

# Grao en Bioloxía

## Memoria do Traballo de Fin de Grao

**Patrones de uso de un paso de fauna por vertebrados en una carretera del noroeste ibérico**

**Patróns de uso dun paso de fauna por vertebrados nunha estrada do noroeste ibérico**

**Patterns of use of a wildlife crossing by vertebrates in a road located in northwestern Iberia**

**Nuria de Castro Pampín**

**Curso: 2023 - 2024. Convocatoria: Febrero**

*Director/a: Alejandro Martínez Abraín*

## ÍNDICE

Resumen/Abstract.....	3
Palabras clave.....	3
1. Introducción.....	5
2. Material y Métodos.....	7
3. Resultados.....	10
4. Discusión.....	17
5. Conclusiones.....	19
6. Bibliografía.....	21

## RESUMEN

En España muchas Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) incluyen la construcción de pasos de fauna como medida de mitigación, pero pocas veces se evalúa la efectividad de los mismos. En este Trabajo de Fin de Grado se estudia la efectividad de un paso de fauna por parte de la nutria euroasiática (*Lutra lutra*) en una carretera del NO ibérico, situada sobre la presa de un embalse. Además, se analiza la influencia de diversas variables ambientales en el uso del paso durante dos inviernos y dos primaveras (años 2021 y 2023). Encontramos que las nutrias perdieron el miedo a la nueva estructura hacia los 39 días desde la construcción del paso y que alcanzaron la tasa máxima de uso del paso con rapidez 17 semanas desde la construcción del paso. Las nutrias usaron el paso mayoritariamente de noche (a pesar de mostrar mucha actividad diurna en la zona de estudio), un poco más de lo esperado en primavera que en invierno y en condiciones de baja precipitación, así como en sentido río-embalse. Sin embargo, no encontramos diferencias estacionales en el sentido de la marcha. El paso de las nutrias coincidió con el paso de un vehículo por la carretera en al menos un 15% de los casos. Nuestros resultados muestran que la construcción de pasos de fauna para nutria es una acción de conservación útil y que puede ayudar a reducir el número de atropellos al menos en un 15%. Por ello se recomienda el empleo generalizado de esta medida en las zonas de alto riesgo de atropello de nutria en la Península Ibérica, especialmente teniendo en cuenta la actual expansión poblacional y geográfica de la especie.

**PALABRAS CLAVE:** pasos de fauna, atropellos, *Lutra lutra*, patrones de uso, efectividad.

## RESUMO

En España, moitas Declaracións de Impacto Ambiental (DIA) inclúen a construción de pasos de fauna como medida de mitigación, pero a súa eficacia raramente se avalúa. Neste Traballo Fin de Grao estúdase a eficacia dun paso de fauna pola lontra euroasiática (*Lutra lutra*) nunha estrada do noroeste da Península Ibérica, situada sobre un encoro de encoro. Ademais, analízase a influencia de diversas variables ambientais no uso do paso durante dous invernos e dúas primaveras (anos 2021 e 2023). Descubrimos que as lontras perderon o medo á nova estrutura 39 días despois da construción do paso e que alcanzaron a taxa máxima de uso do pase rapidamente 17 semanas despois da construción do paso. As lontras utilizaron o paso principalmente de noite (a pesar de presentar moita actividade diúrna na zona de estudo), algo máis do previsto na primavera que no inverno e en condicións de pouca precipitación, así como no sentido río-encoro. Non obstante, non atopamos diferenzas estacionais na dirección da marcha. O paso das lontras coincidiu co paso dun vehículo pola vía en polo menos un 15% dos casos. Os nosos resultados mostran que a construción de pasos de vida salvaxe para lontras é unha acción de conservación

útil e pode axudar a reducir o número de mortos por estrada polo menos nun 15%. Por iso, recoméndase o uso xeneralizado desta medida nas zonas de alto risco de colisión de lontras na Península Ibérica, tendo en conta especialmente a actual poboación e expansión xeográfica da especie.

**PALABRAS CLAVE:** pasos de fauna, atropelos, *Lutra lutra*, patróns de uso, eficacia.

## ABSTRACT

In Spain, many Environmental Impact Assessments include the construction of wildlife crossings as a mitigation measure, but their effectiveness is rarely evaluated. In this End-of-Degree-Disertation, we studied the effectiveness of a wildlife crossing by the Eurasian otter (*Lutra lutra*) on a road located along the dam of a reservoir in NW Iberia. In addition, we analyzed the influence of several environmental variables on the use of the wildlife crossing during two winters and two springs (years 2021 and 2023). We found that the otters lost their fear of the new structure within 39 days since the construction of the wildlife crossing, and that they reached the maximum rate of passage quickly (at approximately 17 weeks since the construction of the wildlife crossing). Otters used the crossing mostly during night time (despite showing much diurnal activity at the study site), a little more than expected in spring than in winter, and also under conditions of low precipitation and in the river-reservoir direction. However, we did not find any seasonal difference in the direction of passage. The use of the structure by otters coincided with the passage of a vehicle on the road in at least 15% of the cases of use of the crossing. Hence, our results show that the construction of wildlife crossings for otters is an effective conservation measure, and that it may help reduce the number of road kills by at least 15%. Therefore, the widespread use of this mitigation measure is recommended in areas of high risk of otter roadkill, especially taking into account the current population and geographic expansion of the species in the Iberian Peninsula.

**KEYWORDS:** wildlife crossings, roadkills, *Lutra lutra*, patterns of use, effectiveness.

## 1. Introducción

Muchas Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) en España, ya sean promovidas desde las autoridades ambientales de las Comunidades Autónomas o desde el Ministerio de Medio Ambiente, incluyen la necesidad de construir pasos de fauna como medida de mitigación del daño sobre la fauna silvestre, pero muy pocas veces se evalúa la efectividad de dichos pasos de fauna y tampoco se analizan los factores implicados en el uso del paso. Este aspecto es importante ya que se exige a las empresas que realicen un gasto económico considerable (o es realizado directamente por la propia Administración) sin que se sepa si esa inversión se traduce en una mejora de las condiciones de conservación de las especies focales.

