas.

No obstante en el análisis provincial de las cuadrículas se pueden observar tendencias de evolución y regresión en las distintas subcuencas, ya que los datos de campo pertenecen a un ámbito vectorial y el resultado se presenta a través de una superficie, que además no representa en todos los casos el mismo número de estaciones positivas del sondeo.

Este es una de las inexactitudes inherentes a un sondeo tan amplio, y tan participado por gran cantidad de personas con distintos grados de formación en la especie y de capacidad de trabajo sobre la búsqueda de indicios. Los siguientes resultados deben por lo tanto tomarse con las debidas precauciones a la hora de extrapolar resultados y extraer conclusiones, ya que además la metodología del tercer sondeo no es la misma que la empleada en los otros dos anteriores (ver Discusión I).

Un indicio de la solidez de los datos de ocupación a lo largo del periodo en que se han realizado los sondeos nacionales y de la estabilidad en esas zonas de las poblaciones lutrinas lo representan las cuadrículas en las que consecutivamente a lo largo de los tres sondeos se han obtenido resultados positivos. En la Figura 6.2 se muestran los resultados positivos para los tres sondeos en las zonas de estudio del presente trabajo, basado en el análisis del retículo UTM 10x10.

El avance en los resultados de ocupación por *Lutra lutra* obtenidos en las áreas de muestreo de los cuatro macizos montañosos estudiados con respecto a la zona ocupada en el 3^{er} Sondeo se muestra en la Figura 6.2.

Figura 6.2 Evolución del nivel de poblamiento de *Lutra lutra* en el entorno de las áreas de estudio a través de los resultados de los sondeos nacionales de la SECEM en las cinco provincias estudiadas. Datos de SECEM – Grupo Nutria. Datos tomados de: A) Delibes, 1990; B) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y C) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

La progresión de la ocupación de la especie de territorios alrededor de las zonas positivas durante los muestreos para el presente trabajo hace más de 15 años queda patente, siendo en este aspecto clave el papel de reductos de las poblaciones de la especie que ejercieron las citadas áreas montañosas. En especial en la zona mesetaria y en el área subalpina de Pirineos (ver más atrás).

Por el contrario el patrón de colonización en la provincia de Palencia ha sido contrario, con una mayor progresión de la especie de los tramos medios y bajos de los cursos como el Pisuerga y Carrión hacia sus cabeceras en las estribaciones de la Cordillera Cantábrica.

▷ DISTRIBUCIÓN

Figura 6.3 Resultados positivos en las cuadrículas 10x10 a través de los 3 sondeos nacionales (verde) para las zonas de estudio de las cinco provincias seleccionadas, en relación con los resultados de los trabajos de muestreo propios de la tesis (círculo verde: positivo, rojo: negativo) para las zonas de altitud. Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de: I) Delibes, 1990; II) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y III) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008. Detalles cartográficos en Anexo A4.0.

Figura 6.4 Resultados positivos en las cuadrículas 10x10 (verde claro) del tercer sondeo nacional para las cinco provincias seleccionadas, en relación con los resultados de los trabajos para las zonas de altitud de muestreo de la tesis (verde intenso: positivo, rojo: negativo). Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

Se puede intuir a través de los esquemas de la Figura 6.4 que la mayor velocidad de recuperación de las poblaciones lutrinas se produce a partir de áreas serranas, donde la presencia de ecosistemas lacustres ayuda a mantener los efectivos y aumenta los recursos tróficos y los hábitats para explotar; en especial en sistemas fluviales con marcado carácter mediterráneo. Aunque también se puede apreciar como existe el modelo recíproco de colonización de zonas montañosas que han quedado aisladas por grandes embalses desde las poblaciones de los cauces medios, como en caso de Fuentes Carrionas.

En el caso del área subalpina de Pirineos Centrales el resultado se ha producido de la conjunción entre los resultados de la dispersión de nuevos núcleos en subcuencas de reciente ocupación desde los núcleos relícticos que quedaron atrincherados en las cabeceras del Segre y ambos Noguera, y de la dispersión de colonización desde el centro de la cuenca del Ebro hacia tramos medios de todos los principales afluentes y por lo tanto un proceso de recolonización natural por parte de poblaciones más o menos remotas que al reducirse los problemas de conservación que les producían el estrés poblacional ahora realizan los movimientos demográficos habituales en la especie.

Por lo tanto se detectan dos patrones de explicación para los datos más recientes de sondeos en estas áreas montañosas. En un caso han servido como reservorio de ejemplares, aguas arriba de una zona de gran barrera fluvial, que utilizaban al inicio del periodo de estudio las zonas más altas; y otro patrón en el que son las altas las receptoras de ejemplares de poblaciones del curso medio que se podrían haber conservado en tramos bloqueados entre obstáculos pero con buen estado de conservación general y que les permitió salir adelante. En todos los casos la velocidad de expansión y colonización ha sido resaltable.

En los siguientes apartados se exponen resultados más en detalle de este proceso en relación con los resultados propios obtenidos durante las campañas de trabajo de campo en las zonas de altitud en los dos periodos de estudio.

6.2 ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE NUTRIAS EN ALTITUD COMO DIAGNÓSTICO DE EVOLUCIÓN DE POBLACIONES AISLADAS EN LAS CABECERAS DE CUENCA

Se considera la presencia de poblaciones de una especie en zonas subóptimas o al límite de su área de distribución o rango ecológico como un estado “no favorable” de conservación, y por lo tanto si son los últimos recursos genéticos de la especie son de incalculable valor faunístico. Cuando remiten las presiones que han inducido el declive este patrón de distribución es temporal y se produce la colonización (re-colonización) de las nuevas zonas y recursos en lo que debe ser su nueva área de distribución. Este podría ser el caso de las nutrias en las zonas de piedemonte de las zonas montañosas en Castilla y León y en los Pirineos Centrales, donde la especie se ha mantenido en pequeños núcleos estables en zonas bien conservadas, pero en condiciones subóptimas debido a la escasa productividad de los ecosistemas fluviales (oligotróficos y de aguas frías).

Por lo tanto las zonas montañosas puede actuar como refugio en las épocas de presiones de conservación para luego ser el núcleo de expansión de los efectivos por territorios más amplios de menor elevación y por lo tanto más óptimos en condiciones de hábitat y de recursos tróficos.

6.2.1 EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES AISLADAS EN LA SIERRA DE GREDOS

La recuperación de las poblaciones observada en la provincia de Ávila a través de los 20 años de Sondeos nacionales es de mayor intensidad que en la otra zona estudiada más en detalle (NO de Zamora), a la par que más paulatina y mantenida en el tiempo. Todo ello a pesar de que inicialmente el área de ocupación era mayor en ésta.

En concreto en el segundo sondeo nacional se apreció un aumento del 37,5% de las estaciones positivas (Tabla 6.2), respecto a los datos obtenidos en 1984-85; y consolidada en el entorno de los macizos montañosos del sur provincial. El asentamiento de una mayor población periférica en zonas de valles de la cuenca sedimentaria se consolida en los resultados obtenidos para el tercer Sondeo Nacional, en donde se detecta un incremento en el número de cuadrículas positivas (de 12 a 59, Tabla 6.1) por todo el centro y sur provincial.

Por lo respecta al entorno de la Sierra de Gredos las poblaciones de nutria se han consolidado en todos los cauces, tanto a partir del núcleo del valle del Alto Tormes (3 cuadrículas positivas durante los tres sondeos) como de en otras vertientes hidrológicas donde han mejorado las condiciones y cesado las presiones. Podría hacer servido por lo tanto de refugio a las poblaciones residuales del alto Tormes para evitar su extinción durante la fase de declive poblacional de la especie.

