

El ADN del río

genética y conservación del desmán ibérico







Desmán Ibérico: *Galemys pyrenaicus*



¿Conocemos realmente al desmán ibérico?

Estudio Fundación BBVA «Percepciones y actitudes ante los animales» (2026)

¿Sabe usted el nombre de alguna o algunas especies en España que se encuentren en peligro de extinción? Respuesta espontánea y múltiple



¿DESMAN IBÉRICO?

No aparece entre las especies citadas espontáneamente por los encuestados.

Una especie amenazada... invisible para gran parte de la sociedad

Su ausencia en las respuestas refuerza la necesidad de divulgar su existencia, su declive y el valor de los ecosistemas fluviales que representa.

DESCUBRE AL DESMÁN IBÉRICO

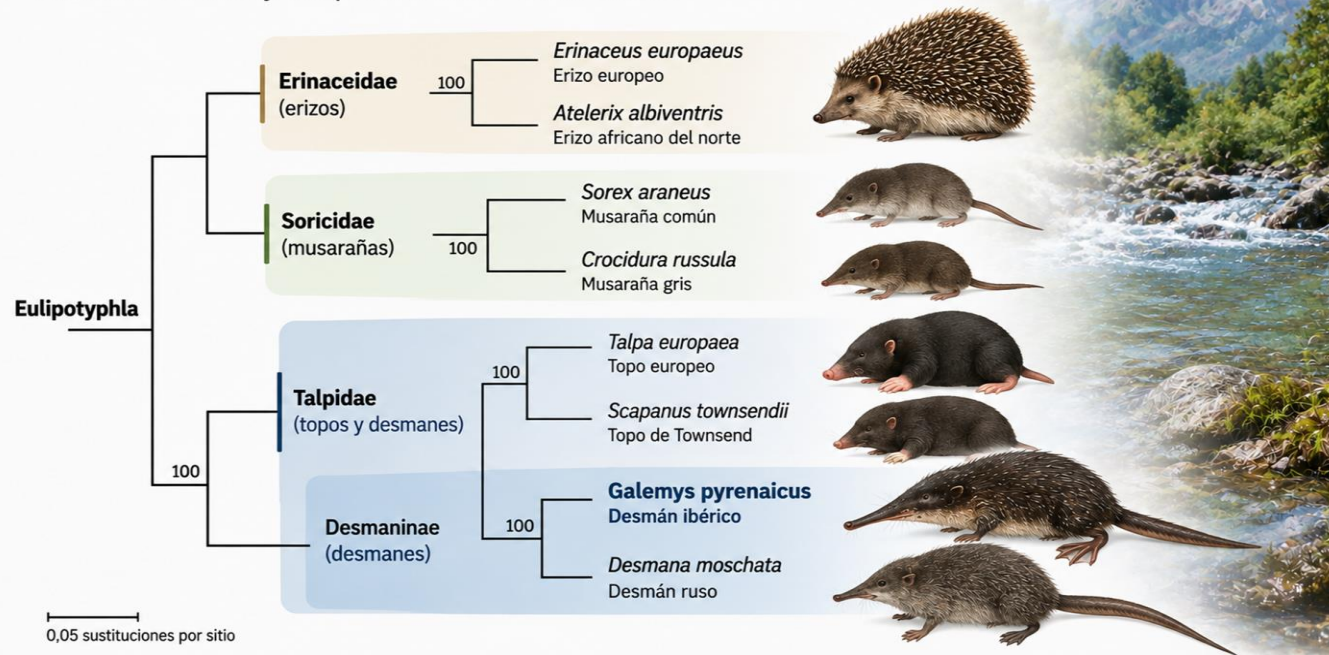
Galemys pyrenaicus · un especialista de los ríos de montaña

Pequeño mamífero semiacuático

Familia *Talpidae*: es pariente de los topos.

Filogenia de los mamíferos insectívoros (Eulipotyphla)

El desmán ibérico y sus parientes más relacionados



Fuente: Cabria, M. T., Rubines, J., Gómez-Moliner, B. J. & Zardoya, R. (2006).

On the phylogenetic position of a rare Iberian endemic mammal, the Pyrenean desman (*Galemys pyrenaicus*).
Gene, 375, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2006.01.038>

Ilustraciones: adaptación de imágenes de campo y guías de mamíferos
(no a escala).



DESCUBRE AL DESMÁN IBÉRICO

Galemys pyrenaicus · un especialista de los ríos de montaña

Pequeño mamífero semiacuático

Familia *Talpidae*: es pariente de los topos.