La mayoría de los estudios existentes estudian la composición de la fauna que los emplea y comparan el uso de diversos tipos de paso de fauna en función de variables ambientales, como la actividad humana o las características del paisaje circundante (Mata et al., 2005; Puig et al., 2012) o bien en función de las características propias de los pasos. En este estudio se analizará el uso de un único paso de fauna por nutria euroasiática (*Lutra lutra* L. 1758) en función de diversas variables: la estación del año, la temperatura, la precipitación, el sentido de la marcha y el paso de vehículos.

### *Antecedentes*

Entre enero de 2017 y enero de 2018 se localizaron cuatro nutrias atropelladas en el embalse de Abegondo-Cecebre (A Coruña, NO España), más concretamente en la carretera AC-221 a la altura de la presa del embalse (Gnhabitat, 2020). En abril de 2018, el Grupo Naturalista Hábitat realizó un informe técnico sugiriendo diferentes soluciones a este problema, incluyendo la colocación de señalización vertical informando del peligro de paso de fauna silvestre y la reducción de la velocidad mediante la instalación de bandas rugosas en las proximidades al punto negro (Gnhabitat, 2020). El informe se remitió a la Reserva de la Biosfera *Mariñas Coruñesas e Terras do Mandeo*, a EMALCSA y al Ayuntamiento de Cambre.

La propuesta de instalar señalización vertical y bandas rugosas no fue informada favorablemente, pero la Agencia Galega de Infraestructuras propuso hacer un paso de fauna subterráneo debajo de la carretera. Finalmente, el Ayuntamiento de Cambre invirtió 1.525,72€ propios y consiguió una financiación adicional de 13.731,48€ de la Unión Europea (medida Leader; submedidas 19.2 y 19.4, junto con fondos FEADER) para llevar a cabo la construcción de un paso de fauna con los permisos correspondientes del titular de la carretera (Xunta de Galicia). La ejecución del paso se completó el 19 de diciembre de 2020. El paso construido es un pórtico pequeño con un ancho interior de 80cm y 50cm de altura, con una longitud total aproximada de 20m. Sus medidas son algo menores de lo

recomendado: 60cm de alto hasta una longitud de 20m (Staff, 1999), debido a problemas logísticos relacionados con la presencia de la zapata de la presa del embalse en la zona a excavar. La actuación mereció meses después un reconocimiento al Ayuntamiento de Cambre por parte de la Federación Española de Municipios.

### *Expectativas a priori*

Las expectativas a priori son que la nutria euroasiática utilice más el paso de noche, ya que la carretera tiene menos tráfico en horario nocturno (Carss, 1995). Esperaríamos también que las nutrias tengan miedo o sean precavidas a la hora de usar el paso durante cierto tiempo y que pronto se habitúen, dada su alta plasticidad comportamental (baja neofobia) (Kruuk, 2006). Dado que los machos fecundan a las hembras (moviéndose entre los territorios que pertenecen a las hembras) al inicio de la primavera en el sur de Europa ( Kruuk, 2006; Hung & Law, 2016) , esperaríamos que utilicen más el paso durante la primavera.

Por otro lado, el embalse presenta una marcada estacionalidad artificial. En otoño-invierno el nivel del agua del embalse es mantenido bajo artificialmente, para evitar inundaciones, mientras que en primavera-verano el nivel del agua del embalse es mantenido alto, para suministrar agua potable a unas 400.000 personas aproximadamente (Martínez-Abraín et al., 2020a). Teniendo esto en cuenta, esperamos que el sentido mayoritario de la marcha de las nutrias en el paso fuese río/embalse en invierno y embalse/río en primavera. Esto es debido a que las nutrias no pueden bucear hasta el fondo (donde cazan) cuando los niveles están muy altos (Martínez-Abraín et al., 2020b).

En cuanto a la meteorología, esperaríamos que las nutrias utilicen más el paso cuando la temperatura es baja (<15°C de media diaria), dado que estos mustélidos suelen estar menos activos a altas temperaturas (Quaglietta et al., 2018). Asimismo, cuando la precipitación es alta (>10 L/m<sup>2</sup>/día) el paso podría constituir un buen refugio, por lo que esperaríamos que lo utilicen más en estas condiciones.

## 2. Material y Métodos

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio comprende una zona núcleo de la Reserva de la Biosfera “Mariñas e Terras do Mandeo”, el embalse de Abegondo-Cecebre (Coruña, NO España). Se centra más concretamente en la zona donde se localizan las compuertas de la presa (Fig.1) dado que es la zona empleada por las nutrias para pasar del embalse al río (y viceversa) y por tanto la zona en la que se construyó el paso de fauna (Fig. 2). Dicho embalse recibe el aporte de dos ríos (Mero y Barcés), es somero y su uso es el abastecimiento de agua potable a la ciudad de A Coruña y su área metropolitana.

A)



b)

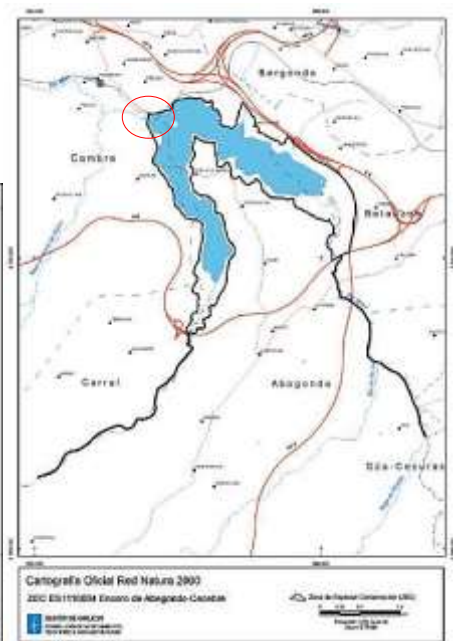


Figura 1: a) Mapa de localización de la zona de estudio en el marco de la península ibérica. El cuadrado rojo es la provincia de A Coruña, b) Mapa del embalse de Abegondo-Cecebre, donde el círculo rojo marca el área de estudio.