El núcleo del valle del Tormes, que ocupaba ampliamente las zonas oromediterráneas en época de primavera-verano durante el periodo de estudio en 1994-96, ha representado posteriormente el inicio de la dispersión por el resto de las subcuencas que están aisladas aguas arriba del embalse de Sta. Teresa (Figura 6.5) y que se han ido ocupando progresivamente como muestran los datos del segundo y tercer sondeos, a lo largo de muchos otros cauces.

Figura 6.5 Comparación de los resultados positivos en las cuadrículas 10x10 (línea verde: positivas; punteo verde: positivas en los tres sondeos nacionales) a través de los sondeos nacionales para la zona de la Sierra de Gredos, en relación con los resultados de los trabajos de muestreo propios de la tesis (círculo verde: positivo, rojo: negativo) para las zonas de altitud estudiadas (cauces azul intenso) aisladas a gran embalse en el cauce medio del Tormes. Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de: I) Delibes, 1990; II) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y III) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

6.2.2 EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES EN SANABRIA

Los resultados del segundo Sondeo Nacional (SN-II) para la provincia de Zamora muestran un retroceso del 29% en las estaciones positivas (N= 110 localidades) respecto al primero hecho diez años antes; si bien en todo el noroeste provincial (zona de Sierras Segundera y Cabrera esencialmente) se recogen los mejores resultados provinciales (Figura 6.6). En el SN-III, realizado para Zamora en 2005 y 2006, se obtuvieron unos mejores resultados con un 59% de estaciones positivas (n= 149 localidades); aunque conservándose el patrón de mejores poblaciones hacia el NO provincial, el área de estudio principal de la presente Tesis, y más modesta mejora en el resto.

Por lo que respecta a las subcuencas del NO provincial la progresión de la ocupación lutrina (Figura 6.2) por todo el territorio (tanto zonas altas como de valle) se ha consolidado a partir del tercer sondeo nacional. Las cuadrículas positivas a lo largo de los tres sondeos, tanto en la zona de cabecera como en el tramo medio del Tera (Figura 6.6), han propiciado esta expansión territorial en todos los cauces permanentes y que consolida un buen contingente de nutrias estacionalmente en los complejos lacustres de altitud a partir de que la densidad en los valles parece que se mantiene. La amplitud del periodo de estudio detallado en esta zona permite asegurar que las poblaciones se han mantenido, o aumentado en algunos casos, en las últimas dos décadas.

En las zonas del cauce medio la mayor productividad de los ecosistemas propician el asentamiento o de la especie con gran facilidad, mientras que las zonas de piedesierra es la consolidación de la ocupación temporal de los complejos lacustre de altitud la que ha propiciado la conservación de un núcleo poblacional esencial para su posterior dispersión por el resto de la red hidrológica del norte de Zamora; y todo a pesar de su compartimentación por grandes embalses que impiden desde hace décadas el movimiento libre de ejemplares por los cauces y aíslan las poblaciones que quedan aguas arriba de la barrera.

En la zona sur de León la cuenca del río Eria muestra un patrón continuado de ocupación por las nutrias a lo largo de todos los sondeos, de manera que dada la buena conservación de la cuenca y los aportes de agua por estar en las estribaciones de la Cabrera y la Sierra del Teleno ha perdurado un notable poblamiento lutrino a lo largo del periodo de estudio. Aunque estas buenas condiciones no parecen haberse reflejado tan bien en la ocupación estacional de las partes elevadas de las montañas como en el caso de la cuenca alta del Tera.

Por lo tanto los sondeos a nivel nacional aportan unos datos valiosos y utilizables en su justa medida, ya que están condicionados por el tipo de trabajo de campo y el tiempo y esfuerzo de especialistas que se dedica a él. Un ejemplo claro de datos de presencia de nutrias muy subvalorados lo podemos encontrar en el NO de Zamora cuando se comparan los datos de estos Sondeos Nacionales (Figura 6.1) con los resultados de trabajos más en detalle coincidentes en el tiempo, en este caso los Sondeos Nacionales II (1994-96) y III (2004-06) con el periodo de estudio de la presente Tesis Doctoral.

Figura 6.6 Comparación de los resultados positivos en las cuadrículas UTM 10x10 (línea verde: positivas; punteado verde: positivas en los tres sondeos nacionales), aisladas por el complejo de embalses del cauce medio del Tera, a través de los sucesivos sondeos nacionales para la zona de las Sierras Segundera y Cabrera (Sanabria), en relación con los resultados de los trabajos de muestreo propios de la tesis (círculo verde: positivo; rojo: negativo) para los humedales de zonas de altitud (cauces azul intenso). Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de: I) Delibes, 1990; II) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y III) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

6.2.3 EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES EN FUENTES CARRIONAS

En la zona de Fuentes Carrionas se encontró un patrón diferente a las otras zonas de trabajo. A pesar de los resultados negativos en el norte de la provincia de Palencia en el I Sondeo Nacional la recuperación de la especie se ha consolidado en posteriores muestreos (Figura 6.7); si bien, en las zonas más altas en el último muestreo del verano de 2014 el poblamiento en altitud no parece tan consolidado como en otros macizos montañosos (ver resultados más atrás).

Por lo tanto parece deducirse un progresivo avance de la ocupación hacia la cabecera de la cuenca desde los tramos medios del Carrión (dos cuadrículas con los tres sondeos positivos), y por lo tanto una más reciente ocupación de tramos altos y presencia estacional de las nutrias en los humedales de altitud.

Figura 6.7 Comparación de los resultados positivos en las cuadrículas 10x10 (línea verde: positivas; punteado verde: positivas en los tres sondeos nacionales) a través de los sondeos nacionales para la zona de Fuentes Carrionas, en relación con los resultados de los trabajos de muestreo propios de la Tesis (círculo verde: positivo, rojo: negativo) para las zonas de altitud estudiadas (cauces azul intenso) aisladas por complejos de embalses del cauce alto del Carrión. Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de: I) Delibes, 1990; II) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y III) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

6.2.4 EVOLUCIÓN DE LAS POBLACIONES EN LOS PIRINEOS CENTRALES

La expansión más espectacular de *Lutra lutra* de los territorios estudiados se ha producido en las cuencas pre-pirenaicas de Huesca, Lleida y Girona (Figuras 6.1 a 6.4), en donde gran cantidad de cursos han sido ocupados en menos de 15 años por las poblaciones residentes atrincheradas en puntos de conservación de las cabeceras de algunas cuencas (alto Segre, alto Noguera Ribagorzana y alto Noguera Pallaresa) durante la década de los 80's.

En otras cuencas del NE de Catalunya la nutria se ha recuperado de forma similar gracias a los programas de reintroducción de ejemplares en 1995 (Saavedra y Sargatal 1998, Ferrando *et al.* 2003) y las medidas de conservación activa para la especie que se han llevado a cabo en cauces de Lleida y Girona a partir del "Pla de conservació de la llúdriga a Catalunya" (Ruiz-Olmo 2001).

Este es un hecho relevante y distintivo con respecto a las otras zonas de la Demarcación Hidrográfica Duero, en donde únicamente se ha producido la ocupación de nuevos cauces por la recolonización natural y espontánea a partir de núcleos bien conservados. Se discute en el siguiente apartado la importancia de los núcleos de montaña atrincherados en las cabeceras de las cuencas hidrográficas durante la época de declive de la especie en la dispersión de la especie por todo el territorio, en contraposición con esta colonización basada en la dispersión en cauces bajos provocada por la reintroducción humana de ejemplares traslocados.