Tamaño sorprendente

Cuerpo: 11–16 cm · Cola: 12–16 cm

Diseñado para el agua

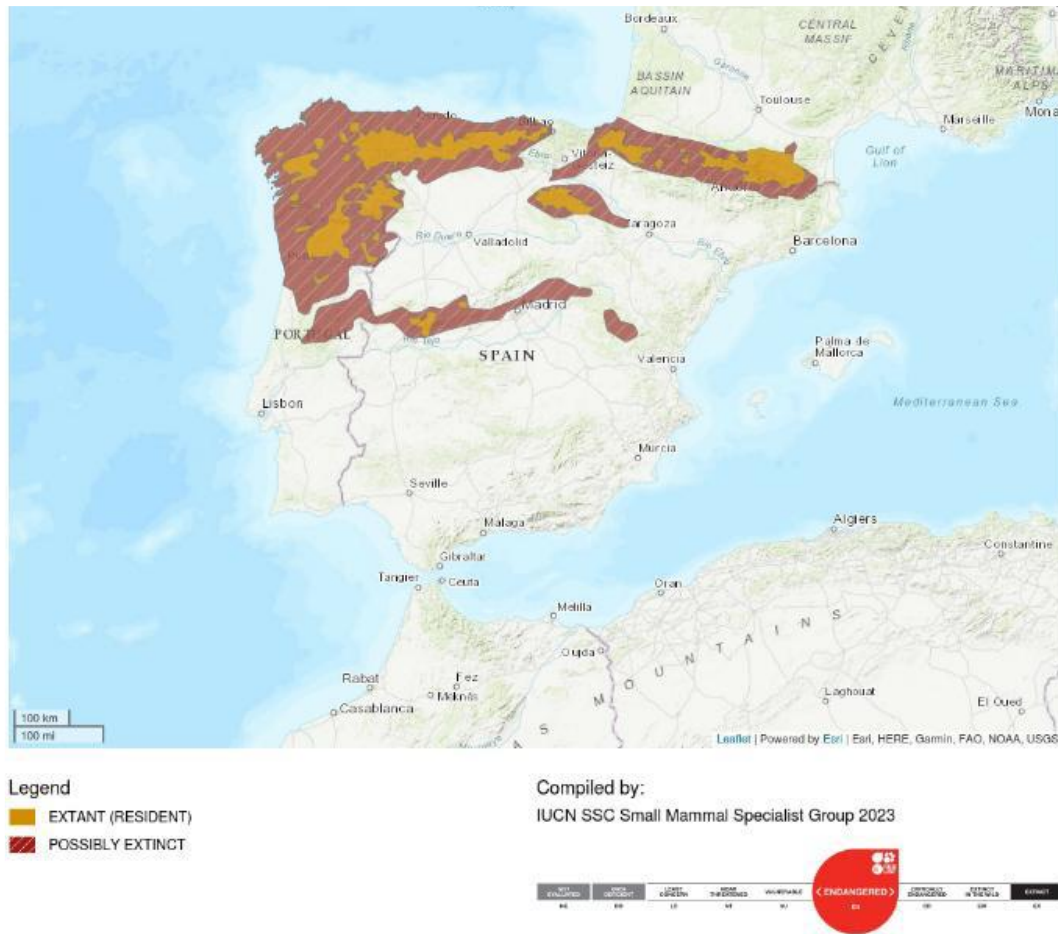
Hocico largo y flexible: órgano sensorial para localizar presas.

Patas traseras palmeadas y pelaje denso e impermeable.



Desaparece de nuestro territorio

Una especie endémica cuya distribución se ha fragmentado intensamente



The IUCN Red List of Threatened Species

69%

descenso en la ocupación del territorio
en aproximadamente 30 años

Antes

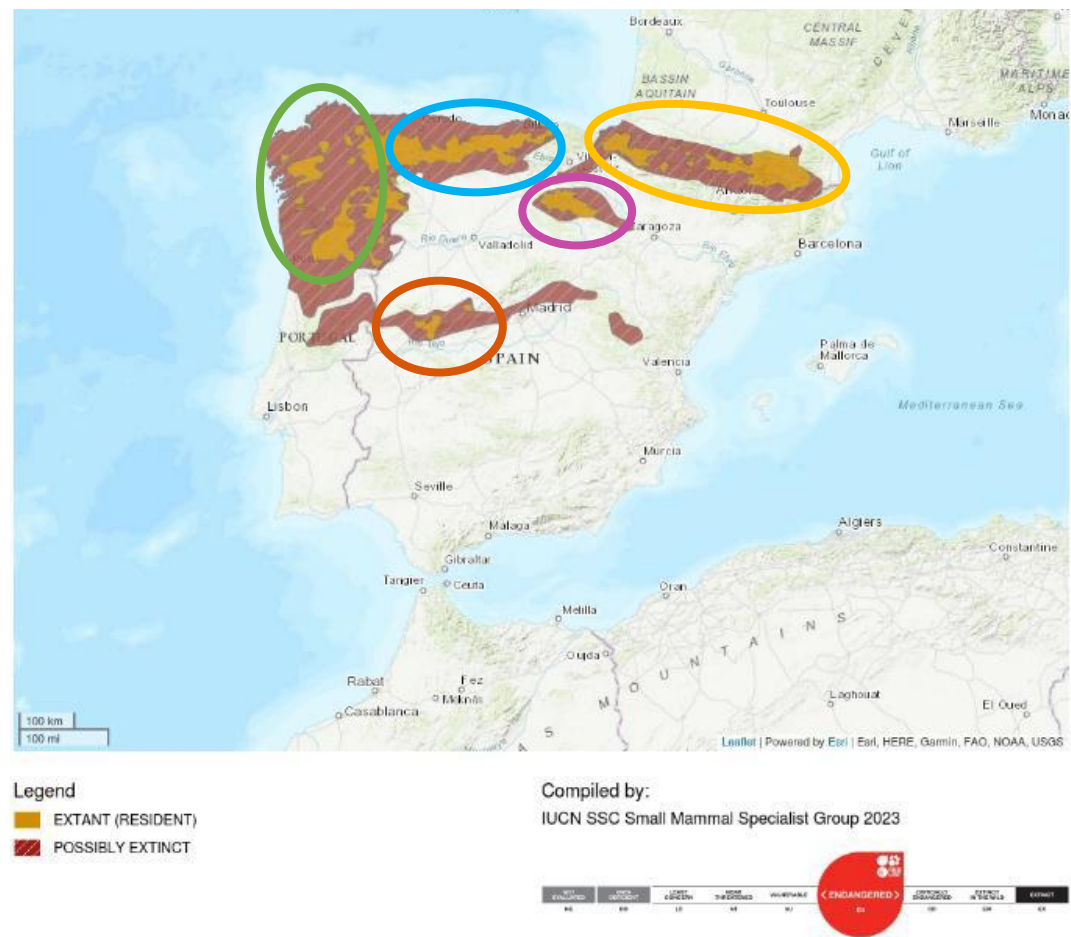
Cuencas de Pirineos, noroeste de España y Portugal; ríos fríos, limpios y oxigenados.