Figura 2: Imagen del paso de fauna, ubicado en la zona de las compuertas del embalse (Fuente: Concello de Cambre; <https://cambre.es/inauguracion-del-paso-de-nutrias/?lang=es>).

## 2.2. Recogida de datos

El paso de fauna se finalizó el 19 de diciembre de 2020, pero el monitoreo del mismo comenzó el 13 de enero de 2021 (24 días desde la construcción del paso). Ello se debió a que la construcción del paso fue noticia en periódicos locales y nacionales, así que se retrasó a propósito la instalación de las cámaras de fototrampeo por temor a que fueran sustraídas o alteradas.

Se instaló una cámara de fototrampeo (marca Neewer, con vídeo y sonido, activación a los 0.3s y duración del vídeo de 35s) a la entrada del paso, concretamente en la boca de éste que da al río Mero. Se recopilaron todos los vídeos registrados por las cámaras desde el 13 de enero hasta el 3 de mayo de 2021 y también en un período similar en 2023. Se eligió este período de tiempo debido a que la primera fase del seguimiento del paso se estableció en el marco del “Proyecto de Seguimiento Ambiental del Embalse Abegondo-Cecebre”, realizado por el G.N. Hábitat en acuerdo con EMALCSA y siendo parte integrada del proyecto LIFE FLUVIAL. La segunda fase del seguimiento se llevó a cabo en un período similar al primero para respetar una temporalidad similar a la primera fase.

Se visionaron todos los vídeos recopilados y en una hoja de cálculo se extrajo toda la información de interés para el estudio:

- Fecha: año, mes y día.
- Paso: 1= sí, 0= no.
- Franja horaria: 1= del amanecer hasta las 12, 2= de 12 a 16, 3= de 16 hasta el anochecer, 4= del anochecer al amanecer.
- Luz solar: 1= sí, 2= no.
- Especie.
- Sentido de la marcha: 1= río/embalse, 2= embalse/río.
- N° de individuos.



- Temperatura media del día.
- Precipitación total en el día.
- Ruido de paso de coche registrado: 1= sí, 0= no.

Cuando una nutria utilizó el paso a lo largo de un día entero y el paso fue registrado en vídeo, éste fue contabilizado como paso positivo (se pueden registrar varios pasos por día), mientras que los pasos negativos fueron aquellos casos en los que en un día entero no hubo registros. Para evitar un inflamiento del número de pasos positivos en los análisis del paso según la estación y la meteorología, en estos apartados contabilizamos como paso positivo si hubo uso del paso a lo largo de un día entero por parte de las nutrias, independientemente de si el paso fue empleado más de una vez en un día.

Los datos de la precipitación diaria y de la temperatura media del día se obtuvieron de los datos históricos de la red meteorológica de Meteogalicia (*Histórico da rede meteorolóxica - MeteoGalicia*, s. f.)

### 2.3. Análisis estadísticos

Mediante tablas de contingencia y pruebas de la chi-cuadrado (con la corrección de Yates por bajo tamaño de muestra) analizamos si existieron diferencias proporcionales a nivel de población estadística en el uso del paso según la estación, el sentido de la marcha de las nutrias, la estación del año, un rango de temperaturas clasificadas arbitrariamente como altas ( $>15^{\circ}\text{C}$  de media diaria) o bajas ( $<15^{\circ}\text{C}$  de media diaria) y un rango de precipitación clasificada arbitrariamente como alta ( $>10\text{L}/\text{m}^2/\text{día}$ ) o baja ( $<10\text{L}/\text{m}^2/\text{día}$ ). En los casos en los que hubo frecuencias esperadas menores de 5 se empleó la prueba exacta de Fisher. Se emplearon los residuos de la prueba chi-cuadrado para determinar la magnitud de las diferencias respecto a las frecuencias esperadas. Todas las pruebas fueron realizadas en Rstudio versión 3.5.3 (<https://www.r-project.org/>).

### 3. Resultados

#### 3.1. Uso del paso por especie

Para este estudio decidimos centrarnos sólo en la nutria porque fue la especie que más utilizó el paso durante el estudio, con gran diferencia respecto a las restantes especies (Fig. 3).

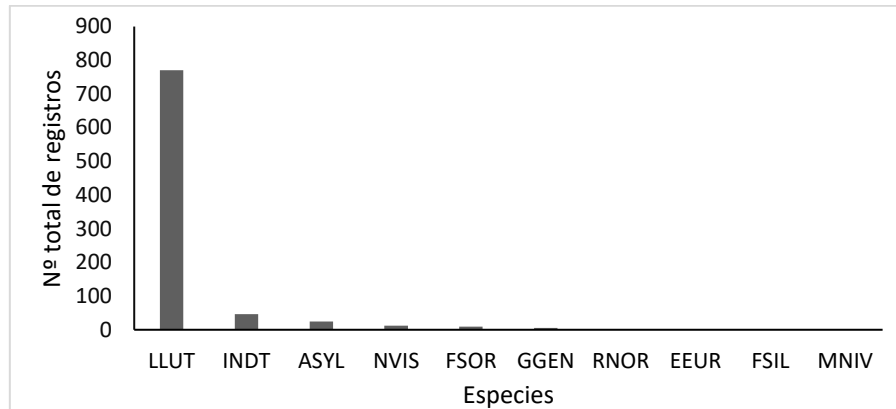


Figura 3: Número de registros (vídeos) de las distintas especies que utilizaron el paso de fauna. LLUT: *Lutra lutra*, INDT: indeterminado, ASYL: *Apodemus sylvaticus*, NVIS: *Neovison vison*, FSOR: Familia Soricidae, GGEN: *Genetta genetta*, RNOR: *Rattus norvegicus*, EEUR: *Erinaceus europeus*, FSIL: *Felis silvestris catus* y MNIV: *Mustela nivalis*.