En comparación con las otras provincias de Castilla y León se ha producido un espectacular incremento del 531% de cuadrículas en Huesca y 1.120% en Lleida, respecto a los datos del primer sondeo en 1984-85. La progresión de la ocupación por las nutrias del territorio pre-pirenaico y prenaico-subalpino, expresada en cuadrículas UTM 10x10 km, se presenta en la Figura 6.8 y también en las Tablas 6.1 y 6.2. Los tamos medios y bajos de todos los cauces de las subcuencas implicadas en el estudio están en la actualidad con poblaciones estables ya que parecen haber remitido los problemas que causaron en estrés demográfico, y su posterior extinción funcional en mucho de ellos.

Sin embargo en la zonas de altitud estudiadas durante la primavera-verano de 1998 dentro de las cuadrículas que habían sido detectadas como positivas en el segundo sondeo se obtuvieron unos resultados de presencia muy testimonial. Lo que parece indicar que se muestreo en un periodo de expansión incipiente de la especie y por lo tanto con bajas densidades de ejemplares en zonas próximas a las áreas subalpinas.

De esta forma la baja densidad de ocupación en los tramos de los cauces principales en su cursos medios, o la imposibilidad de dispersión de una manera rápida debido a la compartimentación de los cauces por grandes embalses (efecto barrera), parece decisiva con respecto a la detección de nutrias durante la campaña estival en las zonas de montaña. Incluso en el entorno de las zonas en las que durante la realización de los veinte años de trabajo para los tres sondeos nacionales se detectó su presencia.

Figura 6.8 Comparación de los resultados positivos en las cuadrículas UTM 10x10 (línea verde: positivas; punteado verde: positivas en los tres sondeos nacionales) a través de los sondeos nacionales para la zona de Pirineos, en relación con los resultados de los trabajos de muestreo propios de la tesis (círculo verde: positivo, rojo: negativo) para las zonas de altitud estudiadas (cauces azul intenso) aisladas por complejos de embalses en los tramos medios. Datos de SECEM – Grupo Nutria, tomados de: I) Delibes, 1990; II) Ruiz-Olmo y Delibes (Eds.), 1998 y III) López-Martín y Jiménez (Eds.), 2008.

En el caso de los Pirineos Centrales se dispone además de un conjunto de datos de menor periodicidad, y mayor precisión e intensidad en los muestreos, a través de los sondeos periódicos de nutrias realizados en las cuencas pirenaicas de Cataluña (Ruiz-Olmo 1995, 2001 en Cap. 3). En este último trabajo se hace una retrospectiva de la ocupación por la nutria de estos valles a lo largo de casi 4 décadas, incluyendo los datos previos en el peor momento de conservación de la especie en la década de los 70's, hasta el año 2000.

Figura 6.9 Comparación de los resultados positivos (línea verde: ocupación permanente, naranja: ocasional) a través de los sondeos de monitorización de la especie en el Pirineo catalán (siluetas de Lleida y Girona en gris), en relación con los resultados de los muestreos propios (círculo verde: positivo, rojo: negativo) para las zonas de altitud en el año 1998. Datos de Ruiz-Olmo 2001.

La especie, por lo que respecta al área de estudio de esta Tesis, ocupaba en los años 80's cuando se realiza el primer sondeo sistemático apenas tres núcleos (sólo el cauce principal) de los valles altos pirenaicos; uno en cada uno de los grandes ríos: Segre y ambos Noguera (Figura 6.9_A; ver Anexo cartográfico A4.1 para localizar los nombres toponímicos). Aunque se reconoce su presencia ocasional en algunos de los valles tributarios de éstos. Una década más tarde (1994-95) la nutria presenta poblaciones estables en los valles principales en cotas medias y altas, con ocupación también estable de otros valles

▷ DISTRIBUCIÓN

tributarios; con especial relevancia en el Noguera Pallaresa (Figura 6.9_B).

Los datos que presenta Ruiz-Olmo (2001) para el sondeo de 1999-2000 muestran una gran expansión de la especie por toda la red fluvial de pre-pirineo y demuestran la conexión de las poblaciones aisladas por los grandes embalses de los tramos bajos de los ríos principales durante esas primeras décadas de evolución positiva (Figura 6.9_C). Aspecto refrendado por los datos aportados para el III Sondeo Nacional de nutrias en 2004-06, en donde se reconoce la presencia de la especie en 84 de 143 cuadrículas (Tabla 6.2; Figura 6.8)

El estudio de las nutrias en altitud en las cabeceras de los cauces de zonas subalpinas se encuadró en 1998 dentro de la valoración de esta espectacular ocupación del territorio durante la recuperación poblacional de la especie por mecanismos naturales de colonización de territorios y dispersión de ejemplares juveniles. Dentro de este área de estudio se han apreciado los dos patrones descritos con anterioridad para el análisis conjunto de las cuatro zonas de estudio, tanto la colonización de tramos medio-altos abandonados durante décadas desde poblaciones que se expanden desde los tramos medios (p.e.: Noguera Ribagorzana, N. Tort y Segre en parte); y por otra parte la recolonización de tramos medios a partir de las poblaciones atrincheradas en los momentos desfavorables en las cabeceras (p.e.: Cinca, Noguera Pallaresa y Segre en parte.) (Ruiz-Olmo 2001, pág. 31; Ruiz-Olmo *et al.* 2005b).

DISCUSIÓN I

Poblamiento de macizos montañosos

Lutra lutra es considerado un animal propio de riberas y humedales de zonas bajas, aunque en la Península Ibérica parecía ser más abundante o frecuente, en la época de inicio del muestreo para este trabajo, en intervalos altitudinales bajos y medios de zonas mesetarias y en las grandes depresiones geomorfológicas del Este y Sur (Delibes 1990, Ruiz-Olmo 1995a, Ruiz-Olmo y Delibes 1995). En los sucesivos Sondeos Nacionales de la especie realizados por la SECEM la presencia de las nutrias en las zonas costeras y tierras bajas (< 200 msm) se ha mostrado escasa de forma constante, en especial en la vertiente mediterránea (Delibes 1990, Ruiz-Olmo y Delibes 1998a,b, López-Martín y Jiménez 2008a,b); mientras que en las zonas mesetarias y serranas se ha producido un mayor y rápida recuperación de las poblaciones (SGHN 1995, Trindade *et al.* 1998, López-Martín y Jiménez 2008a).

En España las mejores poblaciones de nutrias se han concentrado durante décadas fundamentalmente en las zonas serranas y de media montaña, a pesar de que la mayor productividad de peces se encuentran en las zonas medias y bajas de los ríos (Ruiz-Olmo 1995b) lo que ha permitido una cierta expansión reciente de la especie hacia zonas mesetarias del centro peninsular (Rodrigues-Farinha 1995, Morales y Gómez-Gayubo 2008). Este hecho es debido fundamentalmente a: 1/ que en esas zonas la presencia y alteraciones humanas y el nivel de impacto sobre los recursos hídricos, en general, han sido menores; y 2/ en ámbitos serranos de la periferia de ambas mesetas (cotas superiores a 400-600 msm), es donde se conservaron los principales núcleos de nutrias durante las décadas los años 70's y 80's según se describe en Delibes (1990); con la excepción de buenos núcleos en las zonas costeras de Cádiz, Galicia y Asturias.

Para una visión más detallada de la evolución de su distribución en las cuencas hidrográficas más importantes de la Península Ibérica ver Delibes y Callejo (1987), Ruiz-Olmo y Gosálbez (1988), Ruiz-Olmo *et al.* (1989), Delibes y Rodríguez (1990), Ruiz-Olmo (1990, 2000), Jiménez *et al.* (1998), Cortés *et al.* (1998), Montero (1999), López-Nieves *et al.* (1998), Ruiz-Olmo y Delibes (1995, 1998d), López-Martín y Jiménez (2008b), Morales y Gómez-Gayubo (2008), entre otras.