Ahora

Núcleos aislados, principalmente en el norte y oeste; en muchas zonas su presencia es testimonial o ha desaparecido.

Desaparece de nuestro territorio

Una especie endémica cuya distribución se ha fragmentado intensamente



The IUCN Red List of Threatened Species

69%

descenso en la ocupación del territorio
en aproximadamente 30 años

5 Unidades evolutivas

- Cantábrico/Occidental
- Ibérico
- Occidental
- Pirenaico
- Sistema Central

Querejeta et al., 2016. Conservation Genetics 17:1333–1344.

Proteger al desmán es proteger el río

Indicador de integridad del hábitat y de la biodiversidad fluvial

Su presencia refleja ríos bien conservados, con agua de calidad, refugios en las orillas y comunidades abundantes de macroinvertebrados.



ALTERACIÓN DEL HÁBITAT

Presas, embalses, canalizaciones y pérdida de vegetación ribereña.



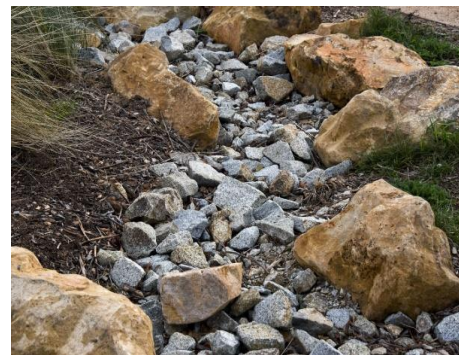
CONTAMINACIÓN

Vertidos, pesticidas, aguas residuales y fertilizantes reducen la calidad del agua y sus presas.



CAMBIO CLIMÁTICO

Sequías, menor caudal y aumento de temperatura alteran el hábitat y el alimento.



ESPECIES INVASORAS

El visón americano añade presión por depredación sobre poblaciones vulnerables.



Conservar al desmán significa conservar la conectividad, la calidad del agua y toda la comunidad del río.



ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental



ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental

1. ADN AMBIENTAL DEL AGUA

El agua del río contiene fragmentos de ADN liberados por los organismos que viven en él.



Permite detectar la presencia de múltiples especies de manera no invasiva.



Los organismos liberan ADN al medio mediante:



células de piel;



mucus;



escamas;



gametos;



restos de tejidos;



heces y orina;



organismos muertos o degradados.



El río se convierte en una especie de
“archivo biológico”.

ADN ambiental para detectar al desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*)

Desarrollo y validación de un sistema de muestreo pasivo de eDNA para el seguimiento de una especie amenazada

Ríos vivos,
biodiversidad detectable

Una herramienta genética
para la conservación

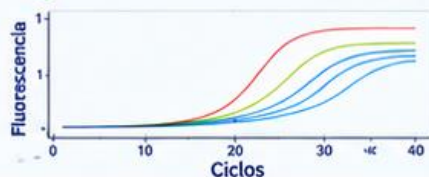
1. DESARROLLO DEL ENSAYO MOLECULAR

Ensayo específico para *Galemys pyrenaicus*



Marcador: gen mitocondrial
citocromo *b* (CYTB)
Amplición: 166 pb
Sonda TaqMan (qPCR y dPCR)

- ✓ Alta especificidad
(sin amplificación de especies simpátricas)
- ✓ Validado con muestras de tejido, pelo y heces



Primer ensayo específico para la detección del desmán ibérico mediante muestreo pasivo de eDNA.

2. MUESTREO PASIVO DE eDNA

Metaprobes con gases estériles



Evaluado en tres tipos de hábitat fluvial: pozas, corrientes y rápidos



Diferentes tiempos de exposición: 4-7 h, 12-15 h y 21-24 h



Las gasas acumulan el eDNA transportado por el agua de forma no invasiva.

3. qPCR FRENTE A dPCR

La dPCR es más sensible para muestras ambientales

qPCR



- ✗ Buen rendimiento en validación de laboratorio
- ✗ No detectó eDNA en las muestras ambientales

dPCR



- ✓ Detectó eDNA en todas las unidades hidromorfológicas
- ✓ Mayor sensibilidad para bajas concentraciones de ADN
- ✓ Más adecuada para el análisis de eDNA en ríos

4. VALIDACIÓN EN CAMPO

Aplicación en cuatro sistemas fluviales del norte de España



4 sistemas fluviales (Espinaredo, Narcea, Pigüña y Teverga)



21 puntos de muestreo



83 muestras válidas



26 positivas (31,3 % de detección)

5. PRINCIPALES RESULTADOS

Detección según tipo de hábitat (validación controlada)

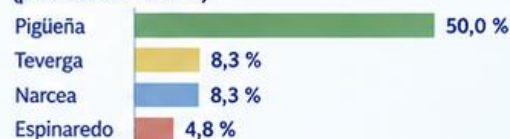


El tiempo de exposición no influyó significativamente en la detección.



4-7 h
12-15 h
21-24 h

Detección por sistema fluvial (probabilidad relativa)



6. CONCLUSIONES



El muestreo pasivo de eDNA combinado con dPCR proporciona una herramienta sensible y fiable para detectar al desmán ibérico en condiciones de campo.



Método no invasivo, complementario a los censos tradicionales.