#### 3.2. Uso del paso a lo largo del tiempo

Analizando el uso del paso a lo largo del tiempo, vemos que a partir de la semana 13 desde la instalación de las cámaras (17 semanas desde la construcción del paso) las nutrias ya utilizaron el paso casi a su tasa máxima de uso. A partir de la semana 106 las nutrias usaron el paso a su tasa máxima de uso. Un modelo logarítmico muestra una curva de saturación o de rendimientos decrecientes con un ajuste notable a los datos ( $r^2=0.69$ ).

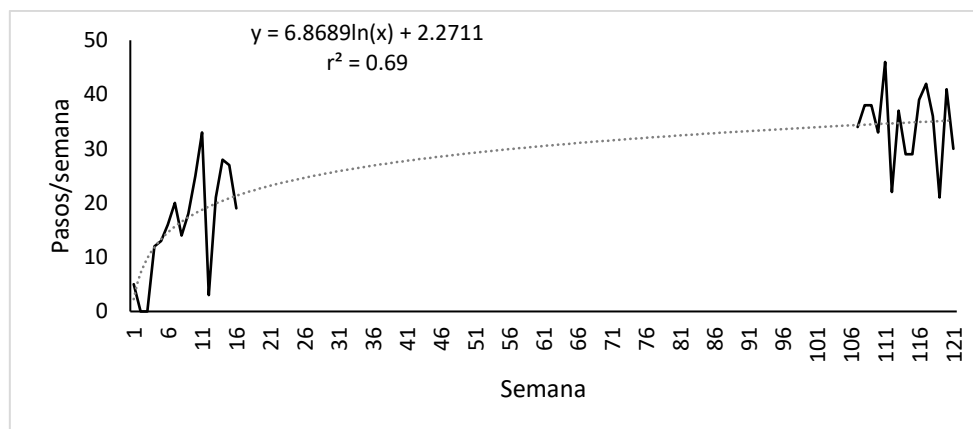


Figura 4: Uso del paso a lo largo del tiempo (desde la instalación de las cámaras) por parte de las nutrias. Nota: Entre la semana 16 y 106 no se muestran datos debido a que durante ese período las cámaras no estuvieron activas.

### 3.3. Paso según la estación.

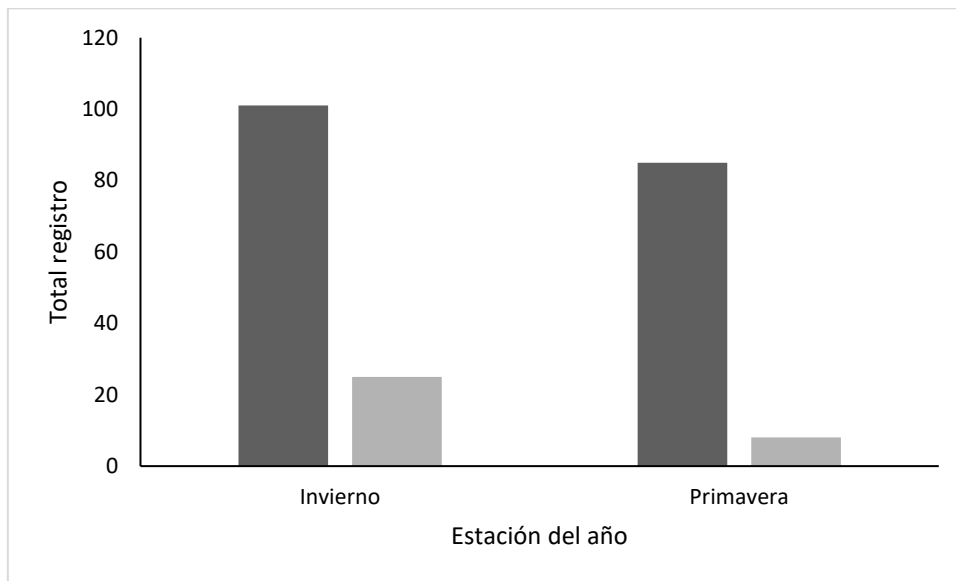


Figura 5: Paso según la estación del año. Las barras de color gris oscuro representan los registros positivos (al menos un paso en un día) y las barras gris claro los pasos negativos (ningún paso en un día).

Tabla 1. Resultados del análisis chi-cuadrado para determinar si existieron diferencias proporcionales en el uso del paso según la estación del año.

```
> data<-matrix(c(101,25,85,8),nrow=2)
> data
      [,1] [,2]
[1,]  101   85
[2,]   25    8
>
> chi<-chisq.test(data) #incluye la corrección de Yates
> chi

      Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  data
X-squared = 4.4395, df = 1, p-value = 0.03512

>
> chi$residuals
      [,1]      [,2]
[1,] -0.581329  0.6766526
[2,]  1.380135 -1.6064428
```

De acuerdo con la Fig. 5 y la Tabla 1 existieron diferencias estadísticamente significativas en el uso del paso según la estación del año. Según los residuos de la prueba, las nutrias usaron el paso proporcionalmente un poco más de lo esperado en primavera, pero la diferencia respecto al invierno fue de magnitud muy pequeña.

### 3.4. Sentido de la marcha en invierno y primavera

Analizamos si el sentido de la marcha de las nutrias (río/embalse o embalse/río) fue distinto entre estaciones.