Ocasionalmente, y parece que estacionalmente, las nutrias pueden efectuar grandes desplazamientos hacia la alta montaña desde las poblaciones de los valles, alimentándose entonces masivamente de anfibios en reproducción como suplemento alimenticio en estas condiciones ecosistémicas de baja

▷ DISCUSIÓN I

productividad ictiogénica (Ruiz-Olmo *et al.* 1989; Lizana y Pérez-Mellado 1990; Lizana *et al.* 1993; Morales y Lizana 1997; Morales *et al.* 1998b).

Si consideramos los cuatro núcleos poblacionales de estudio, el trabajo se desarrolló sobre casi 174 km de orillas fluviales y lacustres, con un total de 177 estaciones de muestreo; lo que se puede considerar como un área de trabajo muy extensa y con una gran intensidad de detalle en el muestreo. También hay que resaltar el nivel de detalle del estudio local de la especie ya que se realizaron un total de 571 recorridos o transectos durante 170 jornadas de trabajo de campo, repartidas a lo largo de 76 meses. En contraposición con los trabajos de sondeo de la especie en áreas extensas en los que se trabaja básicamente sobre datos de presencia/ausencia, pero con un objetivo mucho menos exigente para poder optimizar el tiempo. Hasta el momento este esfuerzo representa el mayor trabajo sinecológico conocido sobre esta especie en zonas montañosas ibéricas; donde por otra parte, ha sido también ampliamente estudiada desde un punto de vista autoecológico (comportamiento, alimentación, reproducción, etc.).

Las distintas intensidades de trabajo y los diferentes objetivos en cada una de las cuatro áreas de muestreo dificulta las comparaciones, pero de forma resumida es posible afirmar que el poblamiento durante 1995 a 2000 en zonas altas estaba consolidado tanto en Gredos como en Sanabria, mientras que en Pirineos Centrales, aunque con una gran mejora con respecto a la distribución de décadas anteriores (Ruiz-Olmo 2001), las poblaciones no estaban consolidadas en los valles principales. Por lo tanto su presencia se circunscribió en 1997 únicamente a zonas por debajo de 1.000 msm, y sólo puntual y estacionalmente en zonas más elevadas. Teniendo en cuenta que en esta área se hizo la búsqueda sobre un mayor número de tramos fluviales y más subcuencas que en las demás zonas, la montaña subalpina no era ocupada por las nutrias de forma relevante en esas fechas.

El último núcleo de alta montaña en ser ocupado ha sido el de Fuentes Carrionas, y de hecho aún se encuentra en colonización, dada la baja presencia detectada en los muestreos de 2014 y las grandes oportunidades de recursos (lagunas naturales, arroyos, lagunillas y turberas con buenas poblaciones de anfibios en reproducción durante la fase de deshielo). A pesar de ello, las nutrias se encuentran con las mismas dificultades fisiográficas de acceso que en otros lugares donde hace décadas están ya presentes. *Lutra lutra* no se encontraba presente en los tramos más altos del Carrión durante los trabajos de los Sondeos Nacionales II y III; aunque en este último sí se detectó su presencia en la zona de cabecera donde hacía permanecido ausente en las décadas anteriores. Una zona de cabecera donde además de la rigurosidad climática la ocupación del valle principal por dos grandes embalses pudo hacer relegado a la especie hacia tramos más bajos.

Por el contrario en Gredos y en Sanabria la reserva de buenas poblaciones en los valles principales de las subcuencas de cabecera del Tormes y Tera, durante las décadas de regresión máxima de la especie en otros puntos de la red hidrográfica duriense, permitió su refuerzo y expansión en estas zonas serranas; y debido a esto su presencia estacionalmente intensa y perdurable en la alta montaña cuando las condiciones climáticas lo permiten.

Por lo tanto encontramos un doble patrón de evolución de la distribución de las nutrias esta parte del norte ibérico; por un lado en Sanabria y Gredos un patrón de núcleos serranos consolidados favorecen la

expansión hacia zonas mesetarias limítrofes y los valles principales, actuando entonces como zonas “fuente”; y en Pirineos y Fuentes Carrionas un patrón de colonización del ámbito serrano a partir de la llegada desde las zonas bajas en los valles principales, actuando entonces la alta montaña como zonas “sumidero” (Begon *et al.* 1999). Aunque no debe tomarse en sentido literal la expresión ya que no se estudió el efecto de barrera de los grandes embalses de cabecera y su efecto subletal sobre las poblaciones lutrinas ni tampoco si realmente constituyen trampas ecológicas que limitan la efectividad biológica de la especie en el sentido expresado en Morris (2003, 2011) y Dail y Madsen (2011).

A lo largo de los sucesivos Sondeos Nacionales se puede observar como la nutria en el conjunto de la Cuenca de Duero durante décadas estuvo formada por numerosas metapoblaciones periféricas, ligadas en general a las cabeceras de muchos cauces, sobre todos los principales; y que han ido produciendo una progresiva expansión por territorios adyacentes, como reflejan Morales y Gómez-Gayubo (2008).

En los territorios pre-pirenaicos el patrón debió ser el de numerosas metapoblaciones en espacios muy reducidos y atrincheradas en algunos puntos de los cauces principales en altitudes bajas y medias, y que a partir de la protección efectiva de la especie se expandieron y recuperaron los territorios vacíos aprovechando los recursos de los tributarios de cabecera y también las zonas de alta montaña como territorios de dispersión estacional; actuando en este momento los ríos como auténticos corredores ecológicos y favoreciendo el papel de fuente de los cauces principales.

Ruiz-Olmo (2003) recoge la singularidad del poblamiento lutrino en áreas montañosas mediterráneas ibéricas en el intervalo altitudinal 1.500 - 2.000 msm, lo que confiere a estas poblaciones gran relevancia en el contexto europeo. Según se deduce de los trabajos realizados para II Sondeo Nacional (Ruiz-Olmo 1997, 1998d) las nutrias ibéricas presentan ahora buenas poblaciones en los valles de piedemonte desde hace varias décadas, lo que les ha permitido constituirse en núcleos de reserva para épocas de declive poblacional. Y en paralelo han utilizado las zonas subalpinas como recurso estacional y alternativo para mantener ocupados en bajas densidades unos territorios de aguas muy poco productivas en peces.

Los datos de máxima cota puntual a la que se detectan nutrias son de 2.100 msm en Gredos para la demarcación Duero (datos propios) y de 2.400 msm en las cabeceras pirenaicas del Ebro (Ruiz-Olmo y Gosálbez 1988). En los macizos pirenaicos, donde si existen ecosistemas acuáticos en niveles altitudinales superiores a 2.000 msm, la nutria alcanza de forma puntualmente lugares situados a 1.780 - 1.800 msm (Ruiz-Olmo 1998, Ruiz-Olmo *et al.* 2005b). Muy lejos del extremo de su rango vital en el Himalaya, donde puede alcanzar altitudes superiores a 3.500 msm (Chaudry 1991, Conroy y Chanin 1998); y de otras cifras récord para especies del mismo grupo, como por ejemplo 3.885 msm para *Lontra longicaudis* en Ecuador (Castro-Revello y Zapata-Ríos 2001).

Por lo tanto, los condicionantes ecológicos de productividad de los ecosistemas oromediterráneos y alpinos (muy oligotróficos), y la pobreza de la ictiofauna altimontana por encima de las cotas indicadas, deben ser los factores clave que limitan la posibilidad de colonización en altitud cuando en los valles principales existe suficiente densidad de individuos y poblaciones estables que pueden realizar el papel ecológico de “fuentes”. La restauración de los hábitats y la recuperación de las condiciones naturales de

▷ DISCUSIÓN I

los ríos son medidas simples pero efectivas para recuperar poblaciones perdidas (NRA 1993).