Especialmente útil en áreas remotas o con condiciones adversas donde los métodos convencionales pueden ser difíciles, arriesgados o poco eficaces.

El eDNA revela la presencia del desmán ibérico donde los métodos tradicionales no detectan la especie.

ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental

1. ADN AMBIENTAL DEL AGUA

El agua del río contiene fragmentos de ADN liberados por los organismos que viven en él.



Permite detectar la presencia de múltiples especies de manera no invasiva.

2. HECES DE MAMÍFERO

Las heces contienen ADN del propio mamífero y permiten analizar su bacterioma intestinal.



ADN del mamífero:
especie, diversidad poblacional, parentesco, dieta, etc.



Bacterioma:
composición y diversidad de bacterias intestinales, salud y dieta...

Del río al conocimiento

El ADN de las heces del río nos revela qué especies habitan en sus aguas, el sexo de los individuos y la presencia de especies invasoras, sin necesidad de capturar animales.



1 Heces en el lecho del río

Se recogen heces de manera no invasiva durante el muestreo en el lecho del río.



2 Extracción de ADN

Se extrae el ADN de las heces y se purifica para su análisis genético.



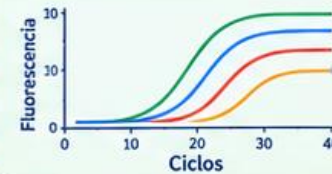
3 Análisis genético (qPCR)

Mediante qPCR se amplifican fragmentos específicos del ADN para obtener información sobre la especie y el sexo.



Identificación de la especie

¿Qué especie está presente?



Desmán ibérico
(*Galemys pyrenaicus*)



Nutria
(*Lutra lutra*)

u otras especies...

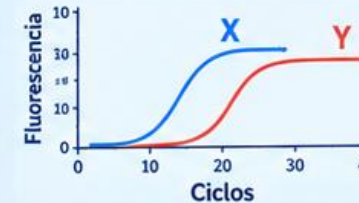


Determinación del sexo (en desmán ibérico)

qPCR de un fragmento del cromosoma Y y otro del cromosoma X



Macho
(X + Y)

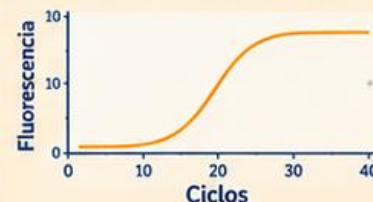


Hembra
(X + X)



Detección de especies invasoras

Por ejemplo, visón americano (*Neogale vison*)



Visón americano
(*Neogale vison*)

Otras especies invasoras...
(p. ej. perca sol, cangrejo americano)



No invasivo



Alta sensibilidad



Información clave
para la conservación



Complementa los métodos tradicionales

Las heces del río nos cuentan mucho más que la presencia de una especie

El análisis genético de las heces permite conocer la microbiota, el estado sanitario, la dieta y detectar especies invasoras, de forma no invasiva.

Mismas aguas,
más información

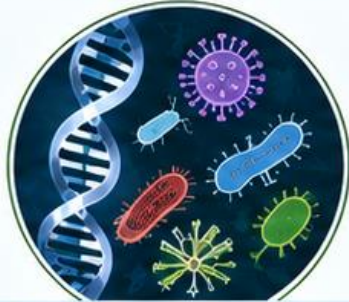
Herramientas genéticas
para la conservación
de los ríos

1 Microbiota y estado sanitario: una ventana a la salud del individuo

El ADN de las heces permite caracterizar la comunidad de microorganismos que habita en su intestino



Heces en el lecho
del río



Extracción y secuenciación
del ADN (metagenómica)



Caracterización de la microbiota



Bacterias



Virus



Hongos

y otros microorganismos...



Información sobre el estado del individuo



Estado inmunitario



Estado fisiológico
(p. ej. niveles de estrés)



Presencia de patógenos
y parásitos



Desequilibrios de la microbiota
(asociados a enfermedad,
cambios ambientales, etc.)

Un individuo sano,
un río más saludable



La microbiota refleja la interacción
entre el individuo y su entorno,
y puede indicar su estado sanitario.

2 Dieta: qué come y quién lo depreda

El análisis de ADN en las heces permite identificar los restos de presas ingeridas



Heces en el lecho
del río



Extracción y secuenciación
del ADN (metabarcoding)



Identificación de las presas



- Invertebrados acuáticos
(insectos, crustáceos, moluscos...)
- Peces (si están presentes)
- Plantas y algas



...



Aplicaciones



Reconstrucción de la dieta



Cambios estacionales
o espaciales en la alimentación



Comparación entre poblaciones
o áreas



Evaluación de la disponibilidad
de recursos en el río

También permite detectar
a sus depredadores



Nutria
(*Lutra lutra*)



Visón americano
(*Neogale vison*)

y otras
especies...

Conocer la dieta permite evaluar las interacciones
tróficas y el riesgo de depredación sobre la especie.



Información no invasiva



Visión integral del individuo y su ecosistema



Herramientas genéticas al servicio de la conservación



Ciencia para una mejor gestión de nuestros ríos

El ADN del río

¿Nos dan la misma información las heces frescas y las heces del río?