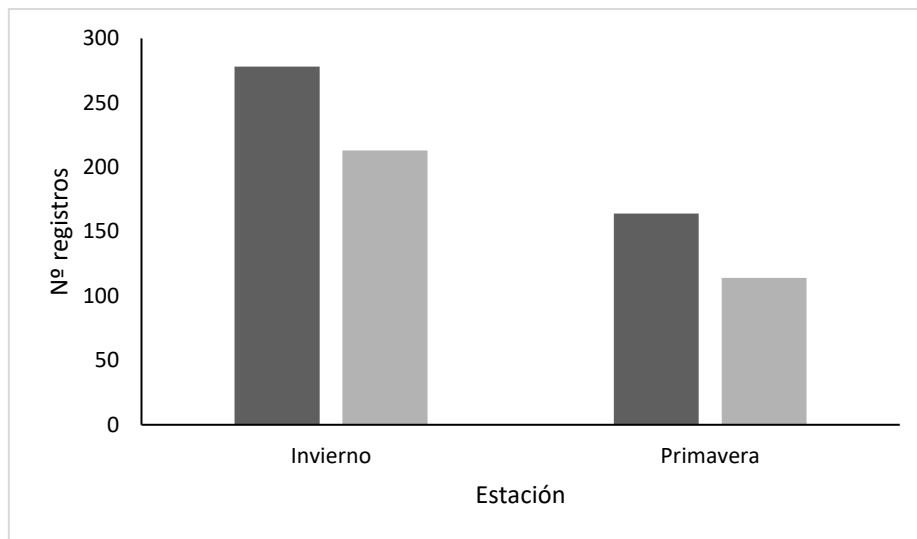


Figura 6: Sentido de la marcha de las nutrias según la estación del año. Las barras de color gris oscuro representan el sentido río/embalse y las barras de color gris claro el sentido embalse/río.

Tabla 2. Resultados del análisis chi-cuadrado para determinar si existieron diferencias proporcionales en el sentido de la marcha de las nutrias dependiendo de la estación del año.

```
> data<-matrix(c(278,213,164,114),nrow=2)
> data
      [,1] [,2]
[1,]  278  164
[2,]  213  114
>
> chi<-chisq.test(data) #incluye la corrección de Yates
> chi

      Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  data
X-squared = 0.31783, df = 1, p-value = 0.5729

>
> # calculamos los residuos
>
> chi$residuals
      [,1]      [,2]
[1,] -0.2508014  0.3333100
[2,]  0.2915864 -0.3875124
```

No existieron diferencias proporcionales en el sentido de la marcha de las nutrias dependiendo de la estación del año.

### 3.5. Meteorología

#### 3.5.1. Temperatura

Analizamos cómo afectó a las nutrias la temperatura media del día sobre la utilización del paso.

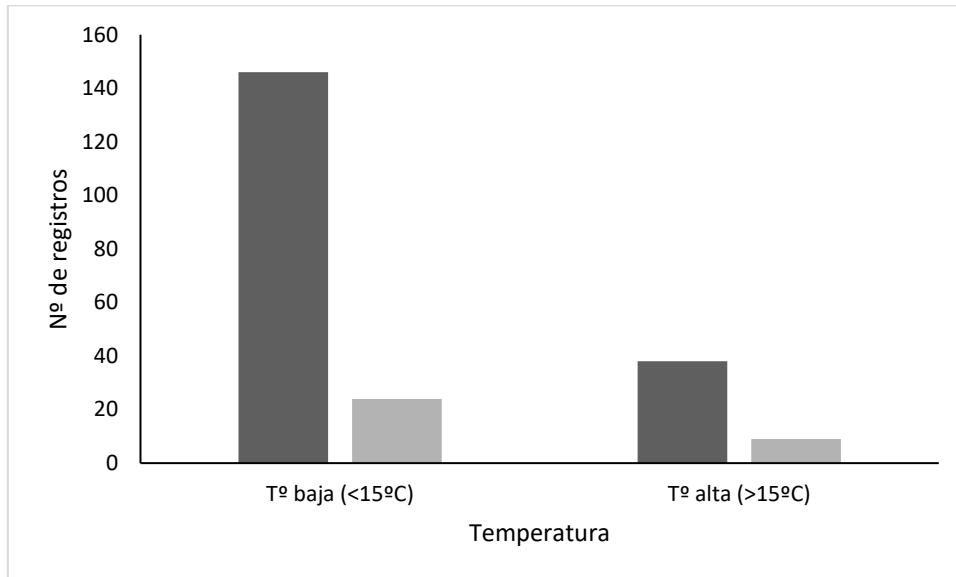


Figura 7: Número de registros en función de cada rango de temperatura considerado. Las barras de color gris oscuro son registros positivos (al menos un paso en un día) y las gris claro registros negativos (ningún paso en un día).

Tabla 3. Resultados del análisis chi-cuadrado para determinar si existieron diferencias proporcionales en el uso del paso el rango de temperatura (alto o bajo).

```
> data<-matrix(c(146,24,38,9),nrow=2)
> data
      [,1] [,2]
[1,]  146   38
[2,]   24   9
>
> chi<-chisq.test(data) #incluye la corrección de Yates
> chi

      Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  data
X-squared = 0.3853, df = 1, p-value = 0.5348

>
> chi$residuals
      [,1]      [,2]
[1,]  0.1542989 -0.2934529
[2,] -0.3643466  0.6929315
```

No existieron diferencias proporcionales en el uso del paso según el rango de temperatura (alta o baja).

### 3.5.2. Precipitación

Estudiamos como afectó la precipitación total diaria a la hora de elegir si utilizar el paso de fauna o no.

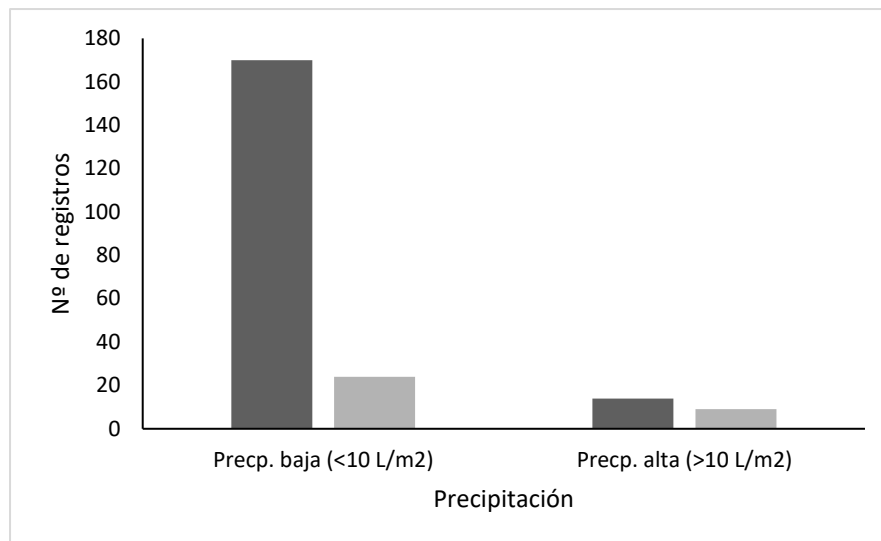


Figura 8: Número de registros en función del rango de precipitación total diaria ("Precp".) considerado. Las barras de color gris oscuro son registros positivos (al menos un paso en un día) y las gris claro registros negativos (ningún paso en un día).