Utilización de lagunas y embalses de media y alta montaña

En los ecosistemas de altitud de la Cuenca del Duero resultó relativamente frecuente la presencia de *Lutra lutra* en zonas de altitud superior a 1.500 msm, siendo en determinados momentos del año (época de deshielo) mayor la cantidad de estaciones positivas que de negativas. Las partes intermedias de gargantas o cañones de acceso desde los valles principales (entre 1.100 y 1.700 msm) por lo general no ofrecieron resultados tan positivos el resto del año; cuando parece que las nutrias desaparecen de los complejos lacustres de mayor altitud. En los resultados presentados en Morales *et al.* (1998a) se tuvo la misma percepción en un conjunto de humedales más amplio en el norte de la Península Ibérica.

Además, durante la primera fase se obtuvieron valores nulos de presencia del mustélido en los sistemas lacustres de altitud de las cuencas pirenaicas (en 1997), ya que únicamente se obtuvieron resultados positivos en unos pocos puntos de escasa altitud; por lo general en embalses del valle principal en tramos de acceso a las subcuencas de altitud. En Fuentes Carrionas en 2014 se encontró la presencia de la especie únicamente en uno de los 4 complejos lacustres estudiados (el de menor altitud), y aunque en la fecha de la primera etapa del trabajo no se muestreó esta zona, los únicos datos disponible indican que las nutrias estaban ausentes del Alto Carrión. En general, y salvo citas puntuales, no se encontró en el intervalo de años de 1995 a 2000 al mustélido por encima de 2.000 msm en Gredos, de 1.800 msm en Sanabria y Fuentes Carrionas, y por encima de la cota 1.600 msm en Pirineos.

En los dos primeros su presencia hasta esas cotas está condicionada por la altitud máxima de esos macizos, ya que por encima no existen complejos lacustres tan cerca de las cumbres, y únicamente la red hidrográfica está formada por los nacientes de cabecera (Tejero de la Cuesta 1989a,b,c; Allende 2007). En las otras dos sí existen posibilidades de colonización a mayores cotas, ya que al pertenecer a macizos más elevados sí existen complejos lacustres a mayor altitud. Por lo tanto las zonas montañosas del norte ibérico parecen haber acogido las poblaciones de nutria de los ríos cuyos valles principales perdieron la posibilidad de albergar la especie debido a las transformaciones del territorio en la llanura de inundación, la persecución directa y la deficiente calidad del agua, entre otras causas, hace décadas (Jiménez y Delibes 1990, Ruiz-Olmo *et al.* 1998f, 2008).

La presencia de las nutrias en cotas superiores a 1.500 msm presentó una marcada estacionalidad ligada al periodo primaveral, y en menor grado al estival. Así, en Gredos el 88% de las visitas en este periodo a lagunas situadas a más de 1.900 msm resultaron positivas, con valores muy similares al valle; y en Sanabria las zonas lacustres resultaron positivas en más del 52% de las visitas en el rango altitudinal 1.500 - 2.000 msm en todo el conjunto de meses de primavera-verano. Siendo del 33% de los muestreos si consideramos todo el año; mientras que en las zonas de valle la tasa de éxito anual en las estaciones de seguimiento fue de 78,6% en tramos lóticos y de 77,1% en el lago de Sanabria. Estas cifras ponen de relieve un mejor estado de conservación en promedio que el conjunto ibérico (Delibes 1990, Ruiz-Olmo y Delibes 1995, 1998c).

Las mejores condiciones de accesibilidad física a los humedales de altitud tras la fusión de la nieve, sumado a la mayor disponibilidad de presas en estos ecosistemas una vez iniciado el proceso de freza de los anfibios, parece que son aprovechadas por la especie para explotar unos territorios que quedan fuera de sus óptimos ecológicos y dominios vitales durante el resto del año en función de la rigurosidad climática y la escasa productividad de las aguas a estas cotas altitudinales.

Factores que inducen a las nutrias a utilizar lagunas y embalses de altitud

Dado que en las zonas montañosas estudiadas existen multitud de zonas lacustres con o sin buenas condiciones aparentes "a priori" para el poblamiento por las nutrias y que los resultados de éxito en su localización fueron dispares (no siempre en una catalogación inicial de condiciones óptimas se obtuvieron buenos resultados de presencia) cabe preguntarse cuáles son los verdaderos factores que inducen a las nutrias a utilizar las zonas elevadas.

Se dispuso un conjunto de 28 parámetros para poder relacionar la configuración fisiográfica de las zonas elevadas para caracterizar el biotopo y las biocenosis de potenciales presas, con el objeto de predecir el supuesto atractivo estacional para las nutrias residentes en los valles. Algunos de estos predictores son cuantificables (variables métricas) y otros representaron variables cualitativas codificadas en intervalos numéricos o bien de tipo binario (presencia/ausencia). La relación encontrada, mediante técnicas de regresión y otras multivariantes (Apartado 4.3), con la presencia de las nutrias fuera de sus zonas habituales en los valles demuestra el gran peso que tienen los factores bióticos y del biotopo en las orillas, sobre la consideración únicamente de la dificultad física del ascenso como barrera o limitación para su llegada. De hecho, se muestran entre las variables de máxima resolución la presencia de suficientes rocas en las orillas y de comunidades de anfibios en reproducción como principales acompañantes de la altitud y el desnivel a salvar desde el valle (Morales *et al.* 1998b).

Destaca en el proceso de regresión múltiple la no agregación al modelo de ninguna de las variables que caracterizaban el impacto por uso antrópico de los humedales; ya sea a través de la presencia de personas o ganado (turismo, ganadería, etc.) o de utilización del agua para usos consuntivos (hidroeléctrico, abastecimiento, etc.). En conjunto se mostraron totalmente compatibles, para este grado de intensidad, con la presencia de nutrias en aquellos lugares en las que el mustélido tiene satisfechas todas sus otras necesidades (refugio, comida, puntos de señalización con marcas fecales, etc.).

La pendiente en el tramo más alto del acceso (desde la cota 1.500 msm hasta el valle colgado donde está la laguna) y la distancia total de conexión a través de la red fluvial entre el humedal y el fondo de valle se mostraron como relevantes en un segundo plano, junto con el nivel de presencia de peces o no. Las técnicas multivariante mostraron una correlación intensa entre la presencia/ausencia de nutrias y las principales variables fisiográficas ya comentadas que con las comunidades bióticas y el desarrollo del humedal. Ésta última variable representa una relación entre la superficie de la lámina de agua y la longitud de su contorno (Wetzel 1981), que explica una cierta posibilidad de desarrollo de comunidades de plantas en el litoral (ensenadas someras de suave pendiente) como indicador a su vez de una mayor

▷ DISCUSIÓN I

cantidad de nichos para los anfibios; y también de lugares de freza para las bermejuelas u otros ciprínidos presentes en esos ecosistemas. Es por lo tanto un indicador de potencial complejidad de las redes tróficas del humedal, lo cual sería directamente beneficioso para las nutrias.

En este sentido la plasticidad de esta especie en cuanto a ocupar zonas de fuerte potencial trófico aunque con una importante presencia humana es una de las claves en la explicación de la expansión de la especie en ríos ibéricos durante las últimas décadas (Delibes y Rodríguez 1990, Ruiz-Olmo *et al.* 1998d), y también en gran medida en otros puntos de Europa (Ruiz-Olmo 1990, Reuther 1995, 1998, Vogth 1995, Reuther *et al.* 2001, Van Looy *et al.* 2013). García-Díaz *et al.* (2011) corroboran en ríos mesetarios de Salamanca que las nutrias habitan y frecuentan con asiduidad zonas subóptimas de sus áreas de campeo; zonas de tipo “trampa ecológica” en la terminología de Dail y Madsen (2011). En ellas consiguen sobrevivir pero no pueden optimizar su éxito biológico. dadas las limitaciones o disfunciones que encuentran en alguno de los nichos potenciales o funcionales.