Un ejemplo de trabajo para evaluar la calidad del ADN en muestras no invasivas

*Misma especie
Misma información
Más herramientas
para su conservación*

*Ríos vivos
para su futuro*

Heces frescas (< 15 minutos)



Extracción
de ADN



Identificación de especies



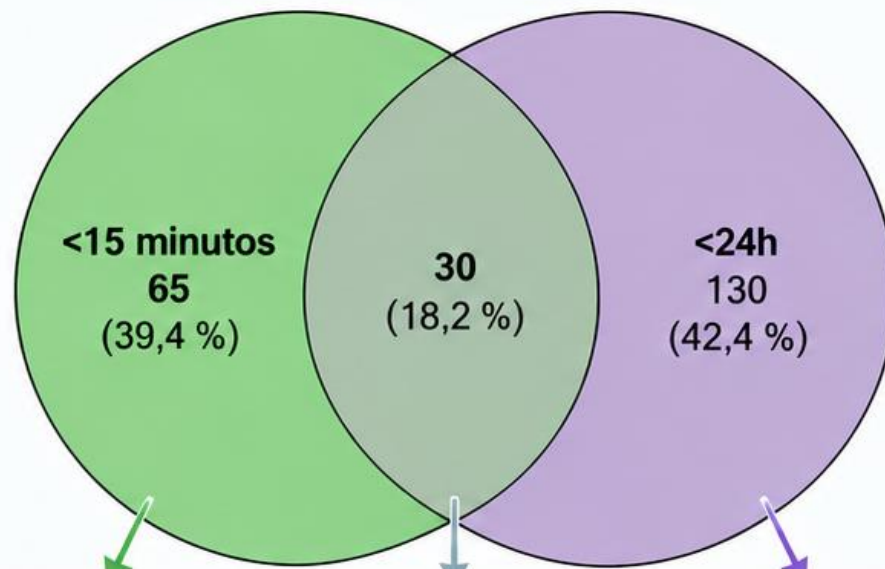
Secuenciación Shotgun



Análisis

Comparación con bases de datos
de Microbioma

Comparación de la información obtenida



Información exclusiva
de heces frescas
(65)

Información compartida
entre muestras
(30)

Información exclusiva
de heces del río
(130)

Heces del río (< 24 horas)



Extracción
de ADN



Identificación de especies



Secuenciación Shotgun



Análisis

Comparación con bases de datos
de Microbioma

Las heces recuperadas en el río conservan una parte importante de la información genética obtenida en heces frescas.

Su uso amplía las posibilidades de muestreo no invasivo para la monitorización y conservación del desmán ibérico.

*Del río
a la conservación*

ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental

1. ADN AMBIENTAL DEL AGUA

El agua del río contiene fragmentos de ADN liberados por los organismos que viven en él.



Permite detectar la presencia de múltiples especies de manera no invasiva.

2. HECES DE MAMÍFERO

Las heces contienen ADN del propio mamífero y permiten analizar su bacterioma intestinal.



ADN del mamífero:
especie, diversidad poblacional, parentesco, dieta, etc.



Bacterioma:
composición y diversidad de bacterias intestinales, salud y dieta...

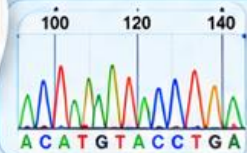
3. DESMÁN IBÉRICO: ADN DE PELO

El pelo permite obtener ADN del individuo de forma mínimamente invasiva.



ADN del individuo

Identificación genética · diversidad · parentesco · estructura poblacional.



Genética de poblaciones

Endogamia · conectividad · aislamiento · flujo génico.

Perfiles de microsatélites

Estructura genética del desmán ibérico

*Genética
para su conservación*

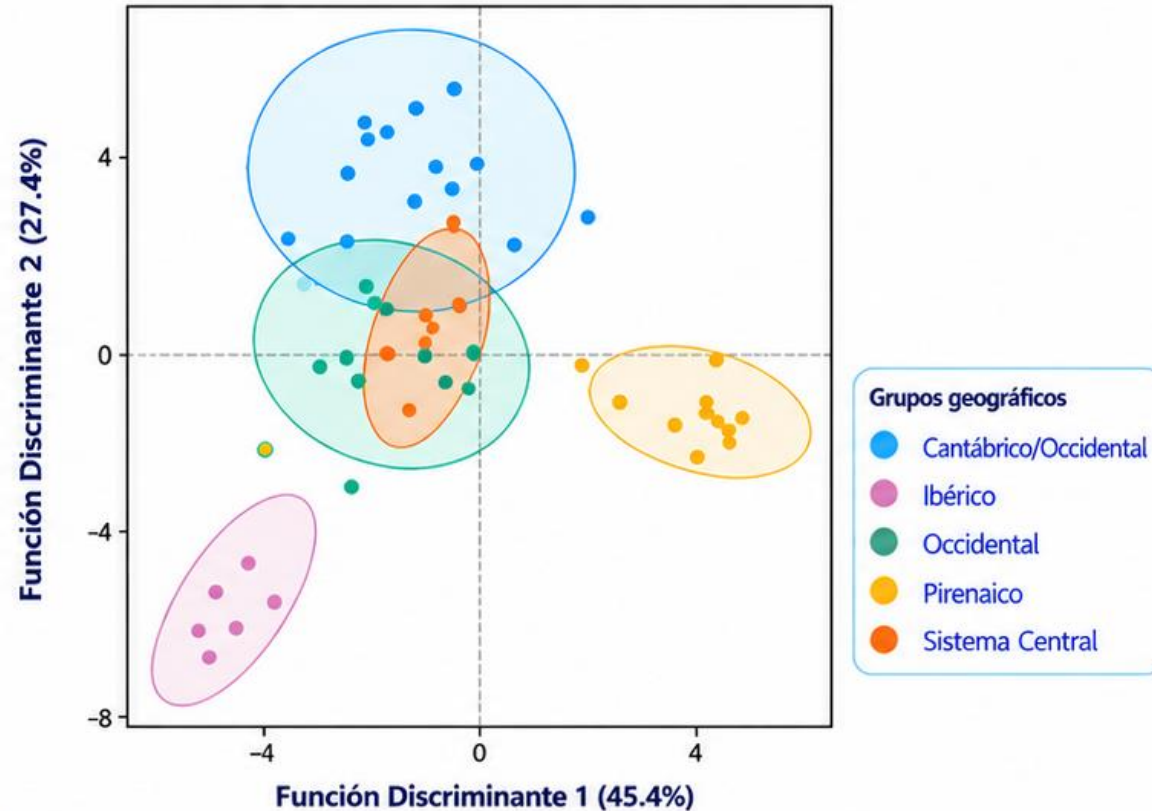
MUESTRAS ANALIZADAS

Muestras de ADN de 75 individuos de desmán ibérico.