Tabla 4. Resultados del análisis chi-cuadrado para determinar si existieron diferencias proporcionales en el uso del paso según la estación del año

```
> data<-matrix(c(170,24,14,9),nrow=2)
> data
      [,1] [,2]
[1,]  170   14
[2,]   24    9
>
> chi<-chisq.test(data) #incluye la corrección de Yates
warning message:
In chisq.test(data) : Chi-squared approximation may be incorrect
> chi

      Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

data:  data
X-squared = 9.4375, df = 1, p-value = 0.002126

>
> chi$residuals
      [,1]      [,2]
[1,]  0.4290073 -1.245953
[2,] -1.0130167  2.942074
```

Existieron diferencias estadísticamente significativas en el uso del paso según el rango de precipitación. Proporcionalmente, las nutrias usaron el paso un poco más de lo esperado cuando la precipitación fue baja (<10 L/m<sup>2</sup>/día).

Dado que en la prueba chi-cuadrado obtuvimos una alerta por tener frecuencias esperadas menores que 5 se empleó la prueba exacta de Fisher.

Tabla 5. Resultados del análisis de Fisher para determinar si existieron diferencias proporcionales en el uso del paso según el rango de precipitación (alto o bajo).

```
> datos
      [,1] [,2]
[1,]  170  14
[2,]   24   9
>
> fisher.test (datos)

      Fisher's Exact Test for Count Data

data:  datos
p-value = 0.002644
alternative hypothesis: true odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 1.545228 12.675504
sample estimates:
odds ratio
 4.507897
```

Se confirma que hubo diferencias proporcionales en el uso del paso según el rango de precipitación.

### 3.6. Paso según la franja horaria

Para estudiar el horario de actividad de las nutrias utilizamos 4 franjas horarias: 1= del amanecer hasta las 12; 2= de las 12h a las 16h; 3= de las 16h hasta el anochecer y 4= del anochecer hasta el amanecer.

La hora principal de actividad de las nutrias en el paso de fauna fue principalmente del anochecer al amanecer (97%) (Fig. 9).

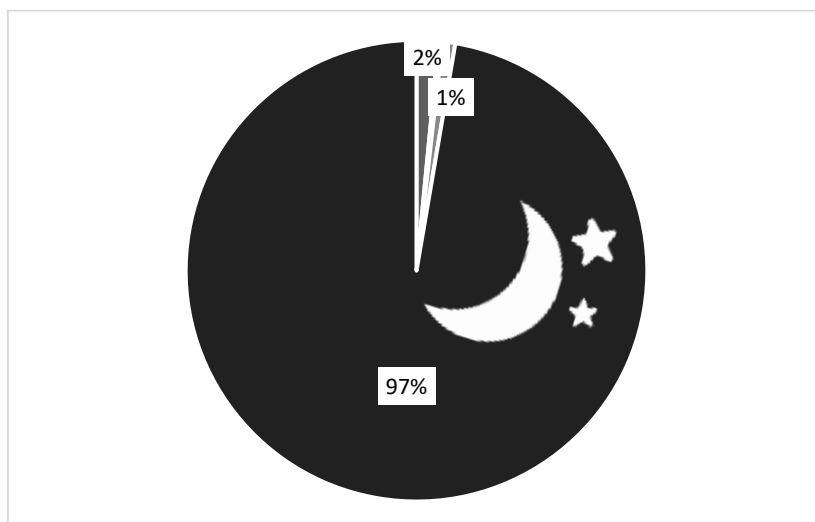


Figura 9: Uso del paso por las nutrias en función de las franjas horarias consideradas.

### 3.7. Coincidencia entre el paso de coches y el paso de nutrias

Utilizando el audio que proporcionaban las grabaciones del fototrampeo, cuantificamos cuándo pasó un coche en el momento justo en que una nutria estaba utilizando el paso de fauna. Encontramos que en el 15% de los casos, cuando pasó una nutria por el paso de fauna también estaba pasando un coche por la carretera. Por lo que potencialmente se podría estar evitando el atropello de una nutria al menos en un 15% de los casos de cruce de la carretera (Fig.10).

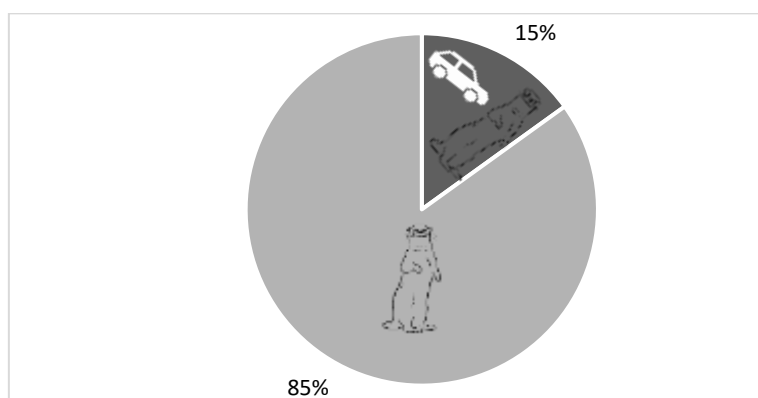


Figura 10: Porcentaje de casos en los que pasó un coche justo cuando una nutria estaba empleando el paso

### 3.8. Miedo al paso

También cuantificamos cuánto tardaron las nutrias en mostrar miedo/precaución cuando utilizaban el paso. Encontramos que desde el día 1 (comienzo del registro con cámaras) hasta el día 15 fue cuando las nutrias mostraron más signos de miedo/precaución, es decir, al menos 39 días desde la instalación del paso. A partir de entonces la tendencia disminuyó exponencialmente (Fig.11). Cabe destacar que el día 1 se registraron dos individuos que mostraron claros signos de miedo hacia el paso. El resto de los días se observaron sólo signos de precaución.