Variación en los escenarios de marcaje del territorio

Son multitud los estudios que han abordado el estudio de la especie mediante la localización de indicios indirectos de su presencia en el territorio, fundamentalmente los excrementos (Elliot 1983, MacDonald 1983, Mason y MacDonald 1986, 1987; Kruuk 1991, 1995, 2006). También éstos son utilizados para realizar trabajos de sondeo de la especie a gran escala, y obtener así un reflejo de su posible distribución basado en la presencia de estos indicios (MacDonald y Mason 1983, Kruuk *et al.* 1986, Romanowski *et al.* 1996, Reuther *et al.* 2001, Ballant *et al.* 2008). Esto es posible dado que: 1/ son perdurables en el tiempo por su baja tasa de descomposición natural, 2/ optimizan el esfuerzo de muestreo, y 3/ son muy poco confundibles con las de otras especies (Chanin 1993, 2003; Mason y Macdonald 1986).

Además de los excrementos se utilizan otros indicios o señales de actividad como las marcas oleosas, las gelatinas, las huellas y pistas, las raspaduras, las resbalinas, etc.; pero éstas por lo general tienen una menor relación con la cantidad de nutrias en un tramo y también suelen ser menos perdurables en el tiempo y más difíciles de localizar y de determinar con exactitud. De forma estacionaria es posible además encontrar indicios de la presencia de nutrias a través de los despojos de su alimentación (Ruiz-Olmo *et al.* 1989, Ruiz-Olmo y Palazón 1997) ya que en muchos casos aprovechan únicamente parte de sus presas y desechan otras dada su toxicidad o dureza; así podemos localizar en las zonas denominadas “talleres” los restos de pieles de sapos o partes cefálicas de otros anfibios (de Jongh 1988, Lizana y Pérez-Mellado 1990, Lizana *et al.* 1993, Ruiz-Olmo 1995c, Sidorovich y Pikulik 1997, Bartralot y Bonet-Arbolí 2000, Slater 2002, Ayres y García-Díaz 2011), cabezas y pinzas de cangrejos (Ruiz-Olmo 1995c, Arce 2011), caparazones de galápagos (García-Díaz y Ayres 2008), etc.

Para poder afrontar grandes superficies geográficas en trabajos de escala regional o incluso nacional, como es el caso de los Sondeos sistematizados en España (Delibes 1990, Ruiz-Olmo y Delibes 1998, López-Martín y Jiménez 2008), Portugal (Trindade *et al.* 1998), Irlanda (Preston *et al.* 2006, Reid *et al.*

2013) u otros lugares de menor tamaño como provincias (Peris *et al.* 1990, Nores *et al.* 1991, Aguirre-Mendi 1998) o islas (Conroy y Kruuk 1995) se emplean muchas personas implicadas, incluso de forma voluntaria. Se ha llegado al consenso de expresar los resultados de estos trabajos de acuerdo con la malla delimitada por el retículo UTM 10x10 km (MacDonald 1983), de manera que son comparables para sucesivos periodos de tiempo.

Existen también numerosos trabajos que debaten acerca del uso de los excrementos como indicador de poblamiento lutrino en lo que supone de simplificación la relación de la frecuencia con la que se encuentran con la densidad de la población (Kruuk y Conroy 1987, Durbin 1989, Ruiz-Olmo y Gosálbez 1997, Yoxon 1998). Ya que existe una importante estacionalidad en comportamiento de marcaje, además de la posibilidad de una cierta pérdida de información al no poder encontrarse, en condiciones normales, todos los indicios de este tipo en un determinado tramo (Carss *et al.* 1998).

Como variantes son propuestas como metodología de trabajo de ocupación del territorio en términos demográficos otros basados en detectar los movimientos de desplazamiento de las nutrias como los censos visuales (Ruiz-Olmo 1994a, 1995e; García-Díaz 2008), las huellas y rastros en la arena o nieve (Ruiz-Olmo *et al.* 2001, Crowley *et al.* 2012), o una combinación de ambos (García-Díaz *et al.* 2011). También otros basados en el uso de tecnología de última generación para el seguimiento “in vivo” de ejemplares por radiotracking (Ruiz-Olmo *et al.* 1991b, 1995; Rosoux y Libois 1996, Quaglietta *et al.* 2015) y el fototrampeo de ejemplares usando cámaras equipadas con sensores de movimiento y visión infrarroja (Adamic y Smole 2011); o el marcaje isotópico (Rui-Beja 1996, Civett y Roos 2007, Crowley *et al.* 2013). El éxito de esta última metodología ha sido muy debatido ya que se han obtenido tanto resultados muy satisfactorios para esta especie (Guter *et al.* 2008, Jimenez *et al.* 2014) como muy poco relevantes (González-Esteban *et al.* 2004), dadas las dificultades para la fotografía de esta especie que patrulla vivazmente territorios muy amplios, casi siempre de noche y por el interior de los cauces. De esta manera García de Leaniz *et al.* (2006) proponen el seguimiento de la especie mediante el uso de sensores infrarrojos sumergidos en puntos de estrechamiento forzado del cauce donde los ejemplares pueden ser grabados en vídeo o fotografiados.

Otro método es la recogida de pelos (Anderson *et al.* 2006, Depue y Ben David 2007) en zonas de querencia para las nutrias. Es un método no intrusivo que además de detectar su presencia permite genotipar las muestras y conocer datos de afinidad de parentesco. Mowry *et al.* (2011) utilizan esta misma técnica para estimar el tamaño de la población a partir de material fecal recogido en las letrinas.

Viejas técnicas más intrusivas, como la captura con trampas, se han descartado actualmente por motivos de coste y por ética con el bienestar animal. Así como lo han sido también otras inicialmente consideradas como las encuestas (Blas-Aritio 1970) a pescadores, agentes medioambientales, ribereños, etc.; o el análisis de atropellos o accidentes con artes de pesca por su baja resolución o inexactitud.

El empleo de la detección de indicios fecales como técnica de estudio además del componente de ahorro de esfuerzo (también en términos económicos) presenta una simplicidad de trabajo y una gran fiabilidad en los datos. Tanto por la difícil confusión de estas señales como por su detección a lo largo de un amplio

▷ DISCUSIÓN I

periodo desde que se depositan en el medio natural, lo que hace muy poco probable que un investigador experimentado obtenga un resultado de tipo “falso negativo”. Además en un tramo en estudio es posible la aplicación simultánea de varias metodologías, lo que asegura la fiabilidad total de los resultados de ausencia/presencia. Estas mejoras hacen permanecer a los sondeos de marcas fecales como la técnica preferida por la mayoría de investigadores y casi la única que permite realizar sondeos de gran alcance geográfico (sondeos nacionales) y de comparativa entre distintos periodos y/o territorios.

A la hora de la interpretación de los resultados cuantitativos (cantidad, frecuencia, densidad absoluta, densidad lineal o espacial, etc.) es cuando se pueden cometer los errores metodológicos discutidos en numerosos trabajos (p.e. Kruuk y Conroy 1987, Romanowski *et al.* 1996,2013; Carrs *et al.* 1998 y Gallant *et al.* 2007) si se pretende relacionar la cantidad de ejemplares a los que corresponden o la frecuencia con la que visitan los puntos de marcaje. De manera que la relación entre la posibilidad de detección de la especie y la cantidad o frecuencia de indicios fecales no es lineal o directa con su abundancia, sino que representa una aproximación variable en el tiempo.