- 22 UE Occidental
- 20 UE Pirenaica
- 10 UE del Sistema Central
- 7 UE del Sistema Ibérico
- 16 UE Cantábrica

Total: 75 individuos

Análisis discriminante de los perfiles de microsatélites



MARCADORES UTILIZADOS

24
marcadores
de microsatélites
autosómicos

+

1
marcador
de sexo



Los perfiles de microsatélites permiten identificar individuos, analizar la diversidad genética y la estructura poblacional, y aportar información clave para la conservación del desmán ibérico.

*Ríos vivos
para su futuro*

Perfiles de microsatélites

Efecto barrera de una presa en el desmán ibérico

*Genética
para su conservación*

MUESTRAS ANALIZADAS

Muestras de ADN de 48 individuos de desmán ibérico.



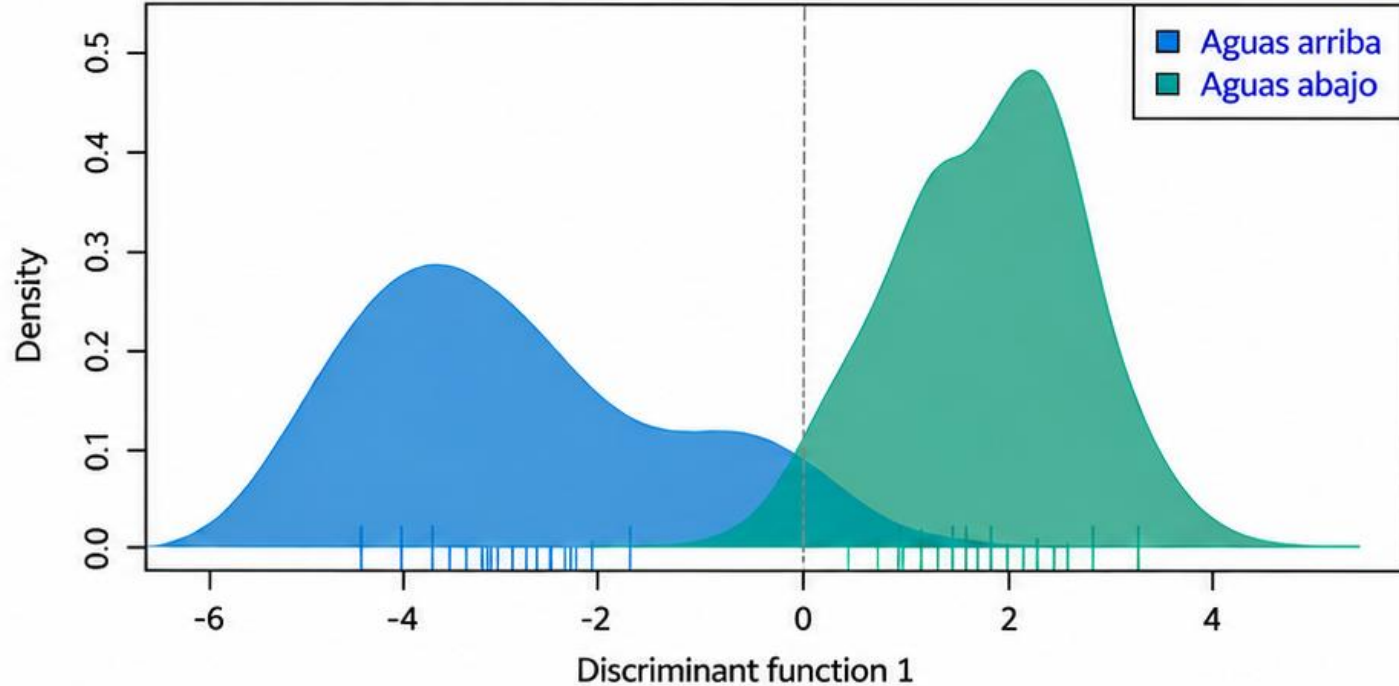
Aguas arriba
de la presa



Aguas abajo
de la presa

Total: **48** individuos

Análisis discriminante de los perfiles de microsatélites



Los perfiles de microsatélites permiten identificar individuos, analizar la estructura genética y evaluar el efecto de barreras como las presas sobre la conectividad de las poblaciones de desmán ibérico.

*Ríos vivos
para su futuro*

ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental

1. ADN AMBIENTAL DEL AGUA

El agua del río contiene fragmentos de ADN liberados por los organismos que viven en él.



Permite detectar la presencia de múltiples especies de manera no invasiva.

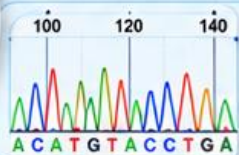
3. DESMÁN IBÉRICO: ADN DE PELO

El pelo permite obtener ADN del individuo de forma mínimamente invasiva.



ADN del individuo

Identificación genética · diversidad · parentesco · estructura poblacional.