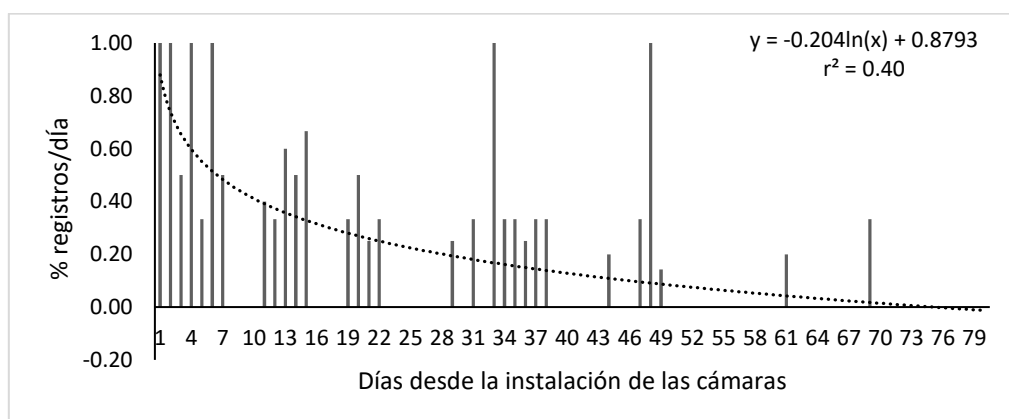


Figura 11: Porcentaje de registros al día en los que se observó miedo al paso desde el día de la instalación de las cámaras.



## 4. Discusión

El paso de fauna fue construido específicamente para *Lutra lutra*, y encontramos que efectivamente fue ésta la especie que hizo un uso mayoritario del mismo. La mayoría de las nutrias utilizaron el paso de noche a pesar de que las nutrias de Cecebre muestran mucha actividad diurna en el embalse (Llinares et al. 2019). Esto podría estar poniendo de manifiesto que las nutrias perciben como peligroso el paso de la carretera y que procuran cruzar de noche coincidiendo con el menor uso de la carretera por los vehículos rodados.

En pocas semanas (13 semanas desde la instalación de las cámaras y 17 semanas desde la construcción del paso) las nutrias utilizaron el paso casi a su tasa máxima de uso. Además, a partir del día 15 de seguimiento con cámaras (día 39 desde la inauguración del paso) disminuyó drásticamente el registro de nutrias con signos de miedo/preocupación.

A pesar de la percepción del paso como una posible trampa las nutrias lo emplearon casi a la tasa máxima de paso muy rápidamente. Esto podría deberse a que las nutrias se dieron cuenta del beneficio que les podía proporcionar utilizarlo (energéticamente o por ser conscientes del riesgo que entraña cruzar la carretera), unido al hecho de que las nutrias presentan una baja neofobia (Kruuk, 2006). Además, el paso de fauna presenta las características necesarias para que a la hora de utilizarlo las nutrias sientan bajo recelo, ya que se ve la salida del paso, es lo suficientemente amplio y la entrada presenta algo de vegetación (Staff H. A, 1999).

Las nutrias utilizaron el paso proporcionalmente un poco más en primavera que en invierno. Esto puede estar relacionado con la época reproductiva de las nutrias que en el sur de Europa se produce en invierno-primavera (Hung & Law, 2016). Durante la época de reproducción los machos se desplazan hasta los territorios de las hembras para la copula (Kruuk, 2006), lo que podría explicar que las nutrias hagan un uso ligeramente superior del paso en primavera.

Tanto en invierno como en primavera las nutrias usaron el paso con mayor frecuencia en sentido río/embalse (aguas arriba), al contrario de lo que esperábamos a priori. Tal vez para moverse del embalse al río las nutrias utilizaron otro punto de paso, a parte del paso de fauna. Esto constituye un punto importante en relación a la efectividad del paso de fauna, por lo que se debería estudiar más en profundidad. Por ejemplo, ubicando cámaras en el exterior del paso.

En cuanto a la temperatura, las nutrias utilizaron el paso tanto a bajas (<15 °C) como a altas (>15 °C) temperaturas medias diarias. Hay que tener en cuenta que las nutrias siguen estando activas a altas temperaturas (Quaglietta et al., 2018)

porque en la región de estudio no se alcanzan temperaturas tan altas como para que las nutrias se vean afectadas.

Se encontró que cuando la precipitación total diaria fue alta ( $>10 \text{ L/m}^2/\text{día}$ ) el paso tendía a inundarse. Que el paso estuviese inundado no supuso ningún obstáculo para su uso por parte de las nutrias, ya que tienen un comportamiento anfibio, pero éstas utilizaron más el paso cuando las precipitaciones fueron bajas ( $<10 \text{ L/m}^2/\text{día}$ ). Podemos sugerir que las nutrias utilizaron menos el paso cuando las precipitaciones fueron altas quizás porque estaban menos activas bajo esas condiciones de precipitación.

Finalmente, encontramos que cuando una nutria utilizó el paso, en el 15% de los casos también estaba circulando un coche por la carretera, lo que implica que potencialmente las nutrias se salvaron de ser atropelladas en al menos un 15% de los casos de cruce. Este porcentaje puede parecer bajo pero, teniendo en cuenta que en el embalse no habitan más de 7-8 nutrias a la vez (Martínez-Abraín et al., 2020b), el impacto de los coches sobre la población de nutrias es potencialmente considerable. Esto evidencia que el paso de fauna afecta positivamente a la población de nutrias del embalse de estudio al ayudar a reducir la mortalidad por atropello. En este sentido cabe señalar que la mortalidad por atropello es el principal factor de regulación poblacional hoy en día para las nutrias, ya que su caza está prohibida desde hace décadas y no existen depredadores apicales que depreden sobre ellas. Su principal regulación poblacional suele suceder más bien de abajo-arriba, en función de la disponibilidad de alimento (Kruuk 2006).