En el Apartado 2 se utiliza para referirse al poblamiento de *Lutra lutra* en el área de estudio el parámetro TF (tasa de frecuentación) que junto a la cantidad de indicios por unidad de esfuerzo nos proporciona una idea de la importancia de cada tramo para la población residente de nutrias, y presenta gran solvencia en cuanto a variación intra e interanual a lo largo del territorio. Un aspecto ampliamente demostrado en otras poblaciones lutrinas (Ruiz-Olmo 1995a, Brzezinski *et al.* 2006, Kruuk 2006, Preston *et al.* 2007, Remonti *et al.* 2010, Crowley *et al.* 2013, Romanowski 2013).

Importancia de las lagunas y embalses de montaña como factores de fijación de poblaciones de nutria

En Sanabria la acidez y frialdad de las aguas impide la existencia de cangrejos, de forma que las nutrias no disponen de una de las presas potenciales más consumidas en otras zonas (Adrián y Delibes 1987; Ruiz-Olmo 1995a; Ruiz-Olmo y Clavero 2008). En estas condiciones, los anfibios y los reptiles son las presas alternativas para el mustélido. Sin embargo ambos grupos de presas, de tipo semi-acuático en general, tienen ciclos vitales muy ligados a la estacionalidad climática, y por lo tanto las posibilidades de detección y captura son temporales. Constituyen por lo tanto un recurso temporal, aunque en extremo abundante en el caso de los anfibios en los complejos lacustres de altitud.

La muerte directa causada por el hombre, ya sea intencionada o accidental, es también una amenaza para la nutria, aunque de menor intensidad actualmente. En 1981 se estimó que morían en España casi 100 nutrias en un año por esta causa (Delibes 1990), y podría esperarse que con la mayor legislación en materia ambiental y la creación de espacios protegidos, en la actualidad este número fuera menor.

Las muertes accidentales parecen haber sido causadas en el pasado sobre todo por nasas de pesca y atropellos en carretera (Jiménez y Delibes 1990, Blanco y González 1992). No tenemos datos acerca de la relación entre esta mortalidad y la altitud de los puntos en los que se tomaron los datos para estos trabajos; aunque estarán referidos sobre todo a zonas bajas ibéricas (litoral y valles principales de las

mesetas) donde la convivencia entre los mustélidos y el nivel de poblamiento humano y ocupación de las riberas, ha sido mayor desde hace décadas, con un creciente conflicto de intereses.

No se han detectado hasta el momento lugares de mortalidad no natural reseñable de las nutrias en las áreas serranas, de manera que estas zonas de menor productividad pero mejor potencial supervivencia han resultado claves en las últimas décadas. En las áreas de montaña prospectadas desde el año 1995 únicamente se detectaron puntos negros de atropello en Sanabria en la parte de menor altitud, y en ninguno de los recorridos se ha localizado ningún ejemplar muerto en las zonas altimontanas.

Comportamiento de marcaje y sondeos de nutria

La conducta de marcaje de sus dominios vitales que realizan los mustélidos, mediante la deposición de excrementos y otras señales en lugares prominentes y visibles, concretos y predecibles por el investigador lo que permite realizar un seguimiento de las zonas frecuentadas para la comunicación entre individuos. Indicios o marcas que pueden ser de tipo de fecal u otras, de manera que su patrón de presencia en el territorio debe obedecer a la presencia de los individuos y a la recurrencia de su colocación sobre el territorio, pero a la vez también responde al estado de condición, el alimento ingerido o la fisiología reproductiva de las nutrias (Mason y MacDonald 1986, Ruiz-Olmo 1995).

Rostain *et al.* (2004) establecen una relación para la nutria neártica (*Lontra canadensis*) entre las zonas de preferencias de hábitat para cada sexo en función de las marcas fecales recientes que dejan sobre el territorio, así como de la recurrencia de marcaje en las letrinas. Se trata por lo tanto para optimizar el esfuerzo de muestreo de aprovechar que los machos son capaces de detectar el patrullaje reciente de las hembras dentro de su dominio vital.

Balestrieri *et al.* (2011) sugieren unas mínimas mejoras metodológicas a la hora de validar los sondeos convencionales de excrementos para evitar los falsos negativos, en aquellas zonas donde la densidad de ejemplares (u otros factores del hábitat) provocan errores, incluso a investigadores habituados al rastreo de la especie. Mejoras aplicables a través de un número mínimo de muestreos que es una función logarítmica de la detectabilidad local de la especie. Por su parte Parry *et al.* (2013) comprueban como el protocolo habitual de detección de la especie a lo largo de una distancia estandarizada de 600 m se queda muy limitado en determinados arroyos y ríos pequeños, de manera que proponen el rastreo sistematizado y repetido de tramos de hasta 800-1.000 m.

La propia dinámica hidrológica de los valles de montaña estudiados propicia la formación de un único cauce en el río, sin apenas islas o rocas que afloren en superficie en el nivel de aguas habituales, por lo que la mayoría de los indicios fueron localizadas en la orilla de los mismos, junto a la línea de aguas bajas con preferencia. Más allá de la posible pérdida de muestras que obviamente durante las crecidas se puede producir en el caso de los indicios dejados dentro del cauce (rocas, islas, azudes tradicionales), las orillas del cauce y de las lagunas es el punto donde las nutrias deben desarrollar su actividad tanto de marcaje como de manejo de presas (Kruuk y Moorhouse 1991, Kruuk 2006). No se detectaron en ninguno de los puntos de trabajo letrinas, madrigueras o escenarios de marcaje apartados más allá de la

▷ DISCUSIÓN I

línea imaginaria que delimita el cauce de aguas altas.

Las nutrias utilizan para esta función de marcaje el sustrato dominante en la zona (roca, raíces o hierbas) sin ningún tipo de selección, pero con una recurrencia o intensidad (cantidad de indicios) que está relación con su actividad trófica y de patrullaje del territorio (Jenkins y Burrows 1980, Conroy *et al.* 1991, Ruiz-Olmo y Gosálbez 1997, Preston *et al.* 2006b). En este sentido se encontraron diferencias entre las tasas de marcaje en las zonas de valle y de la montaña, con valores mayores en relación inversa con la altitud. En principio esto debería estar relacionado con una menor presencia en las zonas elevadas y el tránsito por estos lugares más puntual y de forma menos recurrente que en los tramos de mejores condiciones de hábitat en el río principal del valle.

Utilización de las orillas del lago de Sanabria

El lago de Sanabria es el lago natural más grande de la Península Ibérica. Su altitud, ubicación en un conjunto lacustre glaciar de aguas frías, sus paredes rocosas casi verticales en gran parte del perímetro y las características oligotróficas de sus aguas, dado que toda su cuenca se encuadra en un sustrato de rocas cristalinas ácidas, hacen que sea poco productivo. Las aguas escasamente mineralizadas y tamponadas resultan muy sensibles a los cambios de pH, de manera que el agua del lago tiene unas características casi todo el año muy al límite de la tolerancia para la mayoría de especies piscícolas y también para los anfibios. De hecho los valores promedio anuales de pH en la columna de agua son inferiores a 6,5 (Aldasoro *et al.* 1991, de Hoyos *et al.* 1998), incluso en los momentos de mayor productividad del fitoplancton y por lo tanto con mayor tendencia a la alcalinización. En determinados momentos del año en las zonas profundas el agua de lago presenta una acidez notable ($\text{pH} < 6$) que condiciona la habitabilidad de los ciprínidos, que son la base trófica de las nutrias.

Entre ellos podemos contar con especies de talla media como escallos (*Squalius carolitertii*), bermejuelas (*Achondrostoma arcasii*) y bogas (*Pseudochondrostoma duriense*), y otros de menor talla como gobios (*Gobio lozanoi*) y lamprehuelas (*Cobitis calderoni*); que son escasos excepto en las ensenadas más someras (datos propios inéditos). Se desconoce la productividad de este ecosistema, pero las proyecciones que se pueden hacer a partir de los valores de productividad primaria del plancton, que no superan los 5 mg/l de clorofila total en la época vegetativa más favorable (Aldasoro *et al.* 1991) y la escasa alcalinidad del agua ($< 0,01$ meq/l) permiten encuadrar las características tróficas del lago como de muy baja productividad en el primer periodo de estudio (Aldasoro *et al.* 1991, de Hoyos *et al.* 1998). Estas características afectan en menor medida a las truchas, más propias de este tipo de aguas.