Genética de poblaciones

Endogamia · conectividad · aislamiento · flujo génico.

2. HECES DE MAMÍFERO

Las heces contienen ADN del propio mamífero y permiten analizar su bacterioma intestinal.



ADN del mamífero:
especie, diversidad poblacional, parentesco, dieta, etc.



Bacterioma:
composición y diversidad de bacterias intestinales, salud y dieta...

4. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT (LECHO DEL RÍO)

El análisis de los macroinvertebrados y microinvertebrados del lecho del río proporciona información sobre la disponibilidad de dieta en el ecosistema.



Macroinvertebrados
(disponibilidad de dieta)



Microinvertebrados
(disponibilidad de dieta)

Macroinvertebrados del río

Comunidad, biodiversidad y alimento para el desmán

Ríos vivos,
especies que
conectan

Metabarcoding de una muestra bulk para conocer la vida en el río

1. MUESTREO EN EL RÍO

Se recolectan macroinvertebrados del lecho del río en distintos puntos de muestreo.



2. MUESTRA BULK

Los organismos recolectados se agrupan en una única muestra (bulk), que se homogeneiza.



Una muestra, muchas especies

3. EXTRACCIÓN DE ADN

Se extrae el ADN total de la muestra bulk, que contiene el material genético de todas las especies presentes.



4. PCR Y SECUENCIACIÓN

Se amplifica un marcador barcode (habitualmente COI) y se secuencia mediante secuenciación masiva (Next Generation Sequencing).



5. ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO

Las secuencias se comparan con bases de datos de referencia para identificar las especies presentes en la muestra.



6. RESULTADOS ECOLÓGICOS

Se obtiene la composición de la comunidad de macroinvertebrados del río: riqueza de especies, abundancia relativa y grupos funcionales.



¿Por qué es importante?



- ✓ Permite evaluar la calidad ecológica del río.
- ✓ Informa sobre la disponibilidad de presas para el desmán ibérico.
- ✓ Detecta cambios en la biodiversidad y responde a presiones ambientales.
- ✓ Es una herramienta rápida y no invasiva que analiza muchas especies a la vez.

Del río al desmán

Conocer la comunidad de macroinvertebrados nos ayuda a entender la disponibilidad de alimento en el río y su importancia para la conservación del desmán ibérico.



Conocer
la biodiversidad
del río es clave
para su futuro

ADN del río

Conociendo la biodiversidad
a través del ADN ambiental

1. ADN AMBIENTAL DEL AGUA

El agua del río contiene fragmentos de ADN liberados por los organismos que viven en él.



Permite detectar la presencia de múltiples especies de manera no invasiva.

2. HECES DE MAMÍFERO

Las heces contienen ADN del propio mamífero y permiten analizar su bacterioma intestinal.



ADN del mamífero: especie, diversidad poblacional, parentesco, dieta, etc.



Bacterioma: composición y diversidad de bacterias intestinales, salud y dieta...

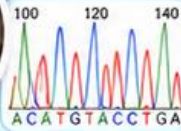
3. DESMÁN IBÉRICO: ADN DE PELO

El pelo permite obtener ADN del individuo de forma mínimamente invasiva.



ADN del individuo

Identificación genética · diversidad · parentesco · estructura poblacional.



Genética de poblaciones

Endogamia · conectividad · aislamiento · flujo génico.

4. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT (LECHO DEL RÍO)

El análisis de los macroinvertebrados y microinvertebrados del lecho del río proporciona información sobre la disponibilidad de dieta en el ecosistema.



Macroinvertebrados
(indicadores de disponibilidad de dieta)



Microinvertebrados
(indicadores de disponibilidad de dieta)

5. INDIVIDUOS ENCONTRADOS MUERTOS

La identificación de individuos encontrados muertos permite su necropsia para detectar patologías y la obtención de células (p. ej., fibroblastos de la cola) para su conservación.



Detección de patologías mediante necropsia.



Aislamiento de fibroblastos u otras células para su conservación.

ADN para conocer, proteger y conservar nuestros ríos

Investigación para su conservación

Salud y recursos genéticos del desmán ibérico

Genética
para su conservación

Conocer para conservar

Ríos vivos
para su futuro

1 Necropsias para detectar agentes etiológicos de enfermedad

Las necropsias permiten identificar las causas de mortalidad y detectar agentes infecciosos (virus, bacterias, parásitos y hongos), aportando información clave sobre el estado sanitario de las poblaciones.



Detección de virus
(p. ej. moquillo, ranavirus)



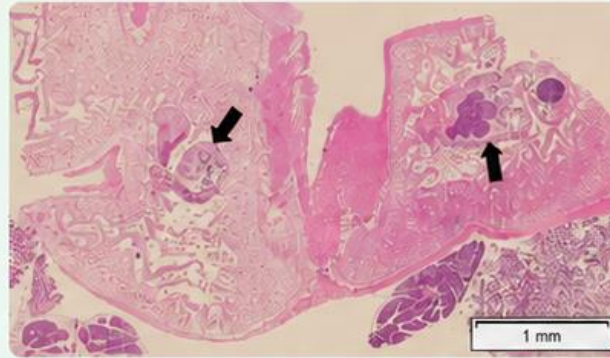
Bacterias patógenas
(p. ej. *Leptospira*, *Salmonella*)



Parásitos
(p. ej. trematodos, nematodos, protozoos)



Hongos
(p. ej. *Histoplasma*)

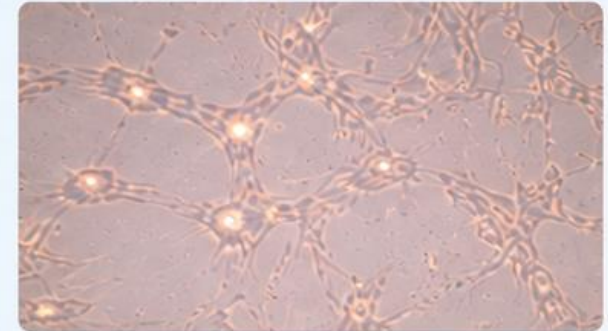


Resultados que contribuyen a:

- ✓ Evaluar el impacto de las enfermedades en las poblaciones silvestres.
- ✓ Detectar amenazas emergentes.
- ✓ Diseñar medidas de gestión y vigilancia epidemiológica.