No pudimos diferenciar sexos o edades, pero sería interesante saber en el futuro si existe algún sesgo en el uso del paso de fauna en función de estas variables, pues el impacto demográfico sobre la población sería distinto dependiendo de ello.

## 5. Conclusiones

Aunque el paso presentaba unas medidas un poco menores de lo recomendado, debido a cuestiones logísticas, en pocas semanas tras su inauguración las nutrias utilizaban ya el paso casi a su tasa máxima de uso. También, en 39 días después de la construcción del paso se redujo drásticamente el miedo/precaución de éstas hacia el paso. Por tanto, a pesar de que las medidas del paso no eran las idóneas, las nutrias decidieron utilizarlo con asiduidad y por la noche coincidiendo con la menor intensidad de tráfico, lo que sugiere que eran conscientes de que su uso les era rentable ya sea por mayor comodidad (ahorro energético) o porque eran conscientes del riesgo de atropello al cruzar la carretera. La reducción potencial de riesgo de mortalidad de al menos un 15% se considera biológicamente relevante y se recomienda el empleo de estas medidas de mitigación para la conservación de la especie de manera generalizada, ya que el atropello es la principal fuente de mortalidad de la especie en Eurasia, junto con la eventual escasez de comida.

### CONCLUSIÓNS

Aínda que o pas era un pouco máis reducido do recomendado, por cuestións loxísticas, ás poucas semanas da súa inauguración as lontras xa estaban a utilizar o pase case ao máximo de uso. Ademais, en 39 días despois da construción do paso, o seu medo/precaución cara ao paso reduciuse drasticamente. Por iso, a pesar de que as medidas do paso non eran as idóneas, as lontras decidiron utilizalo con regularidade e de noite coincidindo coa menor intensidade de tráfico, o que fai pensar que eran conscientes de que o seu uso lles resultaba rendible ben por unha maior comodidade ( aforro enerxético) ou porque eran conscientes do risco de atropelo ao cruzar a estrada. Considérase bioloxicamente relevante a redución potencial do risco de mortalidade de polo menos un 15% e recoméndase o uso destas medidas de mitigación para a conservación da especie de forma xeneralizada, xa que a morte por estrada é a principal fonte de mortalidade da especie en Eurasia. xunto coa eventual escaseza de alimentos.

### CONCLUSION

Although the pass was a little smaller than recommended, due to logistical issues, within a few weeks after its inauguration the otters were already using the pass almost at its maximum rate of use. Also, in 39 days after the construction of the pass, their fear/caution towards the pass was drastically reduced. Therefore, despite the fact that the measurements of the pass were not ideal, the otters decided to use it regularly and at night coinciding with the lowest traffic intensity, which suggests that they were aware that its use was profitable for them either because greater comfort (energy savings) or because they were aware of the risk of being run over when crossing the road. The potential reduction in mortality risk

of at least 15% is considered biologically relevant and the use of these mitigation measures is recommended for the conservation of the species in a generalized manner, since roadkill is the main source of mortality for the species. in Eurasia, along with eventual food shortages.

## 6. Bibliografía

- Carss, D. (1995). Foraging behaviour and feeding ecology of the otter *Lutra lutra*: A selective review. *Hystrix: the Italian Journal of Mammalogy*, 7. <https://doi.org/10.4404/hystrix-7.1-2-4069>
- Gnhabitat. (2020, diciembre 20). Paso de lontras no encoro de Abegondo-Cecebre: Un sono feito realidade. *Grupo Naturalista Hábitat*. <https://gnhabitat.org/paso-de-lontras-no-encoro-de-abegondo-cecebre-un-sono-feito-realidade/>
- Histórico da rede meteorolóxica—MeteoGalicia*. (s. f.). Recuperado 29 de diciembre de 2023, de <https://www.meteogalicia.gal/observacion/estacionshistorico/historico.action?idEst=10045>
- Hung, N., & Law, C. J. (2016). *Lutra lutra* (Carnivora: Mustelidae). *Mammalian Species*, 48(940), 109-122. <https://doi.org/10.1093/mspecies/sew011>
- Kruuk, H. (2006). *Otters: Ecology, behaviour, and conservation*. Oxford University Press.
- Llinares, Á., Martínez-Abraín, A., & Veiga, J. (2019). High foraging efficiency of Eurasian otters in a shallow Iberian reservoir. *Wildlife Biology*, 2019(1), wlb.00589. <https://doi.org/10.2981/wlb.00589>
- Martínez-Abraín, A., Marí-Mena, N., Vizcaíno, A., Vierna, J., Veloy, C., Amboage, M., Guitián-Caamaño, A., Key, C., & Vila, M. (2020a). Determinants of Eurasian otter (*Lutra lutra*) diet in a seasonally changing reservoir. *Hydrobiologia*, 847(8), 1803-1816. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04208-y>
- Martínez-Abraín, A., Santidrián Tomillo, P., & Veiga, J. (2020b). Otter diet changes in a reservoir during a severe autumn drought. *Journal of Mammalogy*, 101(1), 211-215. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz185>
- Puig, J., Sanz, L., Serrano, M., & Elosegui, J. (2012). Wildlife roadkills and underpass use in Northern Spain. *Environmental engineering and management journal*, 11, 1141-1147. <https://doi.org/10.30638/eemj.2012.138>
- Quaglietta, L., Mira, A., & Boitani, L. (2018). *Extrinsic and intrinsic factors affecting the daily rhythms of a semiaquatic carnivore in a mediterranean environment*.

Staff H.A (1999). *Design Manual for Roads and Bridges. Volume 10 Section 4 Part 4 (HA 81/99). Environmental design and management. Nature conservation. Nature conservation advice in relation to otters.* (s. f.). Recuperado 29 de diciembre de 2023, de <https://cieem.net/wp-content/uploads/2019/07/ha8199.pdf>