La presencia de anfibios en las orillas someras del lago es de baja intensidad, aunque también es desconocida. Las presas que principalmente podría capturar una nutria son la rana patilarga (*Rana iberica*) y la rana verde común (*Pelophylax perezi*), aunque ambas en bajas densidades; al igual que el sapo común (*Bufo spinosus*) y el tritón ibérico (*Lissotriton boscai*) que también pueden observarse durante la primavera y siempre en muy bajas densidades (observaciones propias).

Esto sin duda condiciona la biomasa de presas disponible para las nutrias del lago y su entorno. Sin

embargo la escasa dimensión del nicho trófico es compensado por la calidad de las orillas como refugio, dada la gran cantidad de huecos existentes en las laderas, ya que están conformadas por morrenas glaciares. Existe no obstante muy pocas zonas someras de sustrato arenosos en las orillas que puedan ser objeto de las comunidades vegetales litorales, por lo que en la mayoría del perímetro o no hay vegetación de ningún tipo o bien esta se trata de praderas sumergidas de isoetes con esfagnos o de pequeñas macrofitas sumergidas de la comunidad de aguas ácidas del *Littorelletalia uniflorae*. La heterogeneidad del hábitat y el encubrimiento durante los movimientos de patrullaje del territorio son factores relevantes en el nicho de refugio para las nutrias, y en especial para las hembras con camadas (Ruiz-olmo *et al.* 2005, Urban *et al.* 2010).

Por lo tanto no son las bandas de vegetación litoral las que ofrecen protección y encubrimiento en sus movimientos a las nutrias en este lago a diferencia con lo que ocurre en otros conjuntos lacustres, (Fairley y Murdoch 1989, Gouverlou 1993, Sulkava 1996, Taastrøm y Jacobsen 1999, Gouverlou *et al.* 2000, Thol-Schmitz 2005, Preston *et al.* 2006). Éste quizá sea uno de los factores a tener en cuenta en la baja tasa de ocupación de las orillas del lago de Sanabria, dado el comportamiento reservado de la especie; y en especial las hembras durante la fase de cría en madriguera (Jefferies 1987, Thom 1997), aunque no hemos podido cuantificarlo en Sanabria.

Preston *et al.* (2006a) y Reid *et al.* (2013) no encuentran ninguna diferencia entre la detectabilidad del mustélido en los ríos y las orillas de los lagos naturales de Irlanda durante los sondeos de 2002-04 y 2010-12, de manera que los resultados positivos de presencia permanente de la especie en las orillas de estos ecosistemas epicontinentales son similares a los de tramos fluviales de las mismas redes hidrológicas. Por su parte Sulkava *et al.* (2007) encuentran una relación directa entre el poblamiento de nutrias en la red hidrográfica de Finlandia con la cantidad de lagos que contienen, de manera que en esta zona geográfica los lagos parecen ser importantes áreas de refugio de las poblaciones.

Tanto en el lago de Sanabria como en el resto del área de estudio de Sanabria se obtuvieron muy pocos contactos directos con ejemplares en movimiento durante los años del primer periodo de estudio. Únicamente fue posible el avistamiento en 1/3 de las esperas en el valle (ver Apartado 5.1.0); y además se obtuvo un único avistamiento (una hembra con crías) en las noches de trabajo con los sapos en la Laguna de Peces. En las orillas del lago en 2014 se obtuvo éxito en el 9,5% (2 de 21) de las jornadas de trampeo fotográfico, con un esfuerzo total de 1.680 h/trampa_día. La efectividad global del esfuerzo resultó de 0,20 positivos/100 h de trabajo con 4 cámaras colocadas en 2 madrigueras (Anexo A.4.1.2).

La bajos resultados de estos trabajos y la imposibilidad de detectar huellas en las alisedas no permiten implementar el censo visual y los censos de pistas (Ruiz-Olmo 1995b, Bravo *et al.* 1998, Herwrt *et al.* 1998, Ruiz-olmo *et al.* 2001b, García-Díaz *et al.* 2011) como metodología de estudio generalizable en nuestras áreas montañosas.

En Morales *et al.* (2015a) se ofrecen datos para la discusión sobre el efecto distorsionador que las molestias permanentes en las orillas del lago podrían estar causando sobre la ocupación efectiva del ecosistema por las nutrias del valle del Tera y su evolución a lo largo de casi dos décadas de estudio. Sin

▷ DISCUSIÓN I

duda esta presencia turística masificada de personas gran parte del año en las orillas debe afectar además a sus poblaciones presa, por lo que efecto negativo para la conservación de las poblaciones de nutrias en el Alto Tera podría ser multiplicativo.

Hace décadas las molestias llegaron a ser consideradas como una de las causas importantes de la rarefacción, e incluso extinción, de las poblaciones lutrinas en áreas europeas (Joint Otter Group 1977, en Delibes 1990). En concreto Coghill (1978) observa en Inglaterra como la presencia continua de nutrias en un río durante el invierno fue interrumpida por la llegada masiva de pescadores durante la temporada hábil, y no se recobró hasta pasada dicha época; y también Chapman y Chapman (1982) encuentran una pérdida total de indicios de presencia durante la época de altas perturbaciones en las riberas, lo que señalan como un cambio en el comportamiento de marcaje de la especie compatible con su conservación a mayor escala (Mason y MacDonald 1986).

Segurado *et al.* (2008, 2011) ofrecen datos sobre los niveles de tolerancia a las presiones humanas ejercidas sobre los ríos para distintas comunidades de peces en ámbitos mediterráneos basadas en la cuantificación de numerosos parámetros de alteración hidrológica y contaminación del agua, así como en base a los criterios de 13 expertos europeos. Señalan como especies más intolerantes a tales perturbaciones antrópicas en los hábitats tanto a las truchas pintonas (*Salmo trutta morpha fario*) como a las lamprehuelas (*Cobitis calderoni*), y en especial a las bermejuelas como especie más perjudicada frente a la presencia de actividades humanas. Presentando tanto gobios (*Gobio lozanoi*) como bogas (*Pseudochondrostoma duriense*) y escallos (*Squalius caroliterti*) un nivel intermedio de tolerancia. Los datos obtenidos en Sanabria permiten calificar como de “muy impactante” la presión sobre las poblaciones de las principales presas (ver Parte III) en el litoral del lago.

En conclusión, cabe valorar que la disminución de actividad lutrina durante el seguimiento plurianual de las dos etapas de muestreo con respecto a lo esperable en una masa de agua tan grande y de orillas naturalizadas y con un gran potencial de refugio en las laderas podría estar relacionado con la intensificación de las molestias debido a presencia humana masificada durante gran parte del año (Tüzün y Albairak 2005). Siempre teniendo en cuenta que las condiciones naturales del lago ya producen de por sí una baja utilización de sus orillas en relación con el resto de tramos próximos del río Tera (ver Apartados 2.2.2 y 2.2.3) que no han cambiado sensiblemente en las últimas 2 décadas y que podrían estar relacionadas con una naturaleza oligotrófica de las aguas que las hacen muy poco productivas en presas.

Nota:

Parte de los contenidos de esta discusión y de las ideas aquí plasmadas, y otras más, fueron desarrolladas en las respectivas discusiones de los siguientes trabajos: Lizana *et al.* 1995,199; Morales y Lizana 1997,2000; Morales *et al.* 1998b,2000; Lizana y Morales 2001, Morales *et al.* 2015a *en prensa*