2 Obtención de fibroblastos para bancos de germoplasma

A partir de muestras de tejido se aíslan fibroblastos, que se cultivan y conservan en bancos de germoplasma. Estas líneas celulares permiten preservar la diversidad genética de la especie y facilitar futuras aplicaciones en investigación, conservación y posibles programas de reproducción asistida.



Aplicaciones:

- ✓ Conservación de la diversidad genética.
- ✓ Investigación en genética, fisiología y enfermedades.
- ✓ Recurso para futuros programas de conservación (p. ej. reproducción asistida, edición genética).



Hacia una conservación integral del desmán ibérico: salud de sus poblaciones y preservación de su patrimonio genético.

A long-tailed shrew is lying on a mossy rock in the foreground, looking towards a stream. The stream flows over rocks in the middle ground, and dense foliage lines both banks. In the background, a full moon is visible in a dark, starry sky above a range of mountains.

Bien, pero...
¿que hay de lo mio?

Plan de Recuperación del desmán ibérico

6 líneas de actuación para un futuro en nuestros ríos

Mismas aguas,
más vida

Ciencia y gestión
para la conservación
de nuestros ríos

1 Distribución y vigilancia de poblaciones



- eDNA del agua y análisis de heces
- Detección temprana de la especie
- Seguimiento periódico de tramos fluviales
- Métodos no invasivos (qPCR, dPCR)



Saber dónde está
para poder protegerla

2 Genética de conservación

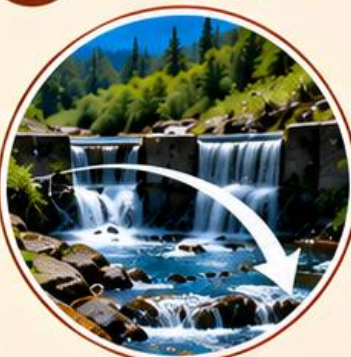


- Microsatélites y SNP/genómica
- Diversidad genética, endogamia, Ne, parentesco y estructura poblacional (FST)
- Unidades de conservación
- Información clave para refuerzos y translocaciones



Conocer su estado genético
para asegurar su futuro

3 Restauración de conectividad y hábitat



- Identificación de barreras (presas, azudes, canalizaciones)
- Análisis de conectividad genética
- Restauración de la continuidad fluvial y mejora del hábitat
- Evaluación de macroinvertebrados del lecho



Ríos conectados,
poblaciones viables

4 Vigilancia sanitaria y fisiológica



- Metagenómica de las heces (bacterias, virus, hongos, parásitos)
- Microbiota y estado fisiológico
- Necropsias y diagnóstico molecular en individuos muertos
- Vigilancia epidemiológica continuada



Detección temprana
de problemas, mejores
respuestas

5 Interacciones ecológicas y amenazas biológicas



- Estudio de la dieta mediante metabarcoding
- Análisis de heces de depredadores (p. ej. nutria, visón americano)
- Detección temprana de especies invasoras (eDNA y heces)
- Evaluación de interacciones tróficas



Conocer su entorno
y reducir amenazas

6 Banco biológico y conservación ex situ



- Conservación de ADN, tejidos, pelo, heces y células
- Aislamiento y crioconservación de fibroblastos
- Recursos genéticos de poblaciones de referencia
- Garantizar opciones de futuro



Conservar hoy
para el mañana



Enfoque no invasivo



Visión integral del individuo
y su ecosistema



Gestión basada en la evidencia



Colaboración entre ciencia,
administración y sociedad

Plan de Recuperación del desmán ibérico

De la información a la acción: un ciclo de gestión adaptativa

Mismas aguas,
más vida

Ciencia y gestión
para la conservación
de nuestros ríos

De la información a la acción

Un ciclo de gestión adaptativa para la recuperación del desmán ibérico



Con conocimiento,
ríos vivos

La conservación del desmán ibérico
es posible si unimos ciencia, gestión y sociedad



Ríos sanos



Biodiversidad



Territorios vivos



Un futuro compartido

Agradecimientos

La conservación del desmán ibérico es un esfuerzo compartido

*Genética
para su conservación*

Genética Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo



Luis Royo
Alba Ardura
Sara Fernandez
Maria Montes
Christian Herresanchez

Servicio Animalario Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo



Francisco Rodriguez

Alumnos TFG Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo



José Martinez
Alberto Menendez
Amor Mahamud

Sanidad Animal Universidad de León



Ana Balseiro
Gloria Herrero
Patricia Barroso

Biosfera Consultoría Medioambiental



Angel Fernandez
Alejandro González
Daniel Menendez

DESMA Estudios Ambientales SL

DESMA
Estudios Ambientales SL



Jorge Gonzalez

Gobierno del Principado de Asturias



Principado de
Asturias

Junta de Castilla y León



Junta de
Castilla y León

*Gracias
a todas las personas que hacéis posible
este trabajo*



Investigación, colaboración y compromiso
para la conservación del desmán ibérico

*Ríos vivos
para su futuro*